

ETUDE AIR ET SANTE
PROJET DE RENOUVELLEMENT URBAIN DU QUARTIER
VALIBOUT A PLAISIR (78)

Mai 2023 – version v2

Sommaire

1	Présentation du projet.....	9
2	Définition du domaine d'étude et de la bande d'étude.....	9
2.1	Domaine d'étude	9
2.2	Bande d'étude	10
2.3	Définition du niveau d'étude.....	11
3	Etat initial.....	14
3.1	Documents cadres	14
3.1.1	Schéma Régional du Climat de l'Air et de l'Energie (SRCAE)	14
3.1.2	Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA)	15
3.1.3	Plan National Santé Environnement (PNSE)	15
3.1.4	Plan Régional Santé Environnement (PRSE)	16
3.2	Réglementation française	16
3.3	Seuils de recommandation de l'OMS.....	20
4	Identification des principales sources d'émissions atmosphériques.....	21
4.1	Inventaire des émissions.....	21
4.1.1	Inventaires des axes routiers	22
4.1.2	Inventaire des industries.....	23
5	Analyse des données sanitaires	24
5.1	Rappel des effets de la pollution sur la santé	24
5.2	Données sanitaires.....	25
5.2.1	Définition.....	25
5.2.2	Chiffres clés	25
5.2.3	Principales causes de mortalité.....	26
5.2.4	Cancers	26
5.2.5	Cancers du poumon / trachée / bronches.....	26
5.2.6	Maladies de l'appareil circulatoire.....	26
5.2.7	Maladies de l'appareil respiratoire	27
6	Analyse du domaine d'étude.....	28
6.1	Composition du domaine géographique d'étude	28
6.2	Identification des sites sensibles.....	29
6.3	Analyse de la population - données INSEE	30
6.3.1	Évolution et structure de la population	30
6.3.2	Emploi et population active.....	31
6.3.3	Logements.....	31
6.4	Synthèse.....	31
7	Données existantes sur la qualité de l'air	32
7.1	Mesures des stations permanentes Airparif.....	32
7.1	Réseau de surveillance	32
7.2	Résultats des mesures AIRPARIF.....	33
7.2.1	Dioxyde d'azote (NO ₂)	33
7.2.2	Particules fines PM10 et PM2,5	35
7.2.3	Ozone (O ₃).....	39
7.2.4	Benzène (C ₆ H ₆)	41
7.2.5	Hydrocarbures Aromatiques Monocycliques (HAM)	43
7.2.6	Benzo[a]pyrène (BaP).....	43
7.2.7	Métaux : plomb, arsenic, cadmium et nickel.....	43
7.2.8	Monoxyde de carbone (CO).....	44
7.2.9	Dioxyde de soufre (SO ₂).....	44

7.2.10	Aldéhydes.....	44	11.3	Bilan de la consommation énergétique et des émissions de dioxyde de carbone.....	59
7.3	Synthèse	45	12	Calcul des coûts collectifs.....	61
7.4	Indice de la qualité de l'air	45	12.1	Méthodologie.....	61
8	Campagne de mesures	47	12.2	Valeurs de référence	61
8.1	Matériels et méthodes.....	48	12.2.1	Valeurs de référence pour le calcul des coûts liés à la pollution de l'air	61
8.1.1	Les tubes passifs à dioxyde d'azote (NO ₂)	48	12.2.2	Valeur de référence pour le calcul des coûts liés à l'effet de serre additionnel.....	62
8.1.2	Capteurs PM10	48	12.3	Application au projet	62
8.2	Conditions météorologiques	49	12.3.1	Calcul des coûts liés à la pollution de l'air.....	62
8.3	Résultats des mesures de dioxyde d'azote (NO ₂).....	49	12.3.2	Calcul les coûts liés à l'effet de serre additionnel	63
8.4	Résultats des mesures des PM10	50	13	Modélisation de la dispersion atmosphérique des polluants	64
8.5	Conclusion	51	13.1	Présentation générale du code utilisé.....	64
9	Comparaison avec les recommandations de l'OMS.....	53	13.2	Mise en œuvre des simulations	64
10	Modélisation des impacts de la pollution de l'air	54	13.2.1	La formule des écarts-types (modèle de dispersion).....	64
10.1	Domaine d'étude	54	13.2.2	Caractéristiques des polluants.....	65
10.2	Réseau routier	54	13.2.3	Pollution de fond retenue pour l'étude	66
10.3	Relief.....	54	13.2.4	Résultats des simulations	66
10.4	Description des conditions météorologiques.....	55	14	Evaluation de l'exposition avec l'Indice Pollution-Population (IPP).....	72
10.5	Détermination du trafic.....	56	14.1	Définition de la zone prise en compte.....	72
10.6	Répartition du parc automobile	56	14.2	Choix du polluant indicateur.....	72
10.7	Définition des facteurs d'émissions unitaires	56	14.3	Méthode de calcul	73
11	Estimation des émissions de polluants et de la consommation énergétique	58	14.4	Calcul de l'IPP du projet.....	73
11.1	Méthodologie	58	14.4.1	IPP cumulé	73
11.2	Bilan des émissions sur le domaine d'étude	58			

14.4.2	Distribution du nombre d’habitants pour différentes classes de concentration	74	16.1.1	Inventaire des substances émises et liste des substances étudiées	97
15	Evaluation des risques sanitaires (ERS)	76	16.1.2	Quantification des émissions en substances des véhicules	97
15.1	Méthodologie	76	16.2	Incertitudes ayant pour effet de surestimer les risques	98
15.2	Description des enjeux sanitaires sur la zone d’étude et voies d’exposition à étudier	76	16.3	Incertitudes dont l’effet sur les risques est inconnu (ou variable)	98
15.3	Etape 1 : Identification des dangers	77	17	Conclusions	101
15.4	Etape 2 : Inventaire et choix des valeurs toxicologiques de référence	78	18	Annexes	103
15.4.1	Méthodologie	78			
15.4.2	Sources de données	78			
15.4.3	Choix des valeurs toxicologiques de référence	80			
15.5	Etape 3 : Evaluation des expositions	82			
15.5.1	Voies et vecteurs d’exposition	82			
15.5.2	Scénario d’exposition retenu	83			
15.5.3	Synthèse des scénarios sélectionnés par typologies de risque d’exposition	83			
15.5.4	Estimation des concentrations en substances dans l’air	84			
15.5.5	Prise en compte du bruit de fond local	84			
15.5.6	Concentrations retenues pour l’ERS	86			
15.6	Etape 4 : Caractérisation des risques sanitaires	88			
15.6.1	Méthode	88			
15.6.2	Estimation des risques cumulés	89			
15.6.3	Résultats	90			
16	Analyses et incertitudes	97			
16.1	Incertitudes ayant pour effet de sous-estimer les risques	97			

Table des illustrations

Figure 1: Situation actuelle (source : IRIS conseil).....	9
Figure 2: Variation de trafic entre les situations Avec projet et Sans projet en 2030 (source : IRIS conseil)	10
Figure 3: Etendue de la bande d'étude (source : IRIS conseil).....	11
Figure 4 : Densité de population dans et autour du projet (source : INSEE)	12
Figure 5 : Contribution en % des différents secteurs d'activités aux émissions de polluants pour l'intercommunalité Saint-Quentin-en-Yvelines (source : Airparif)	21
Figure 6 : Carte IGN (source : Géoportail).....	22
Figure 7 : Cartographie des industries émettrices de polluants dans l'air (Source : iREP)	23
Figure 8 : Gain moyen en espérance de vie pour les personnes âgées de 30 ans dans le scénario « sans pollution anthropique » (sources : Santé publique France)	24
Figure 9 : Occupation du sol en 2021 dans et autour de la zone projet (source : l'Institut Paris Région)	28
Figure 10 : Sites sensibles (source : Géoportail).....	29
Figure 11 : Evolution de la population depuis 1968 à Plaisir (source : INSEE)	30
Figure 12 : Population par âge en 2019 à Plaisir (source : INSEE).....	30
Figure 13 : Lieu de travail des actifs résidant à Plaisir en 2019 (source : INSEE) ..	31
Figure 14 : Carte des stations Airparif (source : Airparif)	32
Figure 15 : Concentration moyenne annuelle de dioxyde d'azote (NO ₂) en 2021 dans en Ile-de-France et sur la zone d'étude (source : Airparif).....	34
Figure 16 : Concentration moyenne annuelle des PM10 en Ile-de-France et au niveau de la zone d'étude en 2021 (source : Airparif).....	36
Figure 17 : Concentration moyenne annuelle des PM2,5 en Ile-de-France et au niveau de la zone d'étude en 2021 (source : Airparif).....	38
Figure 18 : Situation de l'Ile-de-France au regard de la valeur cible en ozone pour la santé (seuil de 120 µg/m ³ sur 8 heures) – période 2019-2021 (source : Airparif)	40
Figure 19 : Concentration moyenne annuelle de benzène en Ile-de-France et au niveau de la zone d'étude en 2020 (source : Airparif).....	42

Figure 20 : Distribution des indices de qualité de l'air au cours de l'année 2022 à Plaisir (source : Airparif)	46
Figure 21 : Dispositif de la campagne de mesures de la qualité de l'air (source : IRIS conseil).....	47
Figure 22 : Tubes passifs à dioxyde d'azote (NO ₂)	48
Figure 23 : Disposition des tubes passifs dans le boîtier anti-intempérie	48
Figure 24 : Capteur Sigma-2 pour la mesure des PM10.....	48
Figure 25 : Concentrations de dioxyde d'azote mesurées (source : IRIS conseil) .	50
Figure 26 : Concentrations en PM10 observées sur le site (source : IRIS conseil) .	51
Figure 27 : Résultats de la campagne de mesure (source : IRIS conseil)	52
Figure 28 : Situation vis-à-vis des recommandations de l'OMS	53
Figure 29 : Réseau routier modélisé (source : IRIS conseil).....	54
Figure 30 : Relief du domaine d'étude (source : IRIS conseil)	54
Figure 31 : Rose des vents de la station de Trappes (source : Météo France)	55
Figure 32 : Bilan des émissions sur le domaine d'étude (source : IRIS conseil)	59
Figure 33 : Bilan des émissions de CO ₂ et de la consommation de carburant sur le domaine d'étude (source : IRIS conseil)	60
Figure 34 : Concentration de NO ₂ sur le secteur d'étude de la situation Actuel 2021 (source : IRIS conseil).....	67
Figure 35 : Concentration de NO ₂ sur le secteur d'étude de la situation Sans projet 2030 (source : IRIS conseil)	67
Figure 36 : Concentration de NO ₂ sur le secteur d'étude de la situation Avec projet 2030 (source : IRIS conseil)	68
Figure 37 : Variation des concentrations de NO ₂ Avec et Sans projet 2030 sur le secteur d'étude (source : IRIS conseil)	68
Figure 38 : Concentration des particules PM10 sur le secteur d'étude de la situation Actuel 2021 (source : IRIS conseil)	69
Figure 39 : Concentration des particules PM10 sur le secteur d'étude de la situation Sans projet 2030 (source : IRIS conseil).....	69
Figure 40 : Concentration des particules PM10 sur le secteur d'étude de la situation Avec projet 2030 (source : IRIS conseil)	70
Figure 41 : Variation des concentrations des particules PM10 Avec et Sans projet 2030 sur le secteur d'étude (source : IRIS conseil)	70

Figure 42 : Distribution du nombre d’habitants pour différentes classes de concentration de NO₂ (source : IRIS conseil) 74
 Figure 43 : Sites sensibles (source : Géoportail)..... 77
 Figure 44 : Logigramme pour le choix des VTR (source : note n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014) 79

Table des tableaux

Tableau 1 : Largeur de la bande d’étude en fonction du trafic (source : Guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d’impact routières du 22 février 2019)..... 10
 Tableau 2 : Niveau d’étude en fonction du trafic, de la densité de population et de longueur du projet (source : Guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d’impact routières du 22 février 2019) 11
 Tableau 3 : Seuils réglementaires pour la qualité de l’air extérieur (source : Ministère de la transition écologique) 19
 Tableau 4 : Seuils de recommandation de l’OMS (source : OMS) 20
 Tableau 5 : Bilan des émissions annuelles pour l’intercommunalité de Saint-Quentin-en-Yvelines et l’Ile-de-France en 2019 (source : Airparif) 21
 Tableau 6 : Inventaire des industries émettrices de polluants dans l’air (sources : iREP et Engie) 23
 Tableau 7 : Liste des sites sensibles à proximité et dans la zone d’étude (source : Géoportail) 29
 Tableau 8 : Évolution de la population depuis 1968 (source : INSEE)..... 30
 Tableau 9 : Population de 15 à 64 ans par type d’activité en 2019 à Plaisir (source : INSEE)..... 31
 Tableau 10 : Concentration de NO₂ mesurée à Versailles en 2020 et 2021 (source : Airparif) 33
 Tableau 11 : Concentration de PM10 mesurée à Rambouillet en 2020 et 2021 (source : Airparif)..... 35
 Tableau 12 : Concentration de PM2,5 mesurée à Rambouillet en 2020 et 2021 (source : Airparif)..... 37
 Tableau 13 : Nombre de jours de dépassement des valeurs réglementaires de l’ozone aux stations de Versailles et Rambouillet en 2020 et 2021 (source : Airparif) 39
 Tableau 14 : Concentrations moyennes des HAM mesurées à la station de Gennevilliers en 2021 (source : Airparif) 43
 Tableau 15 : Concentrations moyennes de formaldéhyde et d’acétaldéhyde mesurées aux stations de fond en 2021 (source : Airparif)..... 45

Tableau 16 : Conditions météorologiques observées à la station Météo France de Trappes (source : Météo France).....	49
Tableau 17 : Concentrations de dioxyde d’azote mesurées (source : IRIS conseil)	49
Tableau 18 : Concentrations en PM10 observées sur le site (source : IRIS conseil)	50
Tableau 19 : Nombre de véh.km par jour (source : IRIS conseil)	56
Tableau 20 : Bilan des émissions sur le domaine d’étude (source : IRIS conseil) .	58
Tableau 21 : Bilan des émissions de CO ₂ et de la consommation de carburant sur le domaine d’étude (source : IRIS conseil).....	59
Tableau 22 : Coût de pollution atmosphérique en €/100 véh.km pour le mode routier	61
Tableau 23 : Classement des types de milieu en fonction de la densité de population	62
Tableau 24 : Coût de l’effet de serre additionnel en €/tonne de carbone	62
Tableau 25 : Coût liés à la pollution de l’air (source : IRIS conseil)	62
Tableau 26 : Coût liés à l’effet de serre additionnel (source : IRIS conseil).....	63
Tableau 27 : Caractéristiques des polluants étudiés (source : IRIS conseil)	65
Tableau 28 : Concentrations de la pollution de fond intégrées dans les calculs (source : IRIS conseil)	66
Tableau 29 : Bilan des concentrations maximales observées sur la bande d’étude (source : IRIS conseil)	71
Tableau 30 : IPP cumulés des différents scénarios (source : IRIS conseil).....	73
Tableau 31 : Distribution du nombre d’habitants pour différentes classes de concentration de NO ₂ (source : IRIS conseil)	74
Tableau 32 : Liste des sites sensibles à proximité et dans la zone d’étude (source : Géoportail)	77
Tableau 33 : Substances étudiées dans l’ERS (source : note technique du 22 février 2019)	78
Tableau 34 : Valeurs guides pour l’exposition aiguë	80
Tableau 35 : VTR chronique non cancérigène.....	80
Tableau 36 : VTR chronique cancérigène.....	81
Tableau 37 : FET des HAP (source : ANSES, 2012)	82

Tableau 38 : Niveaux de fond atmosphérique pour une exposition aiguë (source : Airparif).....	85
Tableau 39 : Niveaux de fond atmosphérique pour une exposition chronique (source : Airparif).....	85
Tableau 40 : Concentrations dans l’air (C _i) obtenues pour une exposition aiguë (en µg/m ³) (source : IRIS conseil)	86
Tableau 41 : Concentrations dans l’air (C _i) obtenues pour une exposition chronique (en µg/m ³) (source : IRIS conseil)	87
Tableau 42 : Détermination des substances dont les effets critiques à seuil de dose associés aux VTR retenues se rapportent au même système cible	90
Tableau 43 : Comparaison entre les concentrations dans l’air C _i et les valeurs guides retenues (en µg/m ³) (source : IRIS conseil)	91
Tableau 44 : Résultats obtenus pour les QD chroniques (source : IRIS conseil) ...	92
Tableau 45 : Comparaison entre les concentrations dans l’air C _i et les valeurs guides retenues (en µg/m ³) (source : IRIS conseil)	93
Tableau 46 : Résultats obtenus pour ERI (source : IRIS conseil)	94
Tableau 47 : Résultats obtenus pour les QD cumulés (source : IRIS conseil).....	95
Tableau 48 : Résultats obtenus pour les ERI cumulés (source : IRIS conseil).....	96

Historique des versions

Version	Rédigé par	Le	Vérfié par	Le	Commentaire
V0	Aude HAMON	25/10/2021	Ramzi SANGARANE	25/10/2021	Création du rapport
V1	Ramzi SANGARANE	23/12/2021	Ramzi SANGARANE	23/12/2021	Modification du périmètre du projet
V2	Truong Anh Huy LE	28/02/2023	Ramzi SANGARANE	10/05/2023	Analyse des impacts futurs

1 PRESENTATION DU PROJET

Le projet de renouvellement d'intérêt régional du quartier prioritaire du Valibout, à Plaisir (Yvelines) est un programme « de création ou requalification de voiries et d'espaces publics, de résidentialisation et de reconfiguration du stationnement, de création d'environ 150 logements en accession et d'un nouveau centre commercial de quartier en pied d'immeuble, et d'équipements publics de proximité ».

Le projet concerne une emprise d'environ 16 ha au cœur de Plaisir, dans la Communauté d'agglomération de Saint-Quentin-en-Yvelines.

Le but de l'étude air et santé est **d'évaluer la qualité de l'air actuelle et future sur le site du projet.**

La carte suivante présente la situation actuelle du secteur.



Figure 1: Situation actuelle (source : IRIS conseil)

2 DEFINITION DU DOMAINE D'ETUDE ET DE LA BANDE D'ETUDE

2.1 Domaine d'étude

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

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

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

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

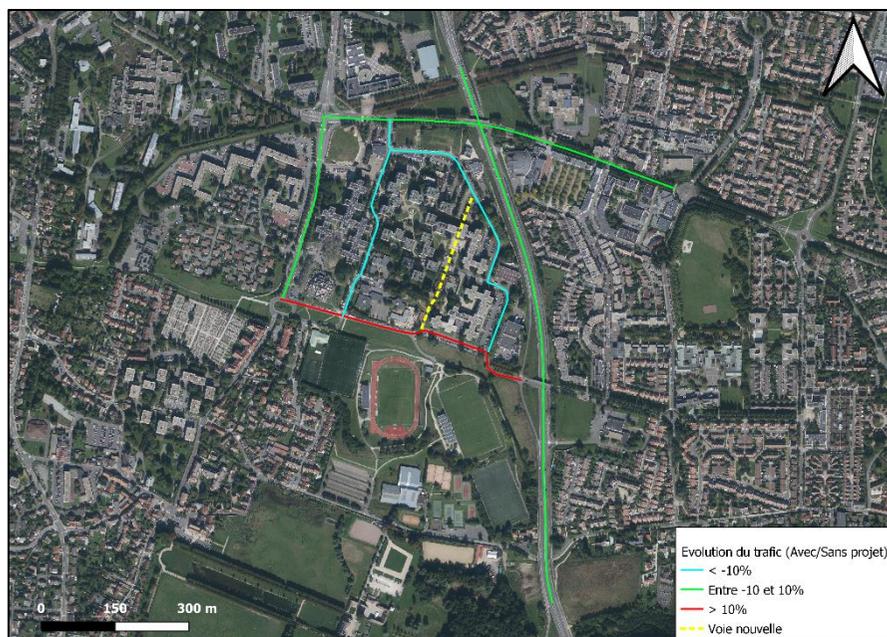


Figure 2: Variation de trafic entre les situations Avec projet et Sans projet en 2030 (source : IRIS conseil)

2.2 Bande d'étude

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

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

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

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

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

Selon les comptages de trafic réalisés par IRIS Conseil, en 2021, le trafic maximal observé sur les voies concernées par le projet est d'environ 35 000 véh/jour sur la RD30.

En fonction de ce trafic, la bande d'étude à retenir est de 200 mètres de part et d'autre de l'axe.

Nous allons retenir cette largeur de bande d'étude pour l'ensemble des axes routiers. La carte suivante présente l'étendue de la bande d'étude retenue pour le projet.



Figure 3: Etendue de la bande d'étude (source : IRIS conseil)

2.3 Définition du niveau d'étude

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

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

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

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

D'après les comptages de trafic, **le trafic maximal sur la zone d'étude est d'environ 35 000 véh/jour sur la RD30.**

Les données de répartition de la population de 2019 sur la zone d'étude ont été acquises auprès de l'INSEE (mise en ligne en 20/10/2022).

Sur la zone d'étude, **la densité de population est supérieure à 10 000 hab/km².**

Ainsi d'après le tableau ci-dessus, avec un trafic supérieur à 25 000 véh/jour et une densité de population supérieure à 10 000 hab/km², l'étude air et santé à réaliser est de niveau 1.

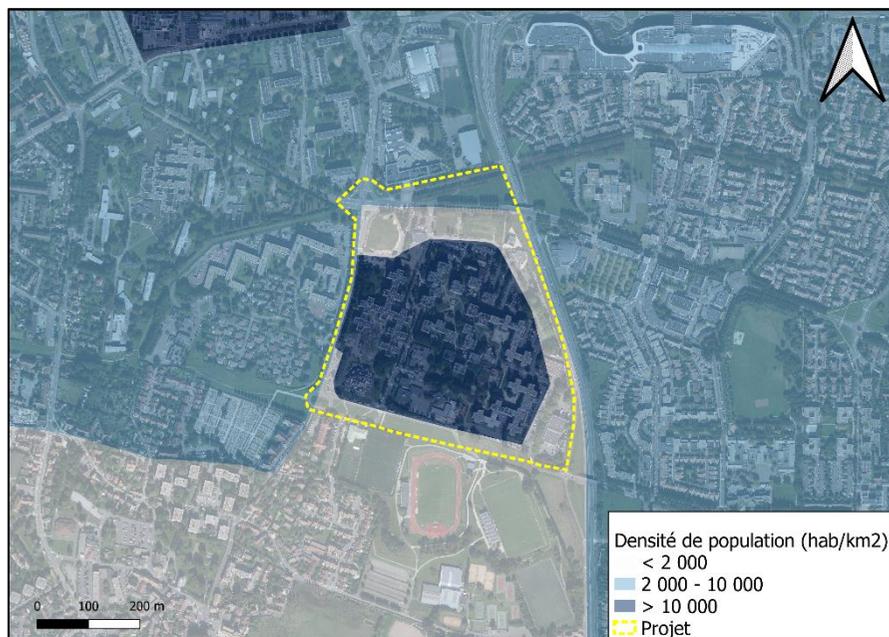


Figure 4 : Densité de population dans et autour du projet (source : INSEE)

Ainsi, d'après la note technique du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la population de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières, **les études de niveau 1 requièrent :**

- Analyse de la situation actuelle à partir d'éléments bibliographiques ;
- Qualification de l'état initial par des mesures in situ ;
- Estimation des émissions de polluants au niveau du domaine d'étude ;
- Estimation des concentrations dans la bande d'étude autour du projet ;

- Analyse des coûts collectifs de l'impact sanitaire des pollutions et des nuisances, et des avantages/inconvénients induits pour la collectivité ;
- Comparaison des variantes et de la solution retenue sur le plan de la santé via un indicateur sanitaire simplifié indice Pollution – Population (IPP) ;
- Evaluation des Risques Sanitaires (ERS) sur le périmètre d'étude.

Les polluants étudiés sont :

- Les oxydes d'azote (NO_x = NO + NO₂),
- Les particules PM₁₀ (particules en suspension avec diamètre inférieur à 10 micromètres),
- Les particules PM_{2,5} (particules en suspension avec diamètre inférieur à 2,5 micromètres),
- Le monoxyde de carbone (CO),
- Les Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM),
- Le benzène (C₆H₆),
- Le dioxyde de soufre (SO₂),
- L'arsenic (As),
- Le nickel (Ni),
- Le benzo[a]pyrène (BaP),
- Le 1,3-butadiène (C₄H₆),
- Le chrome (Cr),
- 15 Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP),

La liste des 15 HAP à considérer est la suivante :

- Acénaphène,
- Acénaphylène,
- Anthracène,
- Benzo[a]anthracène,
- Benzo[b]fluoranthène,

- Benzo[k]fluoranthène,
- Benzo[ghi]pérylène,
- Chrysène,
- Dibenzo[ah]anthracène,
- Fluorène,
- Fluoranthène,
- Indéno[123-cd]pyrène,
- Phénanthrène,
- Pyrène,
- Benzo[jj]fluoranthène.

3 ETAT INITIAL

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

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

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

3.1 Documents cadres

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

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

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

D'une part, le SRCAE doit contenir :

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

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

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

D'autre part, ce schéma est concerné par :

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

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

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

Le SRCAE définit trois grandes priorités régionales pour 2020 :

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

3.1.2 Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA)

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

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

Le PPA d'Île-de-France a été approuvé par arrêté inter préfectoral du 31 janvier 2018 pour la période 2018-2025, ses priorités d'actions concernent :

- La réduction des émissions liés au trafic routier par l'incitation du développement des véhicules peu émissifs et les limitations de circulation des véhicules les plus polluants (instauration d'une zone à faibles émissions) ;
- La réduction des émissions de particules liées au chauffage au bois en limitant l'usage du chauffage individuel au bois dans des équipements anciens et peu performants ;

- La prise en compte de la qualité de l'air dans l'urbanisme.

3.1.3 Plan National Santé Environnement (PNSE)

Le troisième PNSE (période 2015-2019) témoigne de la volonté du gouvernement de réduire autant que possible et de façon la plus efficace les impacts des facteurs environnementaux sur la santé afin de permettre à chacun de vivre dans un environnement favorable à la santé.

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

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

Le quatrième PNSE (période 2020-2024) a pour ambition de mieux comprendre les risques environnementaux auxquels la population est exposée afin de mieux la

protéger. Il est fondé autour de 4 axes et 19 actions dont certaines, comme pour le plan précédent, concernent la qualité de l'air telles que :

- L'action n°1 : Connaître l'état de l'environnement à côté de chez soi et les bonnes pratiques à adopter (la qualité de l'air, la présence d'allergènes, des situations climatiques particulières, pics de pollution...)
- L'action n°13 : Améliorer la qualité de l'air intérieur au-delà des actions à la source sur les produits ménagers et les biocides.
- L'action 15 : Créer une plateforme collaborative pour les collectivités sur les actions en santé environnement et renforcer les moyens des territoires pour réduire les inégalités territoriales en santé environnement (formations sur la qualité de l'air extérieur, ...)

3.1.4 Plan Régional Santé Environnement (PRSE)

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

Le PRSE 3 d'Île-de-France s'articule autour de 3 axes et 18 actions, dont 12 actions concernent la thématique Air :

- Action 1.1 : Prendre en compte la santé dans la mise en œuvre des politiques d'aménagement ;
- Action 1.2 : Prévenir les risques émergents liés au changement global : surveiller, prévenir et lutter à l'encontre d'espèces végétales allergisantes et animaux potentiellement dangereux pour la santé publique ;
- Action 1.3 : Développer un réseau régional ressource en santé environnement ;
- Action 2.3 : Identifier les sources de polluants émergents et mesurer la contamination des milieux ;
- Action 3.1 : Consolider les connaissances sur les zones de multi-exposition environnementale ;

- Action 3.2 : Améliorer le dispositif de surveillance et d'aide à la décision en matière de gestion des nuisances environnementales aéroportuaires ;
- Action 3.3 : Utiliser les études de zones pour la réduction des inégalités environnementales ;
- Action 3.4 : Mettre en place une démarche locale participative d'identification et de résorption des zones de multi-exposition ;
- Action 3.5 : Réaliser un état des lieux régional en santé environnement ;
- Action 4.1 : Réduire les risques environnementaux chez la femme enceinte et le jeune enfant ;
- Action 4.3 : Accroître la maîtrise des facteurs environnementaux de l'asthme et des allergies ;
- Action 4.4 : Renforcer la prise en compte des enjeux sanitaires de la précarité énergétique et de la qualité de l'air intérieur par une meilleure coordination des différents acteurs.

3.2 Réglementation française

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

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

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

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

- Le dioxyde d'azote (NO₂) ;
- Les particules en suspension (PM10 et PM_{2,5}) ;
- Le dioxyde de soufre (SO₂) ;
- L'ozone (O₃) ;
- Le monoxyde de carbone (CO) ;
- Les composés organiques volatils (COV) ;
- Le benzène ;
- Les métaux lourds (plomb, arsenic, cadmium, nickel) ;
- Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (le traceur du risque cancérigène utilisé est le Benzo[a]pyrène).

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

Objectif de qualité, un niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.

Valeur cible, un niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble.

Valeur limite, un niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble.

Seuil d'information et de recommandation, un niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population et qui rend nécessaires l'émission d'informations immédiates et adéquates à destination de ces groupes et des recommandations pour réduire certaines émissions.

Seuil d'alerte, un niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence.

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

OMS / UE / FR = origines des valeurs

DIOXYDE D'AZOTE (NO₂)		
Objectif de qualité	40 µg/m ³ (FR)	En moyenne annuelle
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	200 µg/m ³ (UE)	en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures par an
	40 µg/m ³ (UE)	en moyenne annuelle
Niveau critique pour la protection de la végétation (NO _x)	30 µg/m ³ (UE)	en moyenne annuelle d'oxydes d'azote
Seuil d'information et de recommandation	200 µg/m ³ (FR)	en moyenne horaire
Seuils d'alerte	400 µg/m ³ (UE)	moyenne horaire pendant 3 heures consécutives
		ou si 200 µg/m ³ en moyenne horaire à J-1 et à J et prévision de 200 µg/m ³ à J+1 (FR)

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

PARTICULES (PM10)		
Objectif de qualité	30 µg/m ³ (FR)	en moyenne annuelle

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

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

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

OZONE (O ₃)

Objectif de qualité pour la protection de la santé humaine	120 µg/m ³ (FR)	pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures par an
Objectif de qualité pour la protection de la végétation	6 000 µg/m ³ .h (FR)	en AOT40, calculée à partir des valeurs sur 1 heure de mai à juillet entre 8h et 20h
Valeur cible pour la protection de la santé humaine	120 µg/m ³ (UE)	maximum journalier de la moyenne sur 8 heures à ne pas dépasser plus de 25 jours par an (en moyenne sur 3 ans)
Valeur cible pour la protection de la végétation	18 000 µg/m ³ .h. (UE)	en AOT40, calculée à partir des valeurs sur 1 heure de mai à juillet entre 8h et 20h (en moyenne sur 5 ans)
Seuil d'information et de recommandation	180 µg/m ³ (UE)	en moyenne horaire
Seuil d'alerte pour une protection sanitaire pour toute la population	240 µg/m ³ (UE)	en moyenne horaire
Seuils d'alerte nécessitant la mise en œuvre progressive de mesures d'urgence	1 ^{er} seuil : 240 µg/m ³ (UE)	moyenne horaire pendant 3 heures consécutives
	2 ^{ème} seuil : 300 µg/m ³ (FR)	moyenne horaire pendant 3 heures consécutives
	3 ^{ème} seuil : 360 µg/m ³ (FR)	en moyenne horaire

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

BENZÈNE (C ₆ H ₆)
--

Objectif de qualité	2 µg/m ³ (FR)	en moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	5 µg/m ³ (UE)	en moyenne annuelle

MÉTAUX LOURDS			
Objectif de qualité	Plomb (Pb)	0.25 µg/m ³ (FR)	en moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine		0,5 µg/m ³ (UE)	
Valeur cible	Arsenic (As)	6 ng/m ³ (UE)	en moyenne annuelle du contenu total de la fraction PM10
	Cadmium (Cd)	5 ng/m ³ (UE)	
	Nickel (Ni)	20 ng/m ³ (UE)	

BENZO[a]PYRÈNE (B[A]P)		
Valeur cible	1 ng/m ³ (UE)	en moyenne annuelle du contenu total de la fraction PM10

Tableau 3 : Seuils réglementaires pour la qualité de l'air extérieur (source : Ministère de la transition écologique)

3.3 Seuils de recommandation de l’OMS

Fin septembre 2021, l’Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a adopté de **nouvelles lignes directrices mondiales sur la qualité de l’air et recommande le respect de nouveaux seuils** de concentrations de polluants atmosphériques.

Bien que les lignes directrices sur la qualité de l’air de l’OMS ne soient pas juridiquement contraignantes, elles se définissent, et l’OMS insiste sur ce point, comme des valeurs cibles **pour réduire le fardeau pour la santé lié à la pollution de l’air ambiant**. L’objectif est d’atteindre ces nouveaux seuils plus bas et par conséquent plus exigeants, ce qui conduira à renforcer les politiques de réduction des niveaux de polluants dans l’air et permettra de diminuer la morbidité et la mortalité attribuables à l’exposition à la pollution dans le monde, et mieux protéger la santé de tous.

La Commission Européenne a lancé, en janvier 2022, une consultation sur la révision de la réglementation relative à la qualité de l’air et ambitionne, avant fin 2022, d’aligner plus étroitement les normes européennes sur les recommandations de l’OMS comme le réclament depuis des années certains acteurs (ANSES, Cour des comptes européenne, etc.).

Le tableau suivant montre les seuils de l’OMS recommandés en 2021 par rapport à ceux préconisés en 2005.

Polluant	Durée retenue pour le calcul des moyennes	Seuils de référence OMS 2005 Concentrations	Seuils de référence OMS 2021 Concentrations
PM _{2,5} (µg/m ³)	Année	10	5
	24 heures ^a	25	15
PM ₁₀ (µg/m ³)	Année	20	15
	24 heures ^a	50	45
NO ₂ (µg/m ³)	Année	40	10
	24 heures ^a	--	25
O ₃ (µg/m ³)	Pic saisonnier ^b	--	60
	8 heures ^a	100	100
SO ₂ (µg/m ³)	24 heures ^a	20	40
CO (µg/m ³)	24 heures ^a	--	4

^a 99ème percentile (3 à 4 jours de dépassement par an).

^b Moyenne de la concentration moyenne journalière maximale d’O₃ sur 8 heures au cours des six mois consécutifs où la concentration moyenne d’O₃ a été la plus élevée.

Tableau 4 : Seuils de recommandation de l’OMS (source : OMS)

Des seuils de référence plus exigeants pour réduire les effets de la pollution de l’air ambiant sur la santé.

4 IDENTIFICATION DES PRINCIPALES SOURCES D'ÉMISSIONS ATMOSPHERIQUES

4.1 Inventaire des émissions

En 2022, Airparif a réalisé un inventaire des émissions de polluants atmosphériques pour l'année 2019 sur l'intercommunalité de Saint-Quentin-en-Yvelines, dont Plaisir fait partie.

Les émissions sont calculées pour plusieurs polluants selon plusieurs secteurs.

Le graphique ci-dessous illustre la répartition sectorielle des émissions de polluants Saint-Quentin-en-Yvelines en 2019.

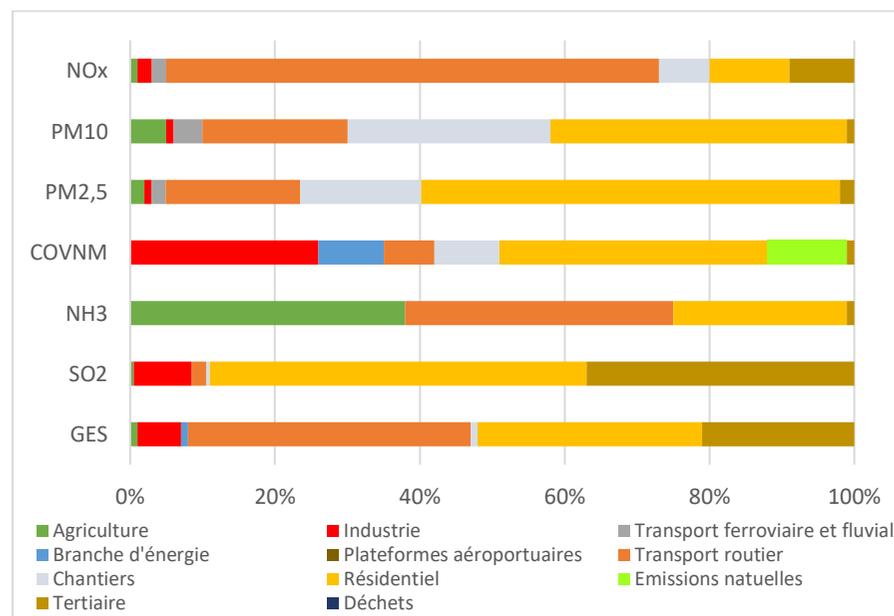


Figure 5 : Contribution en % des différents secteurs d'activités aux émissions de polluants pour l'intercommunalité Saint-Quentin-en-Yvelines (source : Airparif)

Le tableau suivant représente les émissions totales de l'ensemble des secteurs sur l'intercommunalité Saint-Quentin-en-Yvelines et sur l'Île-de-France :

Polluant		NOx	PM10	PM2,5	COVNM	NH ₃	SO ₂	GES
Emissions totales (t)	SQY	968,7	250	166	1289	57	20	634 000
	IDF	64 630	14 600	8 930	72 570	6 340	4 430	37 920 000

Tableau 5 : Bilan des émissions annuelles pour l'intercommunalité de Saint-Quentin-en-Yvelines et l'Île-de-France en 2019 (source : Airparif)

Le secteur résidentiel (en jaune sur le graphique ci-contre) et du transport routier (en orange) sont les émetteurs majoritaires des polluants listés dans la figure ci-contre.

Le secteur le plus émetteur de NOx est le trafic routier, qui contribue à hauteur de 68% aux émissions totales de NOx de l'intercommunalité de Saint-Quentin-en-Yvelines. Il est également le premier émetteur de Gaz à effet de serre (39% des émissions totales) et contribue à hauteur de 20% aux émissions de particules PM10 et PM2,5.

Les quantités de polluants émises par l'intercommunalité de Saint-Quentin-en-Yvelines ne représentent qu'une petite part des émissions d'Île-de-France.

4.1.1 Inventaires des axes routiers

Le trafic routier est une source importante de NO_x, PM10 et PM2,5 dans l'intercommunalité Saint-Quentin-en-Yvelines. La zone projet est longée à l'est par un axe à fort trafic (RD30) et se situe à 600m au sud de la RD11, ces deux axes peuvent avoir un impact sur la qualité de l'air dans la zone d'étude.

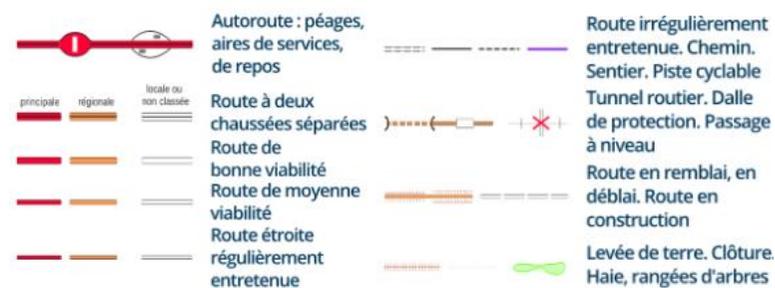
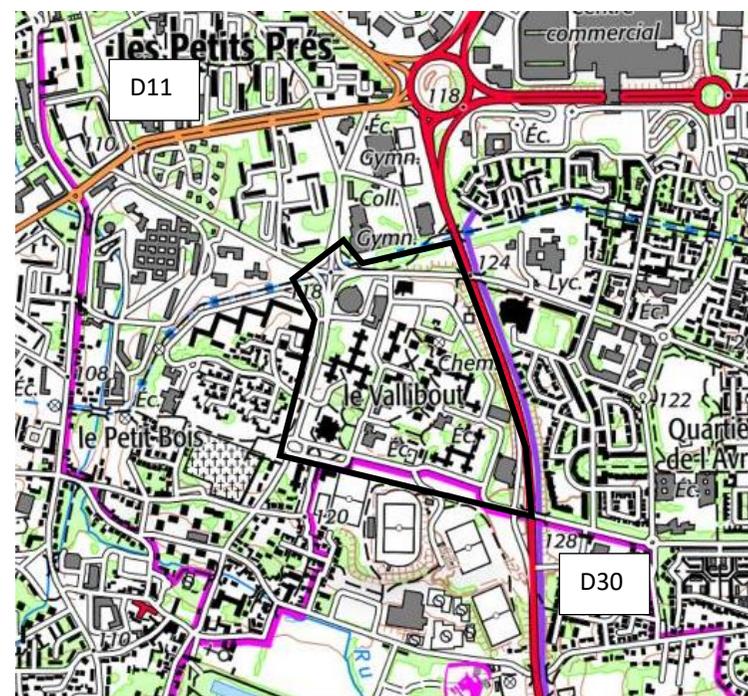


Figure 6 : Carte IGN (source : Géoportail)

4.1.2 Inventaire des industries

Les industries émettant des polluants dans l’air sont classées ICPE (Installations Classées pour la Protection de l’Environnement) et sont enregistrées dans le registre français des rejets et des transferts de polluants (iREP). Dans ce registre, deux industries situées à moins de 2 km de la zone projet ont été identifiées :

N°	Nom de l’industrie	Polluant émis	Quantité (kg/an)	Année
1	Auchan Plaisir	Hydrofluorocarbures (HFC)	652	2019
2	UVE Thiverval-Grignon	Oxydes d’azote (NO _x /NO ₂)	111 000	2018
		Dioxyde de carbone (CO ₂)	133 000 000	

Tableau 6 : Inventaire des industries émettrices de polluants dans l’air (sources : iREP et Engie)

Les polluants sanitaires (oxydes d’azote) émis par la deuxième industrie peuvent dégrader la qualité de l’air au niveau de la zone d’étude sous l’effet de vents du sud-est.

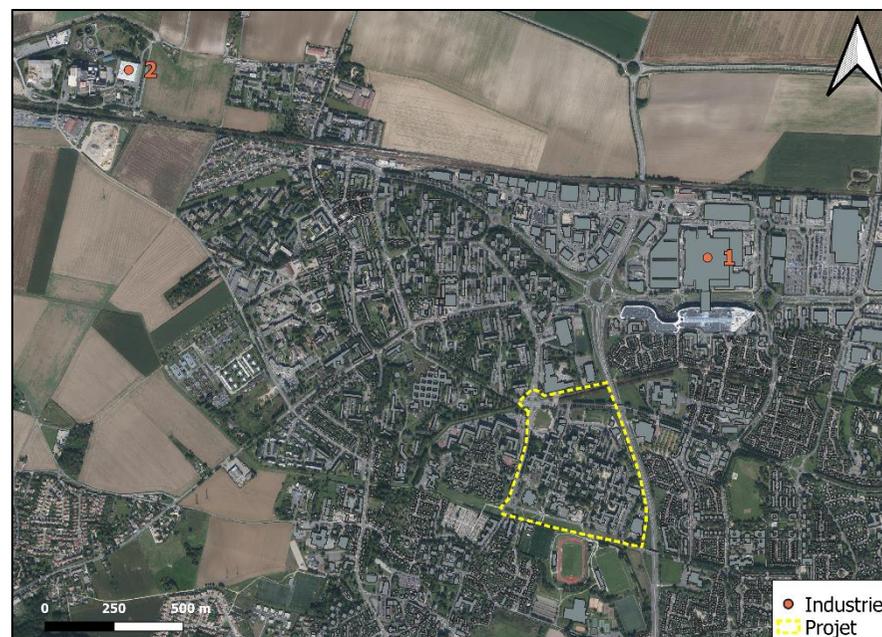


Figure 7 : Cartographie des industries émettrices de polluants dans l’air (Source : iREP)

5 ANALYSE DES DONNEES SANITAIRES

5.1 Rappel des effets de la pollution sur la santé

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

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

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

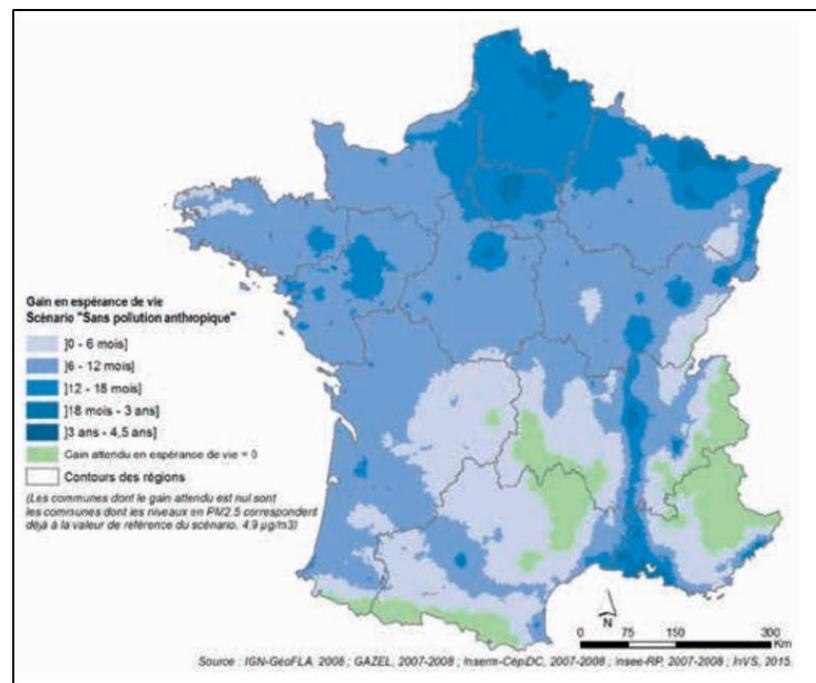


Figure 8 : Gain moyen en espérance de vie pour les personnes âgées de 30 ans dans le scénario « sans pollution anthropique » (sources : Santé publique France)

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

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

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

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

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

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

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

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

5.2 Données sanitaires

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

5.2.1 Définition

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

5.2.2 Chiffres clés

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

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

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

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

5.2.3 Principales causes de mortalité

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

5.2.4 Cancers

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

Dans le département des Yvelines, le taux standardisé de mortalité par cancers pour la période 2013-2017 est de 183,4 pour 100 000 habitants, soit 14 310 personnes dont 55,5% sont des hommes.

Dans le canton de Plaisir incluant les communes de Beynes, Les Clayes-sous-Bois, Plaisir, Thiverval-Grignon, ce taux est de 200,57 pour la période 2013-2017 pour 100 000 habitants, soit 510 personnes.

5.2.5 Cancers du poumon / trachée / bronches

Entre 2013-2017, pour le département des Yvelines, le taux standardisé de mortalité est de 33,9 par 100 000 habitants, soit 2 615 personnes dont 67,8 % sont des hommes.

Dans le canton de Plaisir, ce taux est de 42,89 pour la période 2013-2017 pour 100 000 habitants, soit 110 personnes.

5.2.6 Maladies de l'appareil circulatoire

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

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

Dans les Yvelines, (sur la période 2013-2017) 10 049 personnes sont décédées par maladie de l'appareil circulatoire, dont 48,6 % sont des hommes.

Dans le canton de Plaisir, le taux standardisé de mortalité par maladies de l'appareil respiratoire est de 169,86 pour la période 2013-2017 pour 100 000 habitants, soit 385 personnes.

5.2.6.1 Cardiopathies ischémiques

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

Pour la période 2013-2017, sur le département des Yvelines, les cardiopathies ischémiques ont représenté 2 578 décès (61 % des décès sont des hommes).

Pour la période 2013-2017, sur le canton de Plaisir, le taux standardisé de mortalité par cardiopathies ischémiques est de 32,06 pour 100 000 habitants, soit 77 personnes.

5.2.6.2 Maladies cérébro-vasculaires

Les maladies cérébro-vasculaires regroupent l'ensemble des maladies qui provoquent une altération de la circulation cérébrale. Ces affections se

manifestent le plus souvent subitement, sous forme d'un accident vasculaire cérébral (AVC).

Pour la période 2013-2017, sur le département des Yvelines, les maladies cérébro-vasculaires ont été la cause initiale de 2 231 décès, pour 44,8 % de l'ensemble des décès cardio-vasculaires ce sont des hommes et 55,2 % ce sont des femmes.

Pour la période 2013-2017, sur le canton de Plaisir, le taux standardisé de mortalité par maladies cérébro-vasculaires est de 32,95 pour 100 000 habitants, soit 78 personnes.

5.2.7 Maladies de l'appareil respiratoire

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

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

5.2.7.1 Chiffres clés pour les maladies de l'appareil respiratoire

Entre 2013-2017, 2 959 décès par maladies respiratoires ont été enregistrés dans les Yvelines, dont 48,9 % sont des hommes et 51,1 % sont des femmes.

Sur le canton de Plaisir 114 décès par maladies respiratoires ont été enregistrés pour la période 2013-2017.

5.2.7.2 Asthme

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

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

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

Plus précisément, un dépassement même minime des seuils de pollution recommandés par l'OMS ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le NO_2 et $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les particules) pendant huit ans provoque l'augmentation de façon significative de l'asthme allergique et de l'asthme à l'effort (1,5 fois) par rapport aux enfants vivant dans des zones où les concentrations sont inférieures (d'autres études montrent également le lien chez les enfants entre la densité du trafic automobile et les crises d'asthme).

Entre 2013-2017, l'asthme a été la cause de 68 décès, soit 2,3 % des décès dus aux maladies de l'appareil respiratoire dans le département des Yvelines.

6 ANALYSE DU DOMAINE D'ETUDE

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

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

6.1 Composition du domaine géographique d'étude

Le domaine d'étude s'inscrit sur la commune de Plaisir.

Sur la commune de Plaisir, en 2021, l'occupation du sol est répartie comme suit :

- 47 % d'espaces agricoles et naturels ;
- 37 % d'espaces construits artificialisés ;
- 14 % d'espaces ouverts artificialisés.

Sur le domaine de l'étude en 2021, le sol est occupé par des habitats collectifs, des espaces naturels ouverts artificialisés, des infrastructures de transport et des espaces d'activités et d'équipements.

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

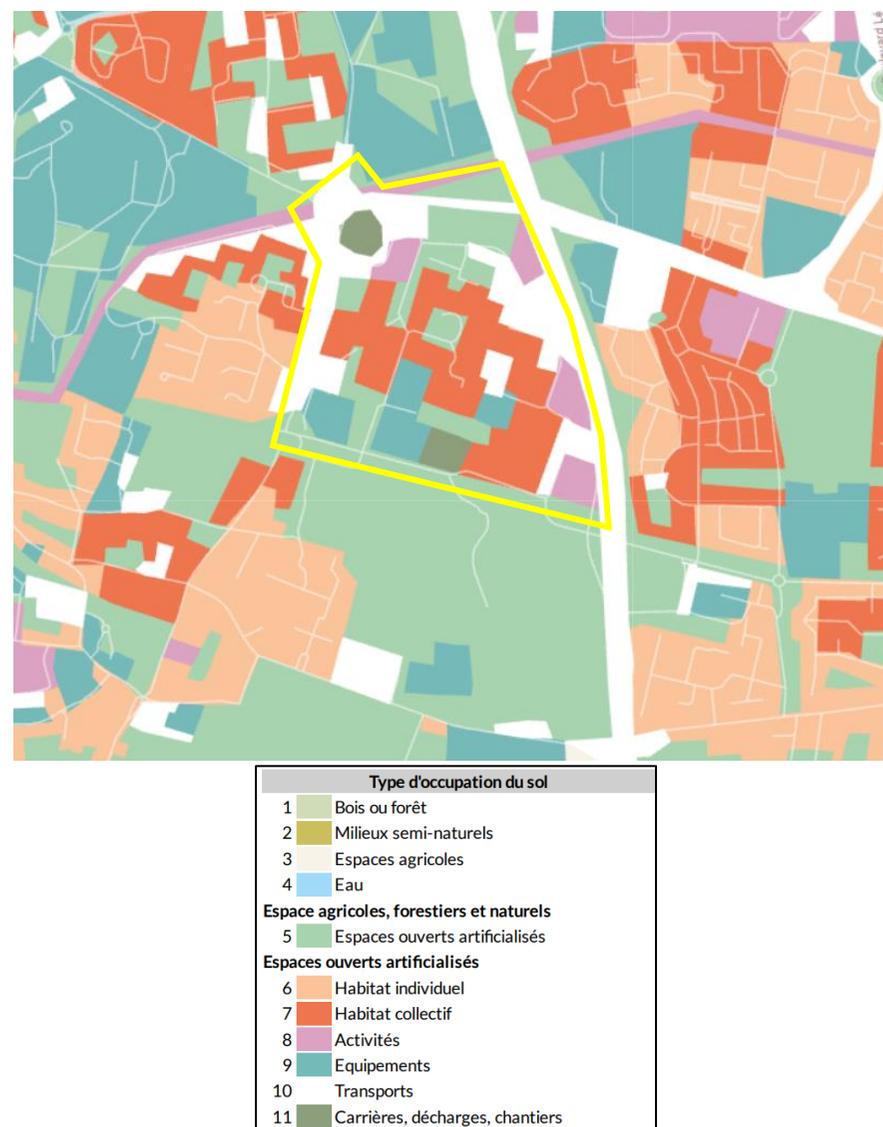


Figure 9 : Occupation du sol en 2021 dans et autour de la zone projet (source : l'Institut Paris Région)

6.2 Identification des sites sensibles

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

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

Plusieurs sites sensibles ont été répertoriés dans la zone d'étude ou à proximité. Ils sont indiqués dans la carte et le tableau suivants.

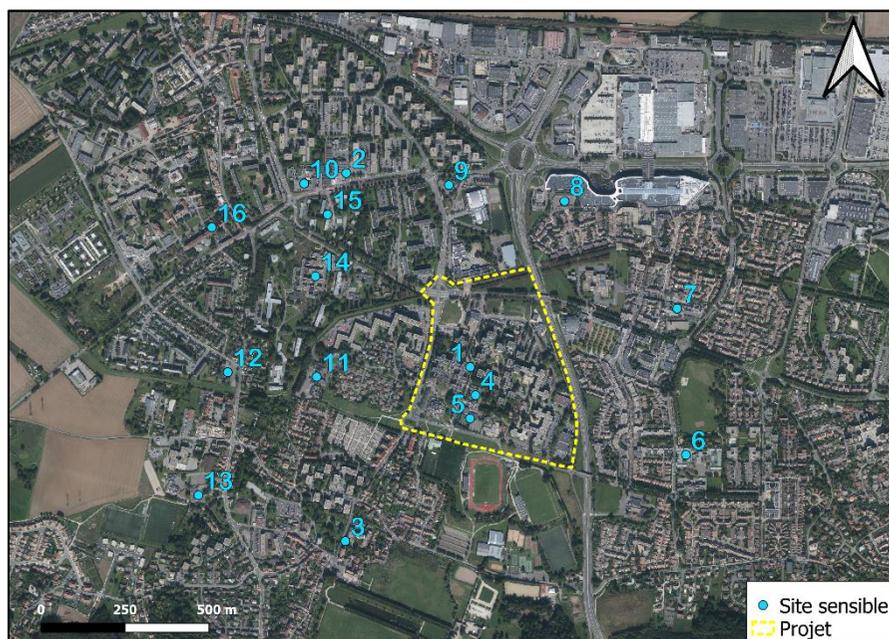


Figure 10 : Sites sensibles (source : Géoportail)

Type	N°	Nom	Adresse
Crèche	1	Multi-accueil Les Petits Bouts	3 rue Maximilien Robespierre
Crèche	2	Multi-accueil La Ribambelle	3 rue des Francs Sablons
Crèche	3	Bergamote - La Maison Bleue	8 rue Jules Verne
École maternelle	4	École maternelle Danièle Casanova	1 rue Maximilien Robespierre
École élémentaire	5	École élémentaire Pierre Brossolette	Rue Maximilien Robespierre
Groupe scolaire	6	Groupe scolaire Mozart	72 boulevard Léon Blum
Groupe scolaire	7	Groupe scolaire Jacques Prévert	2 Rue Marcel Pagnol
Ecole élémentaire	8	Ecole élémentaire Gérard Philipe	566 rue Pierre Mendès France
École maternelle	9	École maternelle Petit Bontemps	Avenue de Geesthacht
Groupe scolaire	10	Groupe scolaire Jean de La Fontaine	1 rue de Saint-Germain
Groupe scolaire	11	École maternelle Anna de Noailles et école Élémentaire François Rabelais	1 et 3 rue des Petits Bois
École maternelle	12	École maternelle Marc Laurent	1 rue du Poitou
Groupe scolaire	13	École maternelle Jules Verne et école élémentaire Henri-Alain Fournier	86 et 158 chemin des Ruelles
Santé	14	Centre hospitalier de Plaisir - site Marc Laurent	30 avenue Marc Laurent
Santé	15	Centre Médico-Psychologique La Pommeraie	
Santé	16	Centre hospitalier de Plaisir - site Mansart	220 rue Mansart

Tableau 7 : Liste des sites sensibles à proximité et dans la zone d'étude (source : Géoportail)

6.3 Analyse de la population - données INSEE

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

Les données ci-dessous proviennent toutes de l'INSEE pour la commune de Plaisir.

6.3.1 Évolution et structure de la population

Les recensements réalisés sur la période 1968-1999 montrent une augmentation de la population pour la commune de Plaisir. Entre 1999 et 2018 la population reste relativement stable autour de 31 000 habitants.

Année	1968	1975	1982	1990	1999	2008	2013	2019
Population	6 869	21 259	22 593	25 877	31 045	30 773	31 342	30 950

Tableau 8 : Évolution de la population depuis 1968 (source : INSEE)

La figure suivante illustre l'évolution de la population de la commune de Plaisir :

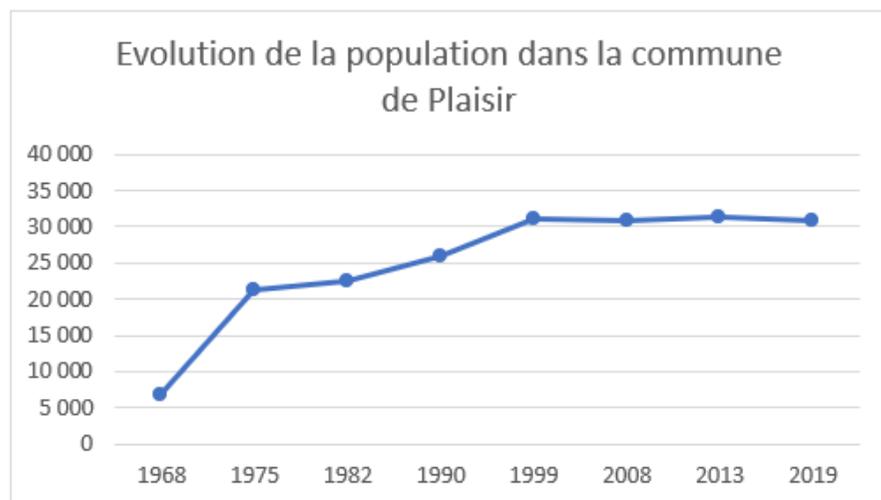


Figure 11 : Evolution de la population depuis 1968 à Plaisir (source : INSEE)

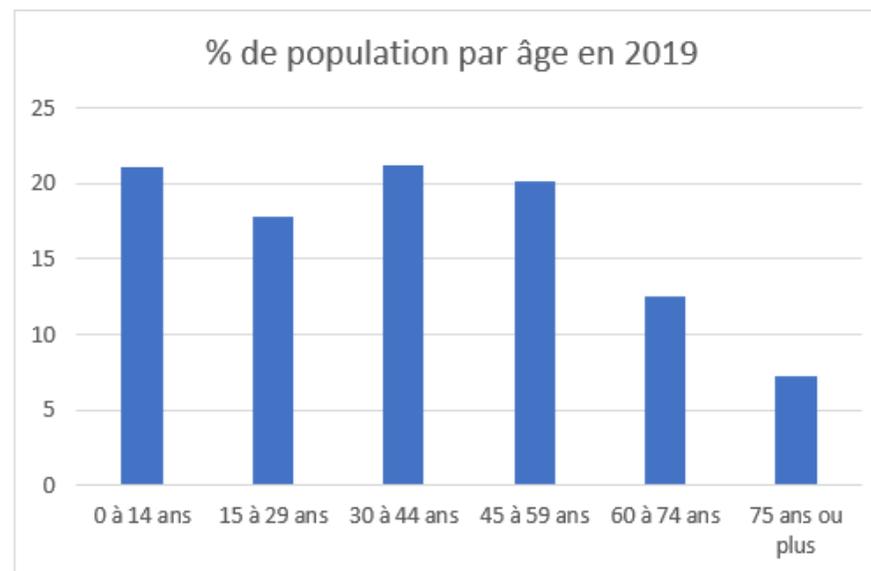


Figure 12 : Population par âge en 2019 à Plaisir (source : INSEE)

Dans la commune de Plaisir en 2019, les tranches d'âge des 0 à 14 ans, des 30 à 44 ans et des 45 à 59 ans sont les plus importantes, elles représentent chacune près de 20 % de la population.

Les personnes figurant parmi les tranches d'âge les plus sensibles appartiennent à la tranche d'âge des 0 à 14 ans (21,1% de la population de Plaisir en 2019) et des 60 ans ou plus (19,8% de la population).

Ces chiffres montrent que la population de Plaisir est composée d'une part non négligeable (40,9%) de personnes potentiellement sensibles à la qualité de l'air.

6.3.2 Emploi et population active

Le tableau et les figures ci-après indiquent la répartition de la population de 15 à 64 ans ou plus par type d'activité en 2019 à Plaisir.

Population de 15 à 64 ans	19 90
Actifs en %	78,5
Actifs ayant un emploi en %	70,1
Chômeurs en %	8,4
Inactifs en %	21,5
Élèves, étudiants et stagiaires non rémunérés en %	10,7
Retraités ou préretraités en %	4,8
Autres inactifs en %	6,1

Tableau 9 : Population de 15 à 64 ans par type d'activité en 2019 à Plaisir (source : INSEE)

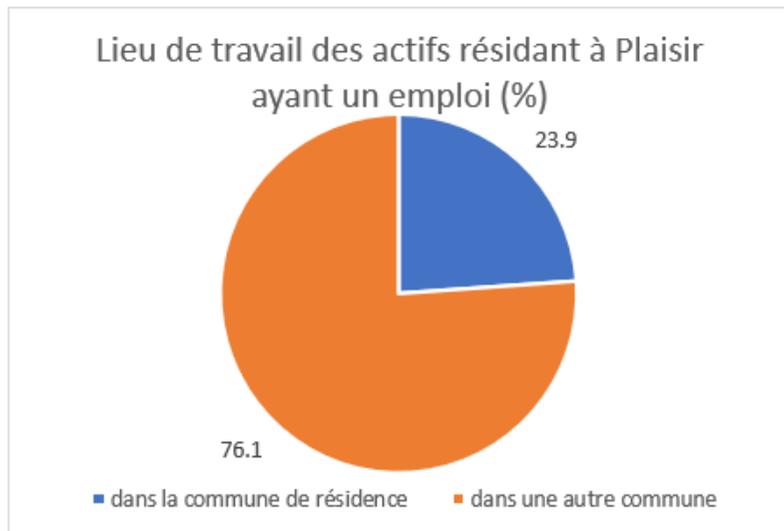


Figure 13 : Lieu de travail des actifs résidant à Plaisir en 2019 (source : INSEE)

6.3.3 Logements

Les logements dans la commune de Plaisir sont majoritairement des résidences principales (94%).

L'ancienneté moyenne d'emménagement à Plaisir en 2019 est de 10 ans pour les locataires et de 16,4 ans pour les propriétaires.

6.4 Synthèse

Le domaine d'étude se compose principalement d'habitats collectifs, d'espaces naturels ouverts artificialisés, d'infrastructures de transport, d'espaces d'activités et d'équipements.

Seize sites sensibles sont répertoriés proches de la zone d'étude dont trois se situent dans la zone du projet.

Au regard des statistiques de l'INSEE en 2019, environ 40 % de la population de Plaisir est dans les tranches d'âge les plus sensibles à la pollution atmosphérique (les moins de 14 ans et les plus de 60 ans).

Les habitants ont emménagé en moyenne entre 10 et 16,4 ans et plus de 76% des actifs ayant un emploi ne travaillent pas sur leur commune de résidence, ce qui les expose moins à la pollution émise localement.

7 DONNEES EXISTANTES SUR LA QUALITE DE L’AIR

7.1 Mesures des stations permanentes Airparif

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

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

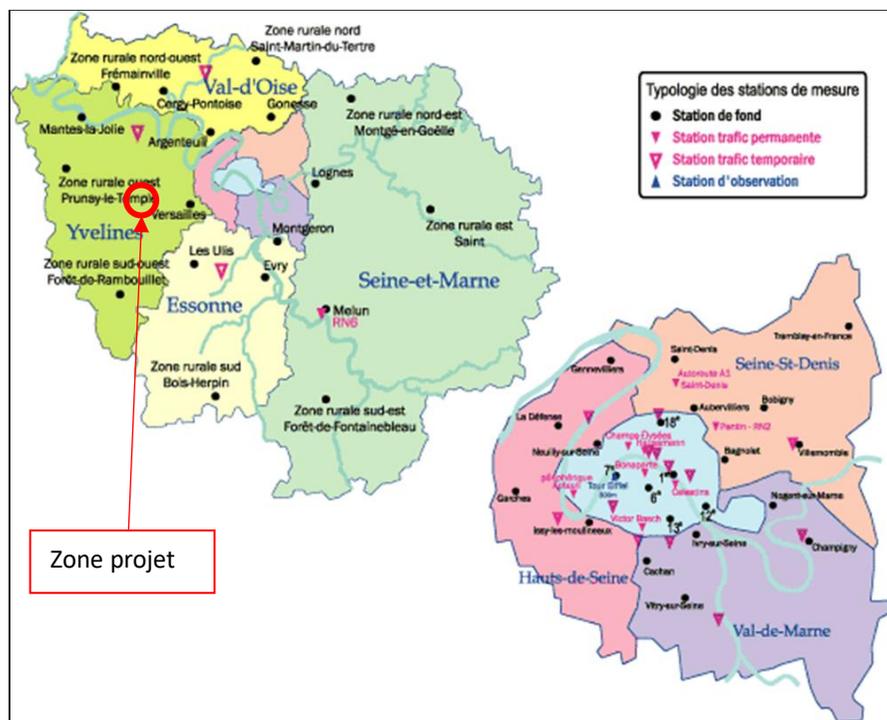


Figure 14 : Carte des stations Airparif (source : Airparif)

7.1 Réseau de surveillance

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

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

La station de mesures Airparif la plus proche de la zone d’étude est celle de Versailles, la seconde station est celle de Rambouillet.

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

Voici leurs caractéristiques :

<p>Station de Versailles Type : station de fond Adresse : 8 rue de Limoges 78000 VERSAILLES Distance au projet : 13 km Polluants mesurés : NO, NO₂, NO_x, O₃</p>	<p>Station de Rambouillet Type : station de fond Adresse : 5 rue de l’Etang d’Or 78120 RAMBOUILLET Distance au projet : 23 km Polluants mesurés : PM₁₀, PM_{2,5}, O₃</p>
--	--

Les résultats présentés ci-après sont issus des stations et des études Airparif, notamment le bilan de la qualité de l’air en 2021 (édité en avril 2022).

Pour les autres polluants non mesurés à ces deux stations, nous présenterons les résultats des concentrations moyennes pour les stations les plus proches du rapport annuel d’Airparif.

7.2 Résultats des mesures AIRPARIF

7.2.1 Dioxyde d'azote (NO₂)

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

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

Le dioxyde d'azote est un polluant indicateur des activités de transport, notamment le trafic routier. Il est en effet directement émis par les sources motorisées de transport, et dans une moindre mesure par le chauffage résidentiel.

À l'échelle de l'intercommunalité de Saint-Quentin-en-Yvelines, ce secteur du trafic routier représente 68% des émissions totales de NO_x en 2019.

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

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

Valeurs réglementaires NO ₂ (µg/m ³)			Concentration moyenne annuelle en 2020 (µg/m ³)	Concentration moyenne annuelle en 2021 (µg/m ³)
Type de norme	Grandeurs caractéristiques	Valeur de la norme	Station de Versailles	
Objectif de qualité	Moyenne annuelle	40	14,6	17,0
Valeur limite	Moyenne annuelle	40		

Tableau 10 : Concentration de NO₂ mesurée à Versailles en 2020 et 2021 (source : Airparif)

La concentration de dioxyde d'azote relevée à la station de Versailles est inférieure à la valeur limite et également à l'objectif de qualité tous deux fixés à 40 µg/m³ pour les années 2020 et 2021.

La carte ci-après présente la concentration moyenne annuelle du NO₂ en Ile-de-France et dans le secteur d'étude.

Airparif précise dans le bilan 2021 une importante baisse des concentrations en NO₂, tant en situation de fond qu'à proximité du trafic routier. Cette diminution est due à la baisse tendancielle des niveaux et des conditions météorologiques particulièrement favorables à la dispersion des polluants en hiver. Les niveaux de fond en NO₂ montrent une tendance à la baisse depuis des années 2000. Cette baisse s'explique par les améliorations technologiques sur les différentes sources d'émissions.

D'après les cartes ci-après, la valeur limite est dépassée le long de plusieurs axes routiers à fort trafic en Ile-de-France. Le trafic automobile étant une source majoritaire de pollution en NO₂.

Au niveau de la zone d'étude, il n'y a pas de dépassement de la valeur limite pour le NO₂. La concentration dans la zone d'étude est comprise entre 11 et 16 µg/m³ en moyenne annuelle en 2021. La pollution provient principalement de la RD30, c'est pourquoi les niveaux de NO₂ sont plus élevés sur la partie Est du projet.

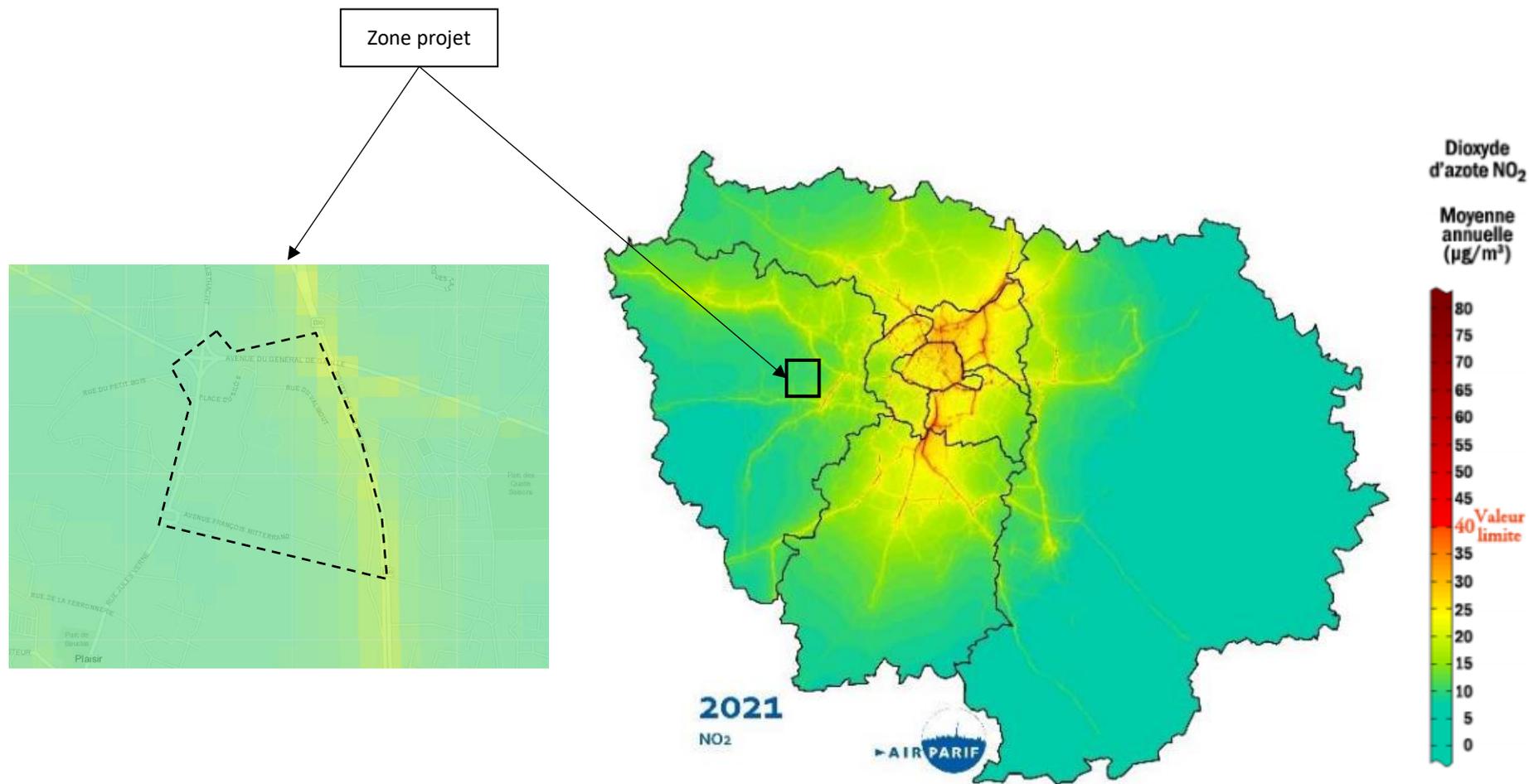


Figure 15 : Concentration moyenne annuelle de dioxyde d'azote (NO₂) en 2021 dans en Ile-de-France et sur la zone d'étude (source : Airparif)

7.2.2 Particules fines PM10 et PM2,5

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

En Ile-de-France, les principaux secteurs d'émissions des particules PM10 (particules de diamètre inférieur à 10µm) et des particules PM2,5 (particules de diamètre inférieur à 2,5µm) sont les secteurs du résidentiel, du transport routier et des chantiers.

Dans le communiqué de presse cité plus haut, Airparif estime que les concentrations des PM10 et PM2,5 confirment une tendance à la baisse en Île-de-France depuis 10 ans de près de 40%.

7.2.2.1 Particules PM10

La station de Rambouillet mesure les particules les résultats sont les suivants :

Valeurs réglementaires (µg/m ³)			Concentration moyenne annuelle en 2020 (µg/m ³)	Concentration moyenne annuelle en 2021 (µg/m ³)
Type de norme	Grandeurs caractéristiques	Valeur de la norme	Station de Rambouillet	
Valeur limite	Moyenne annuelle	40	14,0	15,0
Objectif de qualité	Moyenne annuelle	30		

Tableau 11 : Concentration de PM10 mesurée à Rambouillet en 2020 et 2021 (source : Airparif)

Les valeurs réglementaires sont respectées en 2020 et 2021 à la station de Rambouillet.

La carte page suivante présente la concentration moyenne annuelle des PM10 en 2021 en Ile-de-France et au niveau de la zone d'étude.

D'après les cartes, il n'y a pas de dépassement des valeurs limites pour les PM10 en 2021 en Ile-de-France.

Sur la zone d'étude, il n'y a pas de dépassement de la valeur limite (40 µg/m³) ni de l'objectif de qualité (30 µg/m³) pour les PM10. La concentration moyenne dans la zone d'étude en 2021 pour les PM10 est comprise entre 15 et 16 µg/m³. Les concentrations les plus élevées se trouvent sur la partie Est de la zone le long de la RD30.

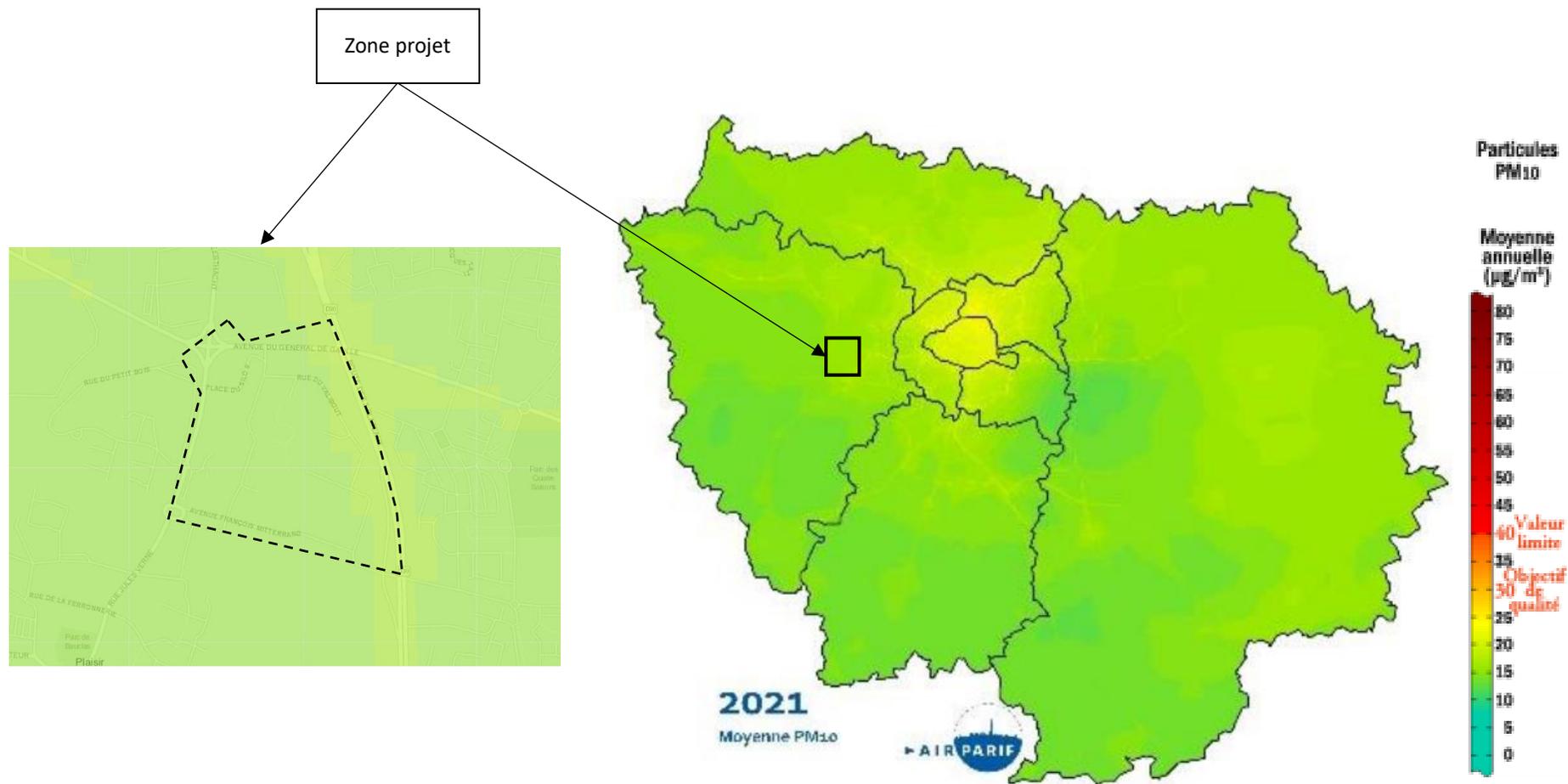


Figure 16 : Concentration moyenne annuelle des PM10 en Ile-de-France et au niveau de la zone d'étude en 2021 (source : Airparif)

7.2.2.2 Particules PM2,5

La station de Rambouillet mesure ce polluant, les résultats sont les suivants :

Valeurs réglementaires (µg/m3)			Concentration moyenne annuelle en 2020 (µg/m ³)	Concentration moyenne annuelle en 2021 (µg/m ³)
Type de norme	Grandeurs caractéristiques	Valeur de la norme	Station de Rambouillet	
Valeur limite	Moyenne annuelle	25	7,5	9,0
Objectif de qualité	Moyenne annuelle	10		

Tableau 12 : Concentration de PM2,5 mesurée à Rambouillet en 2020 et 2021 (source : Airparif)

La valeur limite et l'objectif de qualité ont été respectés pour les années 2020 et 2021 pour les PM2,5 à la station de Rambouillet.

La carte page suivante présente la concentration moyenne annuelle des PM2,5 en 2021 en Ile-de-France et au niveau de la zone d'étude.

D'après les cartes, il n'y a pas de dépassement de l'objectif de qualité pour les PM2,5 en Ile-de-France en 2021. L'objectif de qualité est plus fréquemment dépassé notamment en petite couronne.

Sur la zone d'étude, il n'y a pas de dépassement de la valeur limite (25 µg/m³) ni de l'objectif de qualité (10 µg/m³) pour les PM2,5 en 2021. La concentration en moyenne annuelle sur la zone d'étude est de 9 µg/m³ environ en 2021.

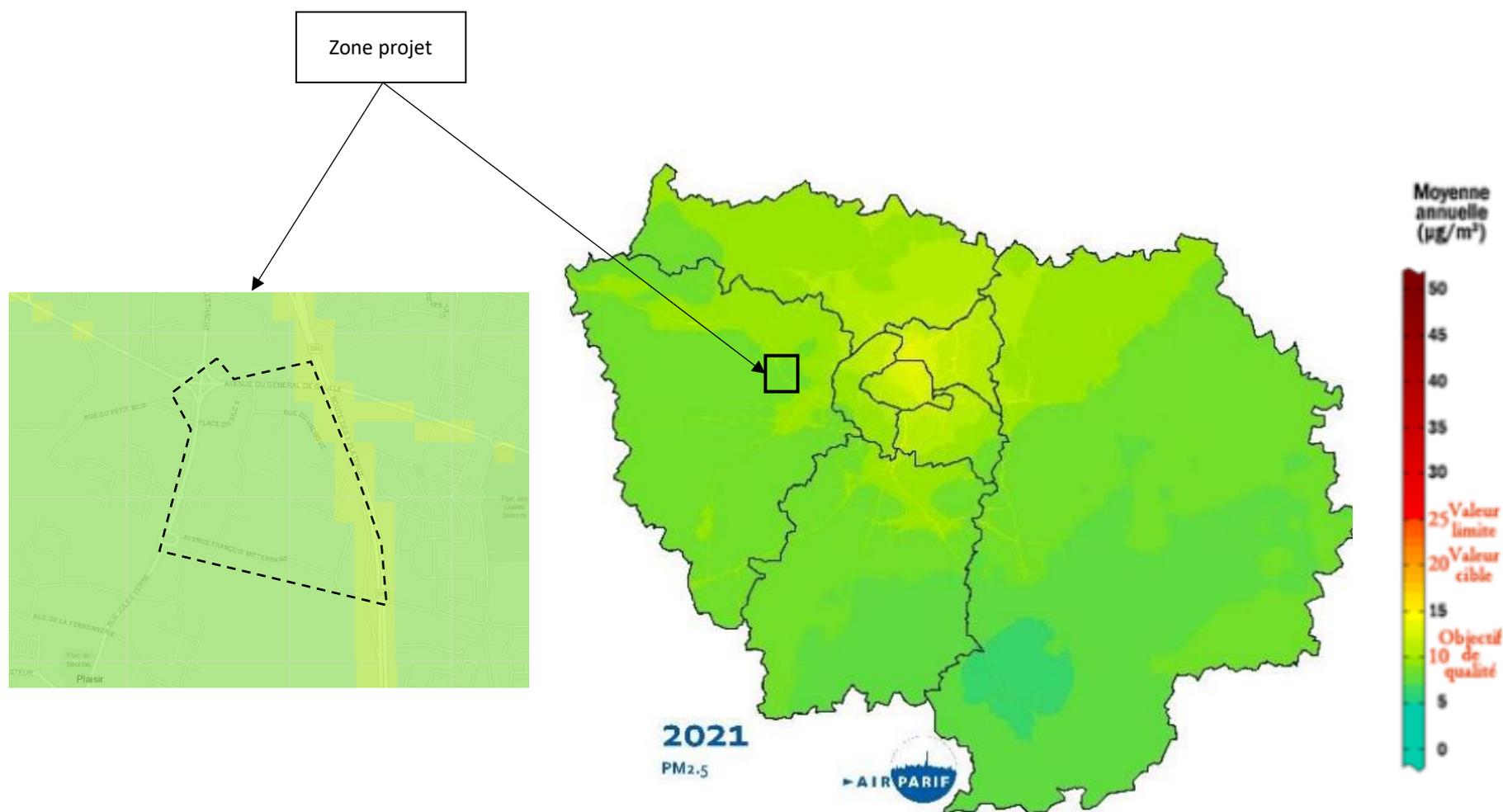


Figure 17 : Concentration moyenne annuelle des PM_{2.5} en Ile-de-France et au niveau de la zone d'étude en 2021 (source : Airparif)

7.2.3 Ozone (O₃)

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

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

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

Réglementation Française	Critère	Station de Versailles		Station de Rambouillet	
		2020	2021	2020	2021
Valeur cible pour la santé (25 j en moyenne sur 3 ans)	Nombre de jours avec 8heures > 120 µg/m ³ sur 3 ans	12	6	27	18

Tableau 13 : Nombre de jours de dépassement des valeurs réglementaires de l’ozone aux stations de Versailles et Rambouillet en 2020 et 2021 (source : Airparif)

La valeur cible pour la santé est respectée pour les stations de Versailles pour des années 2020 et 2021 et de Rambouillet en 2021. La valeur cible est dépassée à la station de Rambouillet en 2020.

La carte page suivante présente le nombre de jours de dépassement de la valeur cible pour la santé pour la période 2019-2021 en Ile-de-France et au niveau de la zone d’étude.

D’après la carte, la valeur cible (fixée à 25 jours de dépassement de la concentration moyenne sur 8 heures supérieure à 120 µg/m³ sur 3 ans) est respectée sur la région francilienne. La partie Est de l’Ile-de-France est moins exposée à l’ozone que le reste de la région.

La valeur cible n’est pas dépassée au niveau de la zone d’étude pour la période 2019-2021 avec environ 13 jours de dépassements.

Cependant, sur la zone d’étude, il est observé sur l’année 2020, 6 jours de dépassement de l’objectif de qualité fixé à 0 jour.

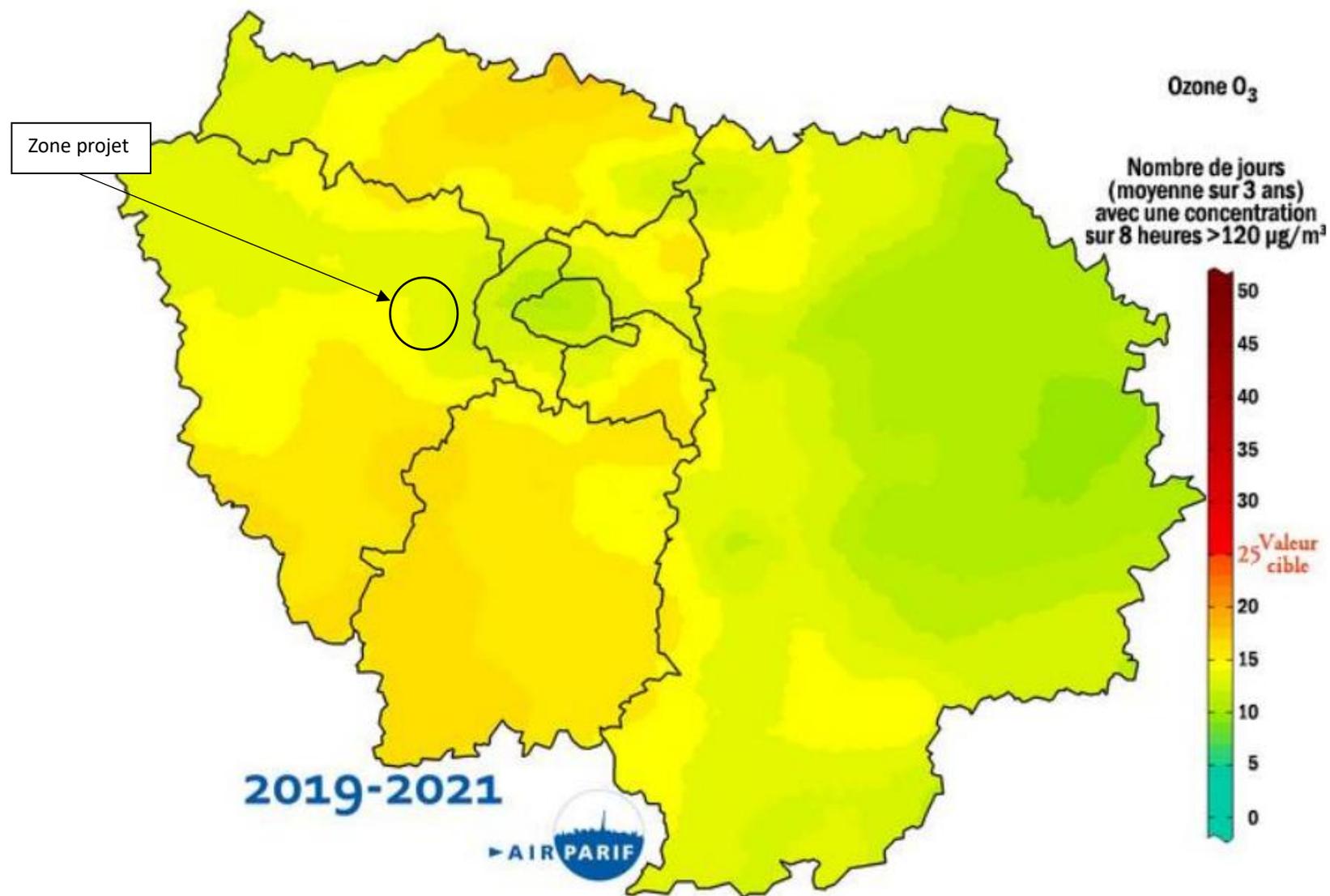


Figure 18 : Situation de l'Île-de-France au regard de la valeur cible en ozone pour la santé (seuil de 120 µg/m³ sur 8 heures) – période 2019-2021 (source : Airparif)

7.2.4 Benzène (C₆H₆)

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

Les stations de Versailles et de Rambouillet ne mesurent pas l'ozone. La station la plus proche du projet qui mesure ce polluant est celle de Gennevilliers. En 2021, la concentration moyenne annuelle relevée sur cette station est de **0,7 µg/m³**.

La détermination de la concentration sur la zone d'étude est donc effectuée sur la carte réalisée par Arparif pour l'année 2020 (voir page suivante).

D'après la carte, aucun dépassement des seuils réglementaires n'est observé en Ile-de-France.

La concentration moyenne sur la zone d'étude est de 1 µg/m³, la valeur limite (5 µg/m³) et l'objectif de qualité (2 µg/m³) sont donc respectés.

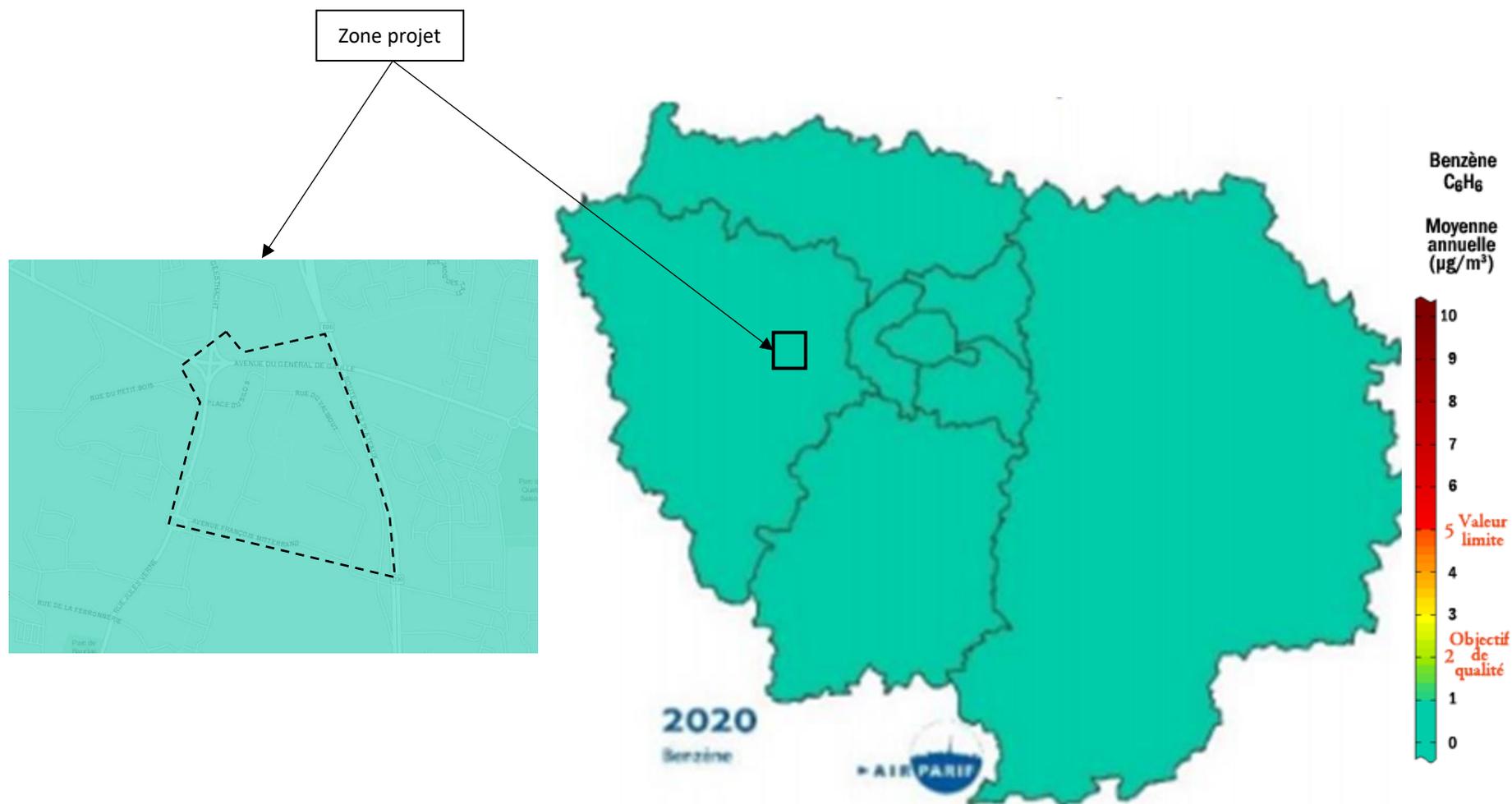


Figure 19 : Concentration moyenne annuelle de benzène en Ile-de-France et au niveau de la zone d'étude en 2020 (source : Airparif)

7.2.5 Hydrocarbures Aromatiques Monocycliques (HAM)

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

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

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

Les stations de Versailles et de Rambouillet ne mesurent pas les HAM. La station la plus proche du projet qui mesure ces polluants est celle de Gennevilliers. Dans le tableau ci-dessous, les concentrations moyennes de cette station sont présentées.

Concentrations moyennes des HAM mesurées à la station de Gennevilliers en 2021 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
Benzène	Toluène	Ethylbenzène	m+p xylène	o-xylène
0,7	1,8	0,3	0,9	0,4

Tableau 14 : Concentrations moyennes des HAM mesurées à la station de Gennevilliers en 2021 (source : Airparif)

7.2.6 Benzo[a]pyrène (BaP)

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

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

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

Les stations de Versailles et de Rambouillet ne mesurent pas le benzo[a]pyrène (BaP). Seules les stations de fond de Paris 1^{er} Les Halles, du Boulevard Périphérique Est et de Pommeuse, mesurent le BaP.

La station mesurant le BaP la plus proche du secteur étudié est celle de Paris 1^{er}, qui est située à 29 km de la zone d'étude. La concentration de BaP relevée sur cette station en 2021 est de **0,09 ng/m^3** (nanogramme par mètre cube). Cette concentration est inférieure à la valeur cible fixée à 1 ng/m^3 .

7.2.7 Métaux : plomb, arsenic, cadmium et nickel

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

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

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

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

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

En Ile-de-France une seule station de fond mesure les métaux, c'est celle de Paris 18^{ème}. Les concentrations moyennes annuelles en 2021 sont :

Plomb : 0,0047 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (valeur limite annuelle : 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, objectif de qualité : 0,25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Arsenic : 0,26 ng/m^3 (valeur cible : 6 ng/m^3)

Cadmium : 0,10 ng/m^3 (valeur cible : 5 ng/m^3)

Nickel : 0,90 ng/m³ (valeur cible : 20 ng/m³)

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

7.2.8 Monoxyde de carbone (CO)

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

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

En Île-de-France, la concentration moyenne 3 ans sur la période 2019-2021 en station de fond est de **210 µg/m³**.

7.2.9 Dioxyde de soufre (SO₂)

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

La concentration en moyenne annuelle de SO₂ en Ile-de-France est inférieure à la limite de détection des capteurs, la concentration est donc très faible (< 2 µg/m³) et très largement inférieure à l'objectif de qualité (50 µg/m³ en moyenne annuelle).

7.2.10 Aldéhydes

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

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

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

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

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

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

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

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

Le formaldéhyde et l'acétaldéhyde sont mesurés, par Airparif, depuis le 1er janvier 2014 par tubes passifs sur quatre sites : deux sites de fond situés à « Paris 1^{er} Les

halles » et Vitry sur Seine et deux sites trafic situés « Boulevard Périphérique Est » et Place Victor Basch.

Les concentrations relevées sur les stations de fond sont données dans le tableau ci-après.

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

Station	Concentrations moyennes annuelles mesurées sur la station de fond en 2021 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	Formaldéhyde	Acétaldéhyde
Paris 1 ^{er} Les halles	1,7	1,6
Vitry sur Seine	1,5	1,4

Tableau 15 : Concentrations moyennes de formaldéhyde et d’acétaldéhyde mesurées aux stations de fond en 2021 (source : Airparif)

7.3 Synthèse

Les données d’Airparif pour les années 2020 et 2021, bien que ces années soient des années hors norme en raison de la crise sanitaire, montrent que les valeurs réglementaires sont respectées aux stations de Versailles pour le NO_2 et Rambouillet pour les PM_{10} et les $\text{PM}_{2.5}$.

Seul l’objectif de qualité pour l’ozone est dépassé en 2021 pour ces deux stations et en 2020 pour la station de Versailles. La valeur cible pour la santé de l’ozone est dépassée à la station de Rambouillet en 2020.

De plus, les cartes issues de modélisations réalisées par Airparif pour les concentrations en moyenne annuelle des polluants en 2021 ne mettent pas en évidence des dépassements des valeurs réglementaires des différents polluants (NO_2 , PM_{10} , $\text{PM}_{2.5}$, benzène) hormis pour l’ozone.

Les autres polluants (HAM, BaP, métaux, CO , SO_2 , COV) mesurés par des stations de fond, au cœur de Paris, ne mettent pas en évidence des dépassements des valeurs réglementaires ou des valeurs élevées pour l’année 2021.

Les teneurs en polluants les plus élevées se situent sur la partie Est de la zone projet qui longe la RD30.

7.4 Indice de la qualité de l’air

Pour qualifier de manière compréhensible pour le grand public, les réseaux de surveillance ont développé l’indice ATMO qui exprime la qualité de l’air dans les agglomérations françaises à partir de la mesure de 4 polluants : dioxyde de soufre, dioxyde d’azote, ozone et les particules en suspension (PM_{10}). Son calcul est obligatoire pour toutes des agglomérations de plus de 100 000 habitants.

L’indice ATMO représente la qualité de l’air globale respirée à l’échelle de l’agglomération : les situations particulières dans un quartier ou une rue ne peuvent y apparaître.

Etude air et santé – PRU du quartier Valibout à Plaisir (78)

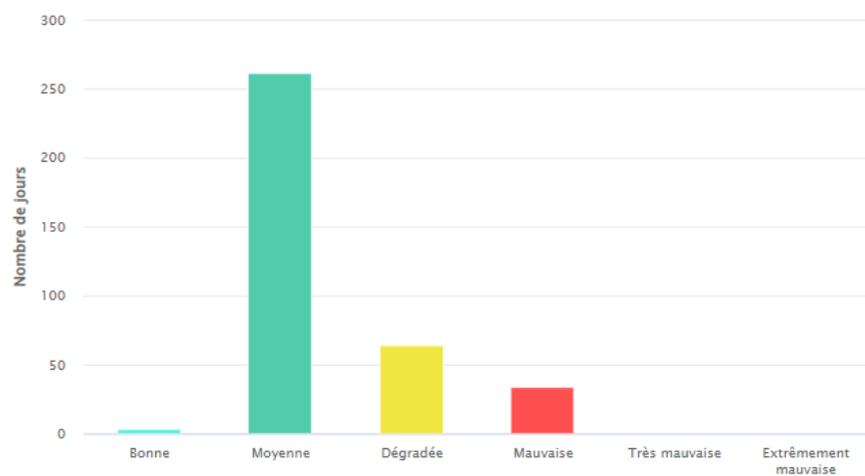


Figure 20 : Distribution des indices de qualité de l'air au cours de l'année 2022 à Plaisir (source : Airparif)

L'indice ATMO calculé pour la commune de Plaisir en 2022 indique une qualité de l'air moyenne durant 72% de l'année.

8 CAMPAGNE DE MESURES

Pour compléter le diagnostic bibliographique de la qualité de l'air, une campagne de mesure par tubes passifs a été réalisée du 1 au 15 septembre 2021.

Les concentrations de dioxyde d'azote et de PM10 sont relevées sur 5 sites. La localisation des sites est illustrée sur la carte suivante, leur placement est expliqué ci-dessous :

- Point 1 : mesure pour qualifier l'air en frange Est-proximité RD30
- Point 2 : mesure pour qualifier l'air en frange Nord
- Point 3 : mesure pour qualifier l'air en frange Ouest
- Point 4 : mesure pour qualifier l'air en frange Sud
- Point 5 : mesure de la pollution de fond loin de toutes sources de pollution caractérisées

Les polluants mesurés, dioxyde d'azote et PM10, sont de bons indicateurs de la pollution automobile. Les concentrations des polluants sont mesurées à l'aide d'échantillonneurs passifs (ou tubes à diffusion passive) exposés sur une période de deux semaines.

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



Figure 21 : Dispositif de la campagne de mesures de la qualité de l'air (source : IRIS conseil)

Le dispositif est constitué de 5 sites de mesures dans et autour du périmètre projet pour évaluer les concentrations de la zone d'étude.

8.1 Matériels et méthodes

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

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

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

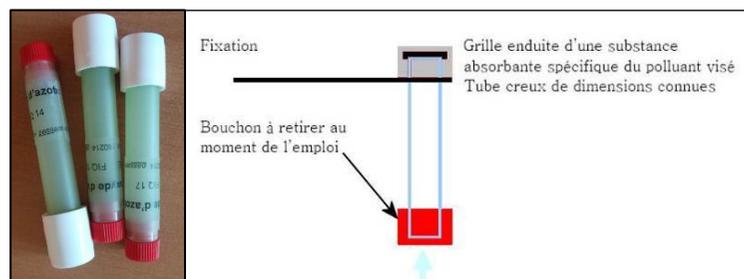


Figure 22 : Tubes passifs à dioxyde d'azote (NO₂)

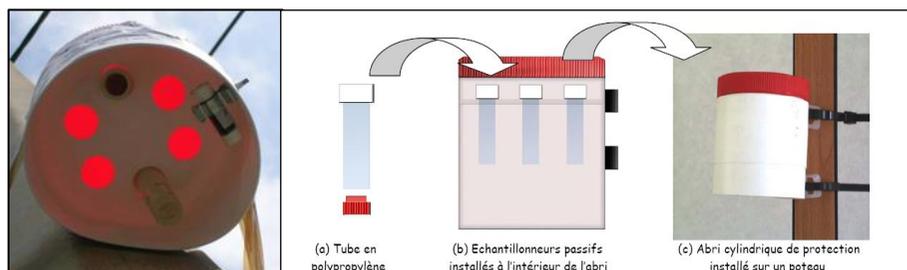


Figure 23 : Disposition des tubes passifs dans le boîtier anti-intempérie

8.1.2 Capteurs PM₁₀

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

La surface de prélèvement est ensuite analysée au microscope optique.

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

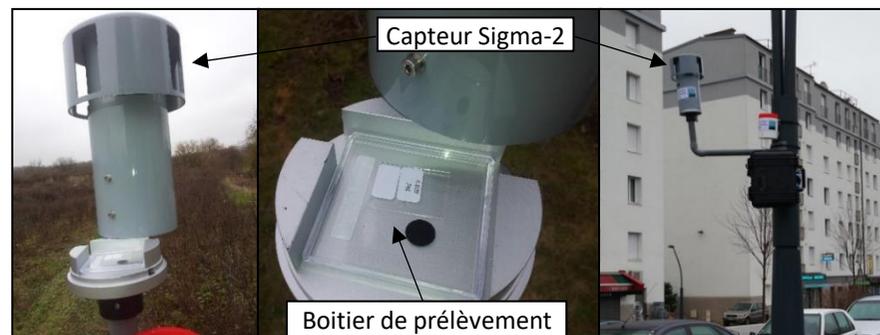


Figure 24 : Capteur Sigma-2 pour la mesure des PM₁₀

8.2 Conditions météorologiques

La campagne a été réalisée du 1 au 15 septembre 2021, les conditions météorologiques observées durant cette période sur la station Météo France de Trappes sont données dans le tableau suivant :

Date	Hauteur de précipitation/jour (mm)	Température moyenne (°C)	Vitesse du vent (m/s)	Direction du vent (°N)
01/09/2021	0,0	16,7	6,3	60
02/09/2021	0,0	17,7	6,2	60
03/09/2021	0,0	20,2	4,2	60
04/09/2021	17,5	20,8	6,7	260
05/09/2021	0,0	21,9	3,0	100
06/09/2021	0,0	21,9	3,8	70
07/09/2021	0,0	22,4	6,1	80
08/09/2021	0,4	22,7	3,9	110
09/09/2021	0,0	20,9	6,3	240
10/09/2021	1,8	19,3	4,7	220
11/09/2021	0,0	16,4	4,1	280
12/09/2021	0,0	15,8	3,4	310
13/09/2021	1,6	19,0	4,8	60
14/09/2021	25,7	19,9	4,5	140
15/09/2021	3,7	18,5	3,7	30
15/09/2021	0,0	16,2	3,4	60
Moyenne de la campagne	3,2	19,4	4,7	133,8
Moyenne de septembre	1,7	15,8	/	/
Moyenne annuelle	1,9	11,2	/	/

Tableau 16 : Conditions météorologiques observées à la station Météo France de Trappes (source : Météo France)

La température moyenne durant la période de mesure (19,4 °C) est plus élevée que la normale annuelle et que la normale du mois de septembre. La hauteur des précipitations est également un peu plus élevée que les normales.

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

Le tableau et le graphique ci-dessous présentent les résultats des concentrations de NO₂ relevées. Les résultats sont comparés à titre indicatifs, car ils ne représentent pas une année entière, aux valeurs réglementaires : l'objectif de qualité et la valeur limite fixés tous les deux à 40 µg/m³.

La validité des mesures est assurée car les écarts standards calculés pour chaque point de mesure sont inférieurs à l'incertitude élargie renseignée par le constructeur soit 23,4 %.

N° du site	Durée d'échantillonnage (en h)	Concentration (en µg/m ³)			Ecart standard (%)
		Tube 1	Tube 2	Moyenne des 2 tubes	
1	359,4	24,4	25,5	24,9	3,1
2	359,4	24,3	24,8	24,5	1,4
3	358,8	20,7	19,8	20,3	3,0
4	358,5	20,5	20,2	20,3	0,8
5	359,2	12,4	12,3	12,4	0,7

Tableau 17 : Concentrations de dioxyde d'azote mesurées (source : IRIS conseil)

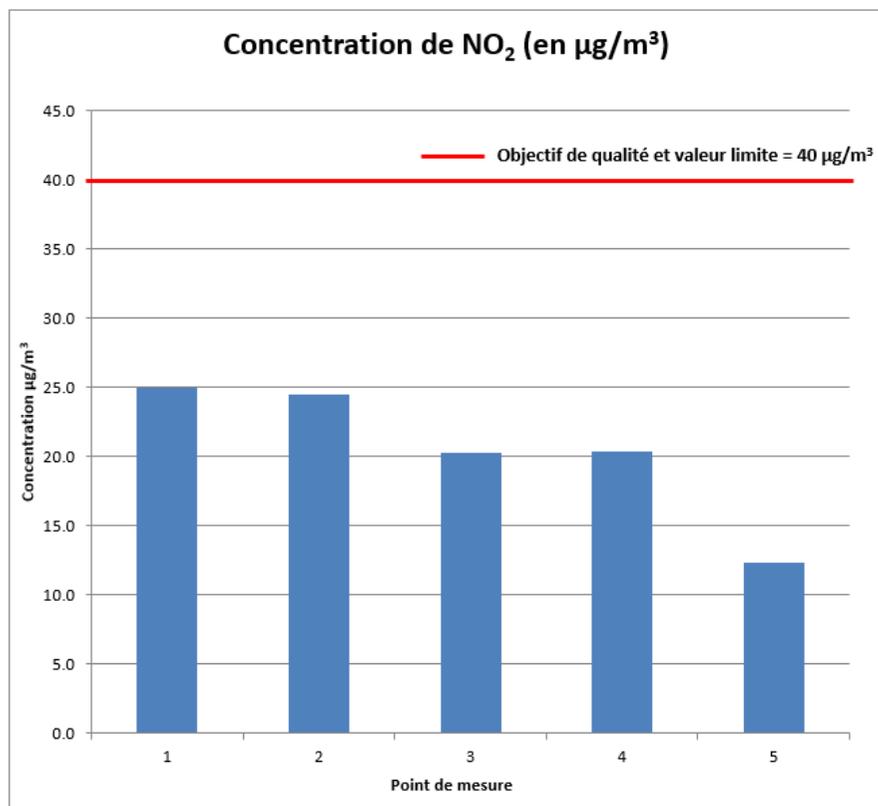


Figure 25 : Concentrations de dioxyde d'azote mesurées (source : IRIS conseil)

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

Les teneurs de NO₂ les moins élevés se situent au point 5, ce qui est cohérent avec la typologie de ce point puisque c'est un point de fond qui n'est pas influencé par une source d'émission proche et notamment d'axes routiers.

La partie Ouest de la zone projet semble exposée à des valeurs plus faibles en NO₂ comparée à la partie Est proche de la RD30.

8.4 Résultats des mesures des PM10

Le tableau et le graphique ci-dessous présentent les résultats des concentrations des PM10 relevées. Les résultats sont comparés à titre indicatifs, car ils ne représentent pas une année entière, aux valeurs réglementaires : l'objectif de qualité fixé à 30 µg/m³, et la valeur limite fixée à 40 µg/m³.

N° du site	Durée d'échantillonnage (en h)	Concentration (en µg/m³)
1	359,4	23,6
2	359,4	26,5
3	358,8	24,5
4	358,5	24,4
5	359,2	33,2

Tableau 18 : Concentrations en PM10 observées sur le site (source : IRIS conseil)

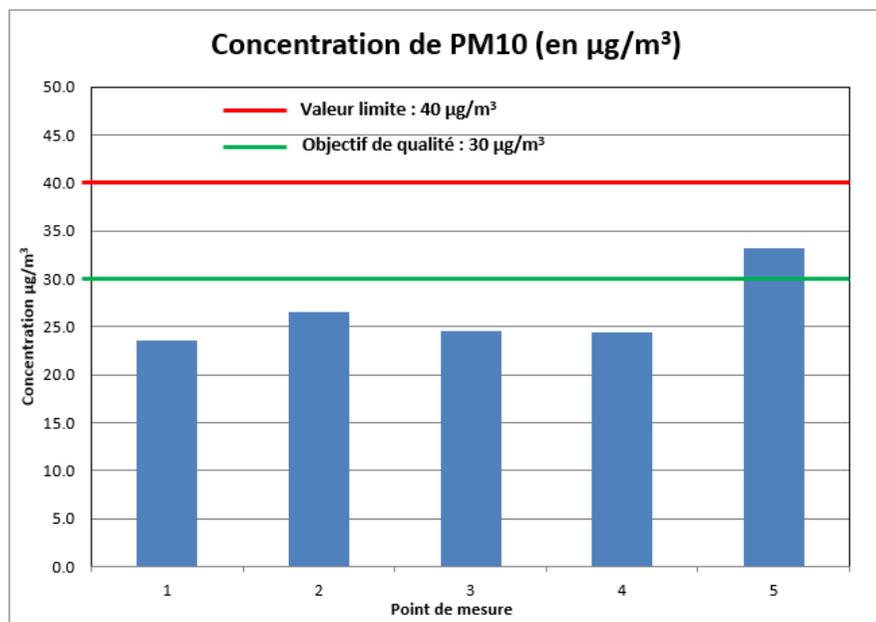


Figure 26 : Concentrations en PM10 observées sur le site (source : IRIS conseil)

Les concentrations en PM10 sont toutes inférieures à la valeur limite de 40 µg/m³ et à l'objectif de qualité de 30 µg/m³ sauf pour le point n°5 qui dépasse les 30 µg/m³.

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

8.5 Conclusion

La campagne de mesure réalisée du 1 au 15 septembre 2021 pour le NO₂ et les PM10 était constituée de cinq points de mesure disposés de manière à caractériser la zone projet.

Les concentrations relevées pour le NO₂ sont comprises entre 12,4 et 24,9 µg/m³, ces concentrations sont inférieures aux valeurs réglementaires définies pour des moyennes annuelles.

Les concentrations relevées pour les PM10 sont comprises entre 23,6 et 33,2 µg/m³, ces concentrations sont inférieures à la valeur limite définie pour des moyennes annuelles. Cependant un point de mesure, très éloigné de la zone projet dépasse l'objectif de qualité défini en moyenne annuelle également.

Au regard des résultats, la qualité de l'air au sein de la zone d'étude est relativement bonne.



Figure 27 : Résultats de la campagne de mesure (source : IRIS conseil)

9 COMPARAISON AVEC LES RECOMMANDATIONS DE L'OMS

Sur la base des nombreuses données scientifiques actuellement disponibles, les lignes directrices de l'OMS indiquent les niveaux de qualité de l'air nécessaires pour protéger la santé des populations au niveau mondial. Ces nouvelles recommandations OMS plus ambitieuses illustrent le renforcement des enjeux sanitaires liés à la pollution de l'air et la nécessité de prolonger et renforcer les actions visant à améliorer la qualité de l'air.

Bien que les lignes directrices ne soient pas juridiquement contraignantes, elles apportent une base factuelle aux décideurs dans la définition de normes et objectifs qui seront eux juridiquement contraignants pour la gestion de la qualité de l'air, comme les réglementations françaises et les directives européennes. Elles apportent un référentiel commun au niveau international et permettent des comparaisons malgré des réglementations nationales différentes.

Un processus de révision de la directive cadre sur l'air ambiant en Europe est d'ailleurs en cours et devrait aboutir en 2022. L'intégration de ces nouvelles recommandations de l'OMS dans la réglementation européenne à l'heure où de nombreux États membres, comme la France, sont concernés par des dépassements de la réglementation sera un enjeu fort de cette révision.

Le tableau suivant présente la situation de la qualité de l'air du quartier Valibout vis-à-vis des seuils de l'OMS.

Les recommandations de l'OMS sont dépassées sur le site du quartier de Valibout, mais aussi sur l'ensemble de l'Ile-de-France.

Polluant	Mesures sur site en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Modélisations AIRPARIF en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Recommandations OMS	
			Valeur en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Situation
NO ₂	12,4 à 24,9	14,6 à 17	10	Dépassées
PM10	23,6 à 33,2	14 à 15	15	Dépassées
PM2,5	-	7,5 à 9	5	Dépassées

Figure 28 : Situation vis-à-vis des recommandations de l'OMS

10 MODELISATION DES IMPACTS DE LA POLLUTION DE L’AIR

10.1 Domaine d’étude

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

10.2 Réseau routier

Le réseau routier est celui composé des routes pour lesquelles nous disposons des données trafics. Les axes routiers modélisés sont présentés ci-dessous.



Figure 29 : Réseau routier modélisé (source : IRIS conseil)

10.3 Relief

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

L’altimétrie du domaine d’étude varie entre 93 et 170 NGF.

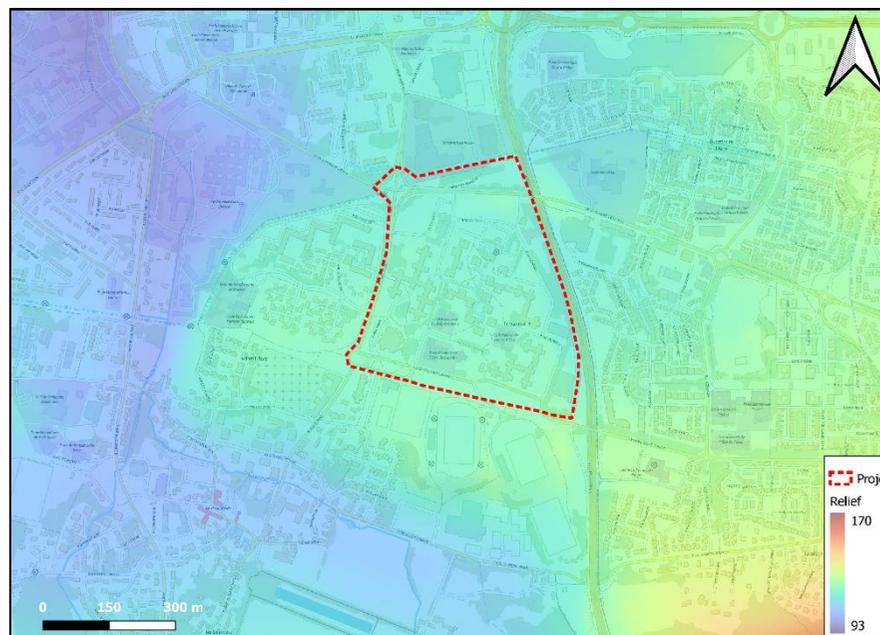


Figure 30 : Relief du domaine d’étude (source : IRIS conseil)

10.4 Description des conditions météorologiques

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

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

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

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

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

Les données météorologiques prises en compte sont la rose des vents et la fiche climatologique de la station Météo France la plus proche de la zone d'étude.

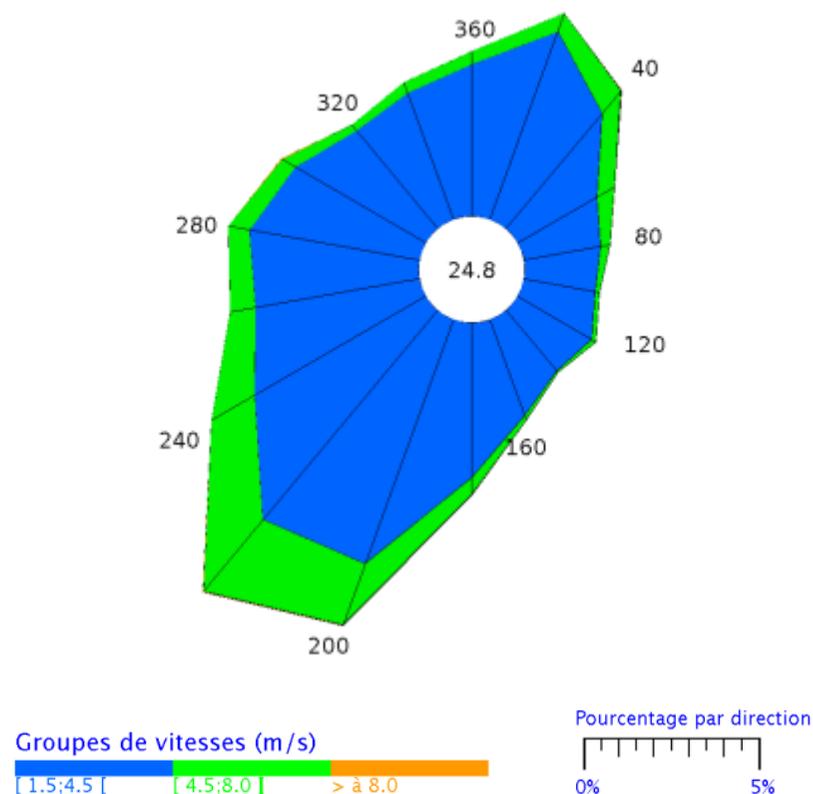
La station météorologique la plus proche est celle de Trappes (78). Ci-contre, la rose des vents sur la période 1991 à 2010 est donnée.

D'après la rose des vents, les vents dominants sont du secteur Sud-Ouest et de Nord-Est.

La vitesse des vents est plutôt faible à moyen.

D'après l'analyse de la fiche climatologique de la station de Trappes pour la période 1991 à 2020, les informations climatologiques sont les suivantes :

- La température moyenne est de 11,6°C.
- Le nombre de jours pluvieux en moyenne sur une année est 116,6 jours, ce qui représente 31,9 % de jours pluvieux sur une année.



10.5 Détermination du trafic

Les données de trafic utilisées sont issues de l'étude de trafic réalisée par le bureau d'étude IRIS conseil. Dans le cadre de cette étude air et santé, trois situations sont étudiées :

- Actuel 2021 ;
- Sans projet 2030 ;
- Avec projet 2030.

Les émissions polluantes sont fonction des volumes de trafic de chaque catégorie de véhicules (VL et PL) mais également fonction des vitesses des véhicules et des distances parcourues. Ainsi le terme « véh.km » tient compte des distances parcourues et rend mieux compte des émissions polluantes.

Le tableau suivant présente le cumul des véh.km obtenus sur le domaine d'étude.

Scénario	Nombre véh.km/jour	Variation / Actuel 2021	Variation / Sans projet 2030
Actuel 2021	48 619	--	--
Sans projet 2030	48 348	-0,56 %	--
Avec projet 2030	48 676	+0,12 %	+0,68 %

Tableau 19 : Nombre de véh.km par jour (source : IRIS conseil)

D'après le résultat du tableau, nous observons que le nombre de véh.km par jour augmente légèrement de 0,68 % en situation Avec projet 2030 par rapport à la situation Sans projet 2030.

10.6 Répartition du parc automobile

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

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

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

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

10.7 Définition des facteurs d'émissions unitaires

Les quantités de polluants, exprimées en g/km, rejetées par un véhicule sont appelées « facteur d'émission ». Pour la consommation, les données sont fournies en Tep/km (Tonne Equivalent Pétrole). Les facteurs d'émission proviennent d'expérimentations sur banc d'essais ou en conditions réelles.

Ils dépendent :

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

Etude air et santé – PRU du quartier Valibout à Plaisir (78)

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

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

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

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

11 ESTIMATION DES EMISSIONS DE POLLUANTS ET DE LA CONSOMMATION ENERGETIQUE

11.1 Méthodologie

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

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

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

Les calculs des émissions de polluants et des consommations énergétiques seront réalisés pour les scénarios Actuel 2021, Sans et Avec projet 2030.

11.2 Bilan des émissions sur le domaine d'étude

Le bilan des émissions de polluants sur le domaine d'étude est présenté dans le tableau suivant.

Polluant	Actuel 2021	Sans projet 2030	Variation Sans projet 2030 / Actuel 2021	Avec projet 2030	Variation Avec projet 2030 / Actuel 2021	Variation Avec projet / Sans projet 2030
NOx (kg/j)	20,3	9,3	-54,0%	9,2	-54,7%	-1,5%
PM10 (kg/j)	1,7	1,3	-25,3%	1,3	-26,5%	-1,6%
PM2,5 (kg/j)	1,2	0,8	-31,3%	0,8	-32,4%	-1,6%
CO (kg/j)	28,2	14,1	-50,0%	14,0	-50,2%	-0,4%
COVNM (kg/j)	1,0	0,5	-44,4%	0,5	-45,1%	-1,2%
Benzène (g/j)	39,0	10,2	-73,9%	10,1	-74,1%	-0,7%
SO ₂ (g/j)	108,7	103,9	-4,4%	102,7	-5,5%	-1,2%
Arsenic (mg/j)	0,5	0,4	-8,2%	0,4	-9,3%	-1,2%
Nickel (mg/j)	2,6	2,6	0,2%	2,6	-1,0%	-1,2%
Benzo[a]pyrène (mg/j)	43,3	31,0	-28,3%	30,8	-28,9%	-0,8%
1,3-butadiène (mg/j)	13435,2	10568,6	-21,3%	10407,8	-22,5%	-1,5%
Chrome (mg/j)	22,3	17,9	-19,4%	17,7	-20,3%	-1,1%
Acénaphthène (mg/j)	607,0	374,3	-38,3%	371,4	-38,8%	-0,8%
Acénaphthylène (mg/j)	454,0	280,0	-38,3%	277,8	-38,8%	-0,8%
Anthracène (mg/j)	136,1	102,7	-24,6%	101,9	-25,2%	-0,8%
Benzo[a]anthracène (mg/j)	75,9	54,2	-28,6%	53,8	-29,2%	-0,8%
Benzo[b]fluoranthène (mg/j)	69,3	53,4	-22,9%	53,0	-23,5%	-0,8%
Benzo[k]fluoranthène (mg/j)	59,6	47,3	-20,6%	47,0	-21,2%	-0,8%
Benzo[ghi]pérylène (mg/j)	91,0	62,4	-31,4%	61,9	-31,9%	-0,8%
Chrysène (mg/j)	169,2	130,9	-22,6%	130,0	-23,2%	-0,8%
Dibenzo[ah]anthracène (mg/j)	4,5	3,3	-28,0%	3,2	-28,5%	-0,8%
Fluorène (mg/j)	170,8	158,0	-7,5%	156,8	-8,2%	-0,7%
Fluoranthène (mg/j)	739,1	510,6	-30,9%	506,7	-31,4%	-0,8%
Indéno[123-cd]pyrène (mg/j)	47,7	35,0	-26,5%	34,8	-27,1%	-0,8%
Phénanthrène (mg/j)	1517,0	1008,2	-33,5%	1000,5	-34,1%	-0,8%
Pyrène (mg/j)	651,1	461,0	-29,2%	457,5	-29,7%	-0,8%
Benzo[j]fluoranthène (mg/j)	76,6	64,7	-15,5%	64,3	-16,2%	-0,7%

Tableau 20 : Bilan des émissions sur le domaine d'étude (source : IRIS conseil)

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

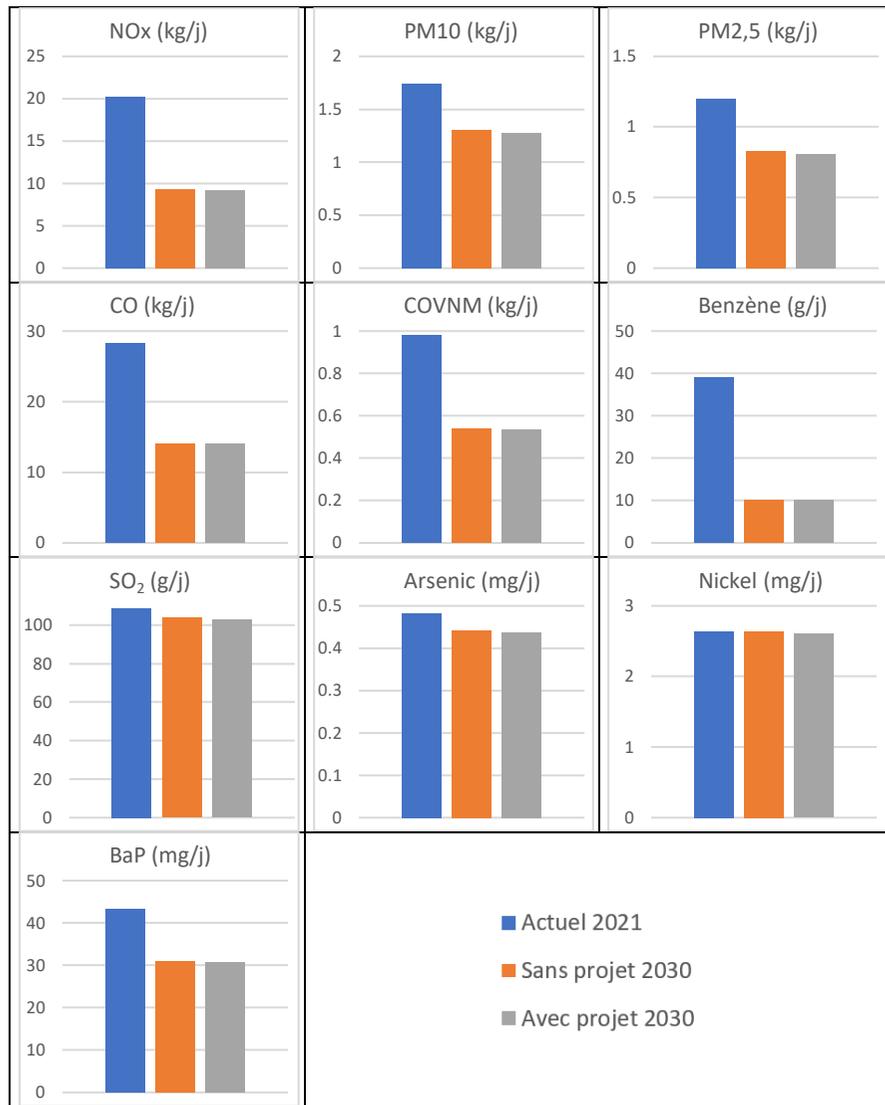


Figure 32 : Bilan des émissions sur le domaine d'étude (source : IRIS conseil)

Le bilan montre les diminutions pour quasiment tous les polluants entre les scénarios futurs en 2030 et le scénario Actuel 2021. Ces diminutions sont dues au renouvellement du parc roulant et aux améliorations technologiques des moteurs et des carburants, prévues à l'horizon 2030.

Par rapport au scénario Sans projet 2030, les émissions de tous les polluants diminuent légèrement (de -1,6% à -0,4%) en situation Avec projet 2030. Ces diminutions sont dues à la baisse du nombre des poids lourds circulant sur la rue du Valibout.

11.3 Bilan de la consommation énergétique et des émissions de dioxyde de carbone

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

	Actuel 2021	Sans projet 2030	Variation Sans projet 2030 / Actuel 2021	Avec projet 2030	Variation Avec projet 2030 / Actuel 2021	Variation Avec projet / Sans projet 2030
CO ₂ (t/j)	9,2	7,8	-15,7%	7,7	-16,6%	-1,1%
Consommation de carburant (tep/j)	2,9	2,5	-15,5%	2,4	-16,5%	-1,1%

Tableau 21 : Bilan des émissions de CO₂ et de la consommation de carburant sur le domaine d'étude (source : IRIS conseil)

Les résultats de la consommation de carburant et les émissions de CO₂ sont présentés ci-dessous :

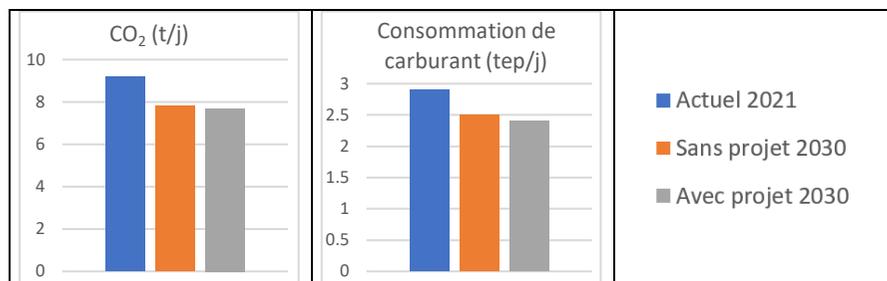


Figure 33 : Bilan des émissions de CO₂ et de la consommation de carburant sur le domaine d'étude (source : IRIS conseil)

La consommation de carburant et les émissions de CO₂ sont proportionnelles aux trafics et suivent les évolutions du parc automobile qui sera de plus en plus électrifié et plus économe.

Les émissions de CO₂ et la consommation énergétique diminuent de l'ordre de -15% entre les scénarios futurs et le scénario Actuel 2021.

Par rapport à la situation Sans projet 2030, on n'observe pas de variation significative des émissions de CO₂ et de la consommation de carburant en situation Avec projet 2030. Ces diminutions sont liées à la diminution du nombre de poids lourds sur la rue du Valibout.

12 CALCUL DES COÛTS COLLECTIFS

12.1 Méthodologie

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

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

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

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

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

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

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

12.2 Valeurs de référence

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

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

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

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

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

€ ₂₀₁₀ /100véh.km	Urbain très dense	Urbain dense	Urbain	Urbain diffus	Interurbain
Fourchette (hab/km ²)	> 4 500	1 500 – 4 500	450 – 1500	37 – 450	< 37
Densité moyenne (hab/km ²)	6 750	2 250	750	250	25

Tableau 23 : Classement des types de milieu en fonction de la densité de population

Dans le cas de la présente étude, la densité de population varie entre 1 300 et 25 200 hab/km² (données INSEE) : la zone d'étude est donc de type urbain très dense.

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

Pour les VP : 11,6 €/100 véh.km

Pour les PL : 133 €/100 véh.km

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

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

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

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

Nous retiendrons le prix de 87€ pour le scénario Actuel 2021 et le prix de 250€ pour les scénarios Sans et Avec projet 2030

12.3 Application au projet

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

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

Scénario	Coût TV en €/jour	Différence / Actuel 2021 en €/jour	Différence / Sans projet 2030 en €/jour	Différence / Sans projet 2030 en €/an
Actuel 2023	10 916	--	--	--
Sans projet 2040	10 937	+22	--	--
Avec projet 2040	11 007	+91	+69	+25 294

Tableau 25 : Coût liés à la pollution de l'air (source : IRIS conseil)

Par rapport à la situation Actuel 2021, les coûts liés à la pollution de l'air augmentent de 22 et 91€/jour en situation Sans projet et Avec projet 2030 respectivement.

Les coûts liés à la pollution de l'air augmentent de 25 294 €/an entre le scénario Sans projet 2030 et le scénario Avec projet 2030. Cela s'explique par le fait que le nombre de véh.km augmente entre ces scénarios.

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

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

Scénario	Coût TV en €/jour	Différence / Actuel 2021 en €/jour	Différence / Sans projet 2030 en €/jour	Différence / Sans projet 2030 en €/an
Actuel 2023	801	--	--	--
Sans projet 2040	1 942	+1 141	--	--
Avec projet 2040	1 919	+1 118	-22	-8 132

Tableau 26 : Coût liés à l'effet de serre additionnel (source : IRIS conseil)

Par rapport à la situation Actuel 2021, les coûts liés à l'effet de serre additionnel augmentent de 1 141 et 1 118 €/jour dans les scénarios Sans projet et Avec projet 2030 du fait de la hausse du prix de la tonne de CO₂.

Les coûts liés à l'effet de serre additionnel diminuent de 8 132 €/an en situation Avec projet 2030 par rapport à la situation Sans projet 2030.

13 MODELISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE DES POLLUANTS

Une modélisation de la dispersion des effluents émis par les véhicules circulant sur le domaine d'étude a été réalisée avec le modèle de dispersion ARIA IMPACT 1.8, afin d'évaluer les concentrations moyennes annuelles dans l'air en situation actuelle et en situations futures sur la bande d'étude. La modélisation s'est appuyée sur les émissions calculées.

13.1 Présentation générale du code utilisé

Le modèle utilisé pour cette analyse statistique est le logiciel ARIA Impact version 1.8.

Ce logiciel permet d'élaborer des statistiques météorologiques et de déterminer l'impact des émissions rejetées par une ou plusieurs sources ponctuelles, linéiques ou surfaciques. Il permet de simuler plusieurs années de fonctionnement en utilisant des chroniques météorologiques représentatives du site. En revanche, il ne permet pas de considérer les transformations photochimiques des polluants et de calculer les concentrations des polluants secondaires tels que l'ozone.

Sans être un modèle tridimensionnel, ARIA Impact peut prendre en compte la topographie de manière simplifiée.

Par ailleurs, ARIA Impact est un modèle gaussien qui répond aux prescriptions de l'INERIS pour la modélisation de la dispersion de la pollution atmosphérique des rejets des installations industrielles (cf. Annexe 2 du Guide méthodologique INERIS : Evaluation des Risques Sanitaires liés aux substances chimiques dans l'Etude d'Impact des ICPE).

13.2 Mise en œuvre des simulations

Cette simulation ayant pour objectif de fournir des ordres de grandeur des concentrations des polluants au niveau du sol et de montrer l'influence de la climatologie du site sur la dispersion des polluants.

Les hypothèses de calcul retenues pour les simulations sont les suivantes :

- Une prise en compte simplifiée du relief ;
- Une rugosité correspondant à une zone urbaine ;
- Un modèle de dispersion de Briggs ;
- Le calcul des dépôts au sol et un appauvrissement par la pluie.

13.2.1 La formule des écarts-types (modèle de dispersion)

La dispersion du polluant autour de sa trajectoire nécessite la connaissance des écarts-types.

Les écarts-types sont les paramètres qui pilotent la diffusion du panache.

Pour les sites urbanisés où le mélange vertical est très fort, la formule de Briggs est retenue.

13.2.2 Caractéristiques des polluants

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

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

27	Benzo[j]fluoranthène	particules	1,3	0,05
----	----------------------	------------	-----	------

Tableau 27 : Caractéristiques des polluants étudiés (source : IRIS conseil)

13.2.3 Pollution de fond retenue pour l'étude

Polluants	Concentration en pollution de fond ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Source
Particules PM10	15	Airparif – station Rambouillet
Particules PM2,5	9	Airparif – station Rambouillet
Dioxyde d'azote NO ₂	17	Airparif – station Versailles
1,3-butadiène	0,26	Airparif
Benzo[a]pyrène BaP	0,00009	Airparif – station Paris 1 ^{er}
Arsenic As	0,00026	Airparif – station Paris 18 ^{ème}
Nickel Ni	0,00090	Airparif – station Paris 18 ^{ème}
Benzène	0,7	Airparif – station Vitry-sur-Seine
Monoxyde de carbone CO	210	Airparif
Benzo[a]anthracène	0,00005	Airparif – station Paris 1 ^{er} Les Halles
Benzo[b]fluoranthène	0,00014	Airparif – station Paris 1 ^{er} Les Halles
Benzo[k]fluoranthène	0,00006	Airparif – station Paris 1 ^{er} Les Halles
Benzo[ghi]pérylène	0,00014	Airparif – station Paris 1 ^{er} Les Halles
Dibenzo[ah]anthracène	0,00002	Airparif – station Paris 1 ^{er} Les Halles
Indéno[123-cd]pyrène	0,00011	Airparif – station Paris 1 ^{er} Les Halles

Tableau 28 : Concentrations de la pollution de fond intégrées dans les calculs (source : IRIS conseil)

13.2.4 Résultats des simulations

Les résultats sont présentés sous la forme suivante :

- Cartes des concentrations en moyenne annuelle pour le NO₂ et les particules PM10 superposées sur une photo aérienne ;
- Tableau des concentrations maximales sur le domaine d'étude.

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

13.2.4.1 Dispersion de dioxyde d'azote NO₂

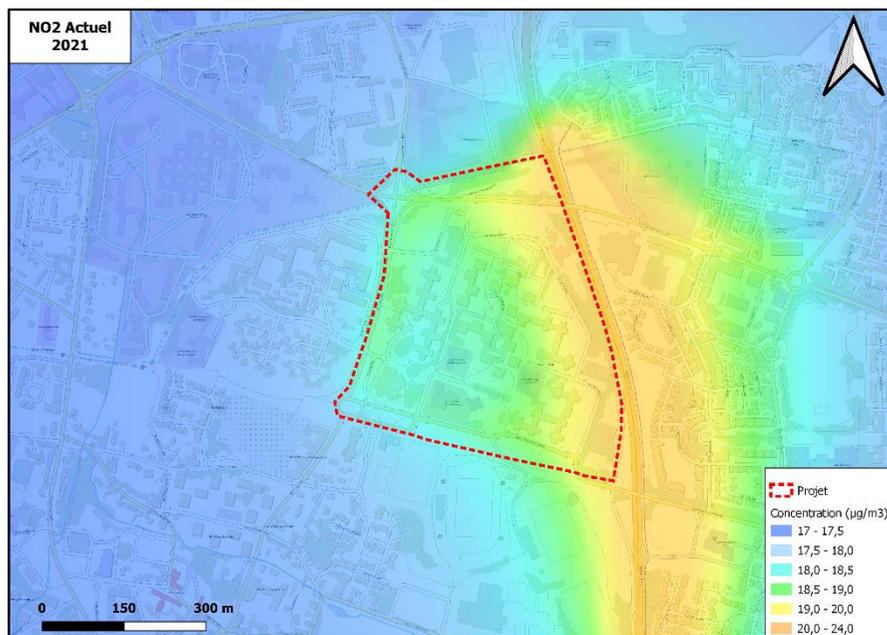


Figure 34 : Concentration de NO₂ sur le secteur d'étude de la situation Actuel 2021 (source : IRIS conseil)

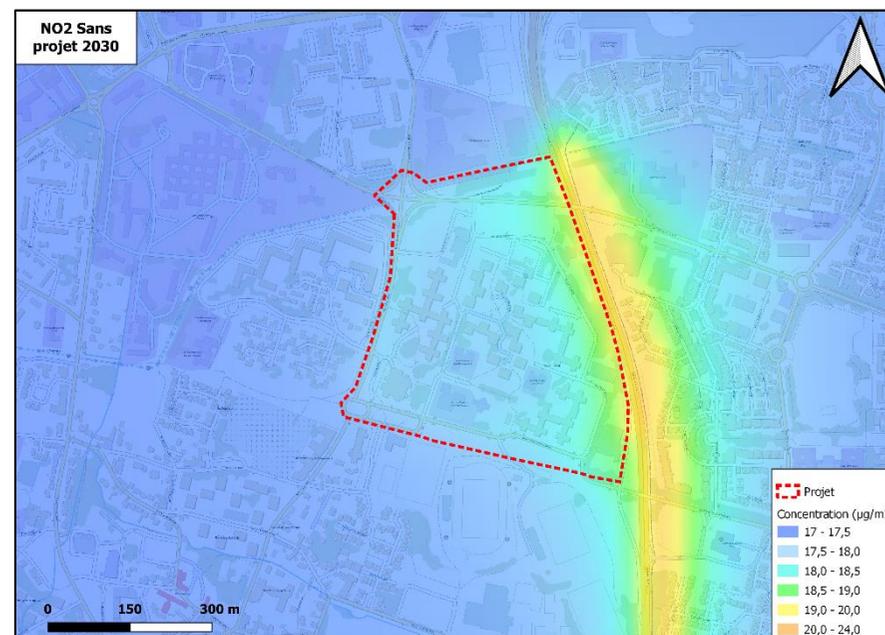


Figure 35 : Concentration de NO₂ sur le secteur d'étude de la situation Sans projet 2030 (source : IRIS conseil)



Figure 36 : Concentration de NO₂ sur le secteur d'étude de la situation Avec projet 2030 (source : IRIS conseil)

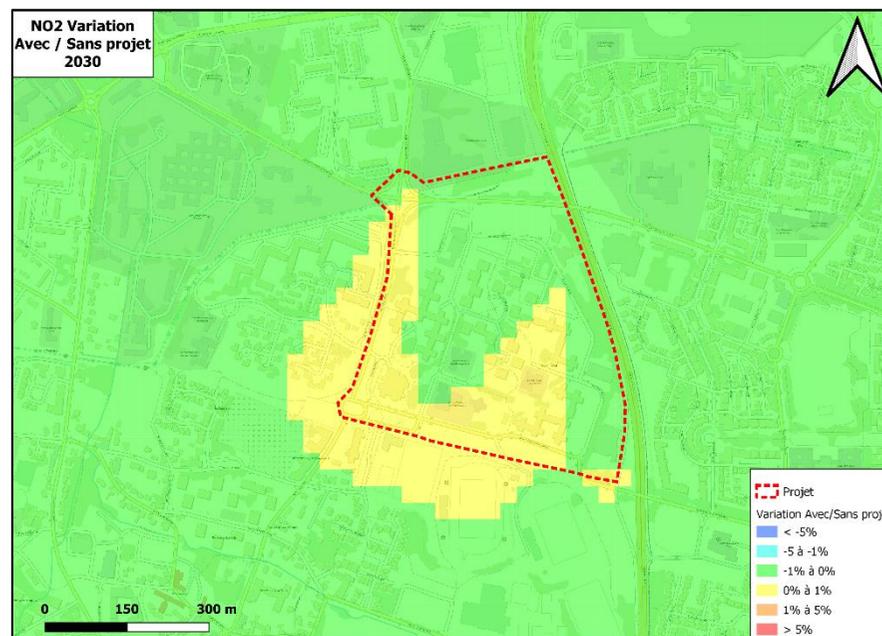


Figure 37 : Variation des concentrations de NO₂ Avec et Sans projet 2030 sur le secteur d'étude (source : IRIS conseil)

13.2.4.2 Dispersion des particules PM10



Figure 38 : Concentration des particules PM10 sur le secteur d'étude de la situation Actuel 2021 (source : IRIS conseil)



Figure 39 : Concentration des particules PM10 sur le secteur d'étude de la situation Sans projet 2030 (source : IRIS conseil)



Figure 40 : Concentration des particules PM10 sur le secteur d'étude de la situation Avec projet 2030 (source : IRIS conseil)

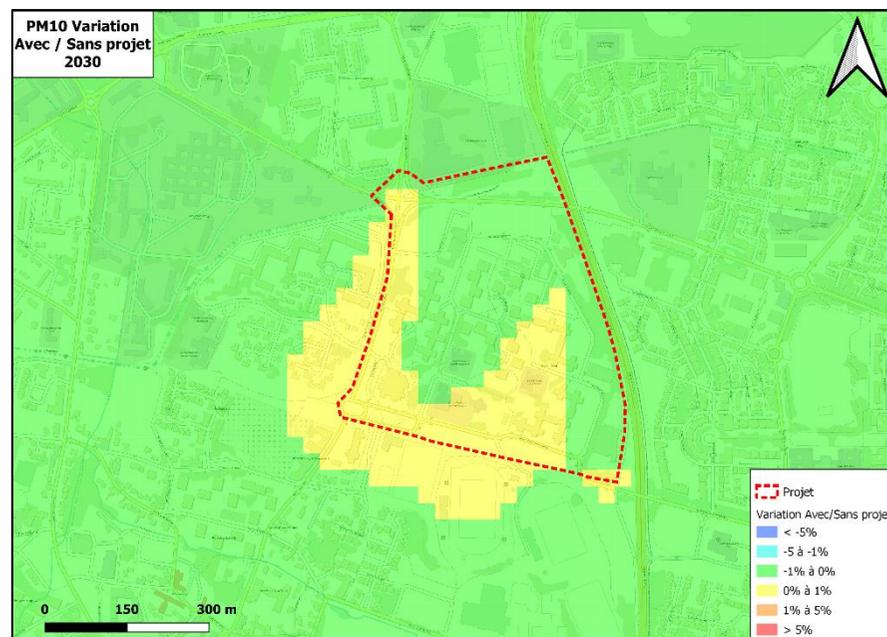


Figure 41 : Variation des concentrations des particules PM10 Avec et Sans projet 2030 sur le secteur d'étude (source : IRIS conseil)

D'après les cartes, pour toutes les situations, nous observons que les concentrations les plus élevées en NO_2 et en PM10 sont observées sur la RN30, la principale source d'émission des polluants sur le secteur d'étude. Les concentrations des polluants sont plus faibles en situations futures 2030 par rapport au scénario Actuel 2021 par la suite logique du renouvellement du parc roulant et aux améliorations technologiques des moteurs et des carburants.

Les cartes des impacts (variation entre les situations Avec projet et Sans projet) permettent de visualiser les secteurs géographiques où les concentrations sont en augmentation ou en diminution. Les variations des concentrations entre ces deux scénarios sont très faibles (entre -1 et 1%). Nous observons des augmentations des concentrations sur le secteur sud-ouest de la zone du projet.

De manière globale, le projet n'a donc pas d'impact significatif sur la qualité de l'air au niveau du domaine d'étude.

13.2.4.3 Bilan des concentrations maximales observées sur la bande d'étude

Le tableau suivant donne les concentrations maximales observées sur la bande d'étude pour les scénarios étudiés ainsi que la variation entre les scénarios Avec projet et Sans projet 2030. Les valeurs limites et les objectifs de qualité pour la qualité de l'air sont également rappelés dans le tableau.

Polluant	Actuel 2021	Sans projet 2030	Avec projet 2030	Variation Avec projet / Sans projet 2030	Valeur limite	Objectif de qualité
Particules PM10 (µg/m ³)	15,7444	15,5609	15,5496	-0,07%	40	30
Particules PM2,5 (µg/m ³)	9,5339	9,3676	9,3603	-0,08%	25	10
Dioxyde d'azote NO ₂ (µg/m ³)	23,6080	20,0891	20,0297	-0,30%	40	40
Dioxyde de soufre SO ₂ (µg/m ³)	0,0477	0,0462	0,0455	-1,60%	--	50
1,3-butadiène (µg/m ³)	0,2663	0,2652	0,2651	-0,04%	--	--
Benzo[a]pyrène BaP (ng/m ³)	0,1096	0,1043	0,1041	-0,17%	1	--
Arsenic As (ng/m ³)	0,2601	0,2601	0,2601	0%	6	--
Chrome Cr (ng/m ³)	0,0101	0,0082	0,0081	-1,54%	--	--
Nickel Ni (ng/m ³)	0,9009	0,9009	0,9009	0%	20	--
Benzène (µg/m ³)	0,7175	0,7046	0,7045	-0,01%	5	2
Monoxyde de carbone CO (µg/m ³)	223,3364	216,6937	216,6387	-0,03%	--	--
COVNM (µg/m ³)	0,4525	0,2641	0,2601	-1,52%	--	--
Acénaphthène (ng/m ³)	0,2717	0,1698	0,1676	-1,29%	--	--
Acénaphthylène (ng/m ³)	0,2028	0,1270	0,1254	-1,29%	--	--
Anthracène (ng/m ³)	0,0632	0,0487	0,0481	-1,17%	--	--
Benzo[a]anthracène (ng/m ³)	0,0847	0,0752	0,0749	-0,41%	--	--
Benzo[b]fluoranthène (ng/m ³)	0,1726	0,1655	0,1652	-0,18%	--	--
Benzo[k]fluoranthène (ng/m ³)	0,0884	0,0829	0,0827	-0,31%	--	--
Benzo[ghi]pérylène (ng/m ³)	0,1809	0,1685	0,1681	-0,21%	--	--
Chrysène (ng/m ³)	0,0807	0,0633	0,0626	-1,12%	--	--
Dibenzo[ah]anthracène (ng/m ³)	0,0242	0,0230	0,0229	-0,16%	--	--
Fluorène (ng/m ³)	0,0879	0,0813	0,0806	-0,96%	--	--
Fluoranthène (ng/m ³)	0,3367	0,2368	0,2339	-1,23%	--	--
Indéno[123-cd]pyrène	0,1317	0,1262	0,1260	-0,16%	--	--
Phénanthrène (ng/m ³)	0,6873	0,4630	0,4572	-1,26%	--	--
Pyrène (ng/m ³)	0,3004	0,2168	0,2142	-1,19%	--	--
Benzo[j]fluoranthène (ng/m ³)	0,1281	0,1225	0,1222	-0,27%	--	--

Tableau 29 : Bilan des concentrations maximales observées sur la bande d'étude (source : IRIS conseil)

D'après les résultats des concentrations maximales observées sur la bande d'étude, nous remarquons que les teneurs en polluants de tous les scénarios sont inférieures aux valeurs limites et également aux objectifs de qualité.

Les concentrations maximales des polluants diminuent légèrement au scénario Avec projet 2030 par rapport au scénario Sans projet 2030.

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

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

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

L'IPP peut apporter deux types d'information :

- **Il permet avant tout de comparer des variantes d'un projet ou des scénarios** (état actuel, scénario sans projet, scénario avec projet aux horizons d'étude) ;
- **Il peut également permettre d'apprécier ces variantes ou scénarios par rapport aux valeurs limites définies pour la surveillance de la qualité de l'air.** Dans ce deuxième cas, on évalue le nombre de personnes exposées en deçà ou au-delà de valeurs limites pour les différentes configurations du projet.

14.1 Définition de la zone prise en compte

L'IPP est calculé sur toute la bande d'étude définie dans le chapitre 2.2.

14.2 Choix du polluant indicateur

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

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

- La « signature routière » du polluant, qui doit être suffisamment claire (aspect « traceur » de la pollution automobile) : c'est le cas pour le NO₂ mais moins pour les particules ;
- Les incertitudes de mesure (dans la gamme des valeurs rencontrées) ;
- Les incertitudes de modélisation. Le NO₂ se prête mieux à la modélisation que les autres polluants. Si un biais systématique est observé dans la modélisation d'un polluant, il peut être, malgré tout, utilisé pour comparer des variantes. Cependant, l'appréciation par rapport aux valeurs limites relatives à la surveillance de la qualité de l'air doit être exclue.

Aussi, **le polluant traceur retenu pour le calcul de l'IPP est le NO₂**. C'est un polluant discriminant et bien maîtrisé (mesure/modélisation) et sa zone de dispersion (200m par rapport à l'axe de la voie) englobe le plus souvent celle des autres polluants.

14.3 Méthode de calcul

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

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

où

- IPP_i : IPP à l'échelle d'une maille i ou d'un bâtiment i,
- C_i : concentration du polluant considéré pour la maille élémentaire i ou pour le bâtiment i, généralement calculée par la mise en œuvre de la

chaîne de modélisation (utilisation successive des modèles d'émissions et de dispersion),

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

14.4 Calcul de l'IPP du projet

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

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

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

14.4.1 IPP cumulé

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

Scénario	IPP cumulé	Variation / Actuel 2021	Variation / Sans projet 2030
Actuel 2021	111 553	--	--
Sans projet 2030	105 391	-5,52%	--
Avec projet 2030	105 260	-5,64%	-0,12%

Tableau 30 : IPP cumulés des différents scénarios (source : IRIS conseil)

D'après le tableau, nous observons que les IPP des scénarios futurs en 2030 sont plus faibles que l'IPP du scénario Actuel 2021 suite aux améliorations technologiques des moteurs et des carburants.

Par rapport au scénario Sans projet 2030, l'IPP cumulé du scénario Avec projet 2030 est légèrement plus faible (-0,12%). Cette diminution est liée à la diminution du nombre de poids lourds sur la rue du Valibout.

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

La représentation sous la forme d'histogramme ci-dessous à l'avantage d'indiquer la répartition de la population exposée selon différentes classes de concentration de NO₂.

Scénario	Classe de concentration (µg/m ³)							
	17 – 18		18 – 19		19 – 20		20 – 23,7	
	Habitants	%	Habitants	%	Habitants	%	Habitants	%
Actuel 2021	957	16,3	2956	50,3	838	14,3	1123	19,1
Sans projet 2030	4086	69,5	1146	19,5	581	9,9	62	1,1
Avec projet 2030	4122	70,2	1184	20,2	545	9,3	24	0,4

Tableau 31 : Distribution du nombre d'habitants pour différentes classes de concentration de NO₂ (source : IRIS conseil)

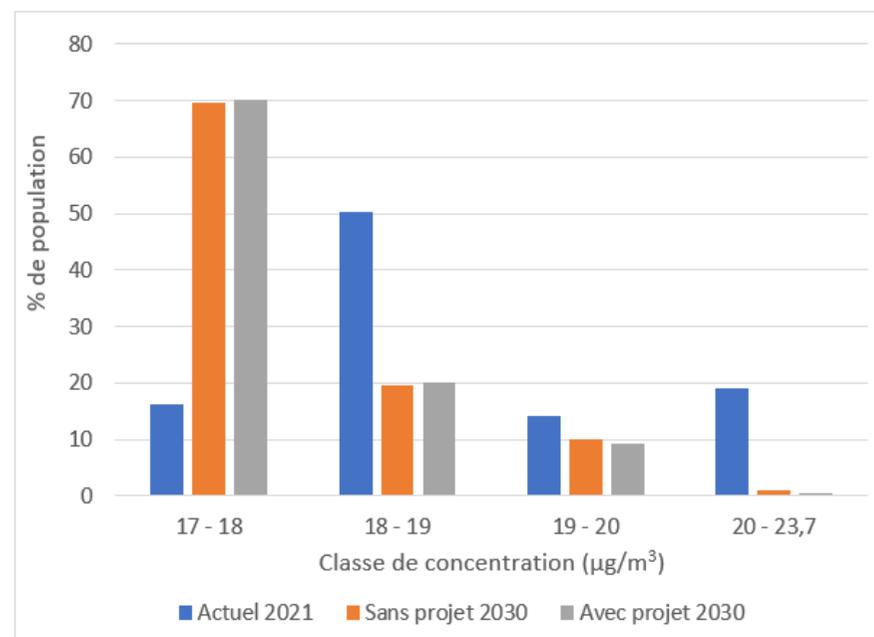


Figure 42 : Distribution du nombre d'habitants pour différentes classes de concentration de NO₂ (source : IRIS conseil)

La majorité de la population est exposée à des concentrations de 18 à 19 µg/m³ en situation Actuel 2021.

Pour les scénarios futurs en 2030, la classe de concentration regroupant la majorité de la population est la classe la plus faible (17 – 18 µg/m³). La classe la plus élevée ne concerne qu'une petite partie de la population (de 0,4 à 1,1%).

La répartition de la population permet de caractériser le scénario Actuel 2021 comme le plus pénalisant parmi les scénarios étudiés

car la majorité des habitants est affectée par des concentrations plus élevées.

En revanche, le scénario Avec projet 2030 est le moins impactant avec 70,2% de la population exposée à des concentrations de NO₂ les plus faibles.

15 EVALUATION DES RISQUES SANITAIRES (ERS)

15.1 Méthodologie

Conformément à la note technique du 22 février 2019, une Evaluation des Risques Sanitaires (ERS) a été réalisée sur le périmètre du projet de renouvellement du quartier Valibout.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

- Les établissements accueillant des enfants : les maternités, les crèches, les écoles maternelles et élémentaires, les établissements accueillant des enfants handicapés, etc.

- Les établissements accueillant des personnes âgées : maisons de retraite, etc.
- Les hôpitaux.

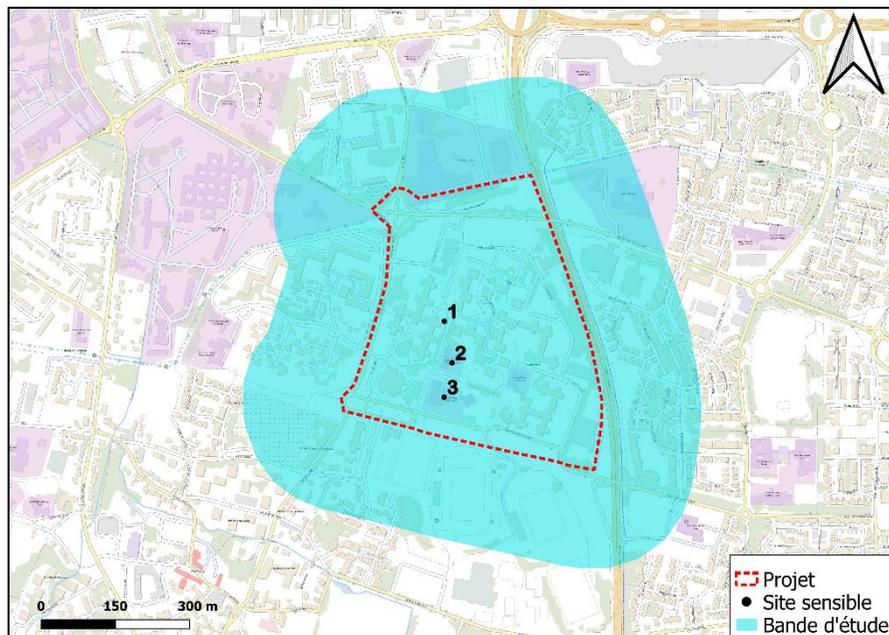


Figure 43 : Sites sensibles (source : Géoportail)

Type	N°	Nom	Adresse
Crèche	1	Multi-accueil Les Petits Bouts	3 rue Maximilien Robespierre
École maternelle	2	École maternelle Danièle Casanova	1 rue Maximilien Robespierre
École élémentaire	3	École élémentaire Pierre Brossolette	Rue Maximilien Robespierre

Tableau 32 : Liste des sites sensibles à proximité et dans la zone d'étude (source : Géoportail)

15.3 Etape 1 : Identification des dangers

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

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

La liste proposée se base :

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

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

Le tableau suivant synthétise les substances étudiées :

Durée d'exposition	Polluants
Aiguë	Particules PM10
	Particules PM2,5
	Dioxyde d'azote NO2
Chronique	Particules PM10
	Particules PM2,5
	Dioxyde d'azote NO2
	1,3-butadiène
	Benzo[a]pyrène BaP
	Arsenic As
	Chrome Cr
	Nickel Ni
	Benzène
	Acénaphthène
	Acénaphthylène
	Anthracène
	Benzo[a]anthracène
	Benzo[b]fluoranthène
	Benzo[k]fluoranthène
	Benzo[ghi]pérylène
	Chrysène
	Dibenzo[ah]anthracène
	Fluorène
	Fluoranthène
Indéno[123-cd]pyrène	
Phénanthrène	
Pyrène	
Benzo[j]fluoranthène	

Tableau 33 : Substances étudiées dans l'ERS (source : note technique du 22 février 2019)

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

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

15.4.1 Méthodologie

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

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

15.4.2 Sources de données

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

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

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

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

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

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

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

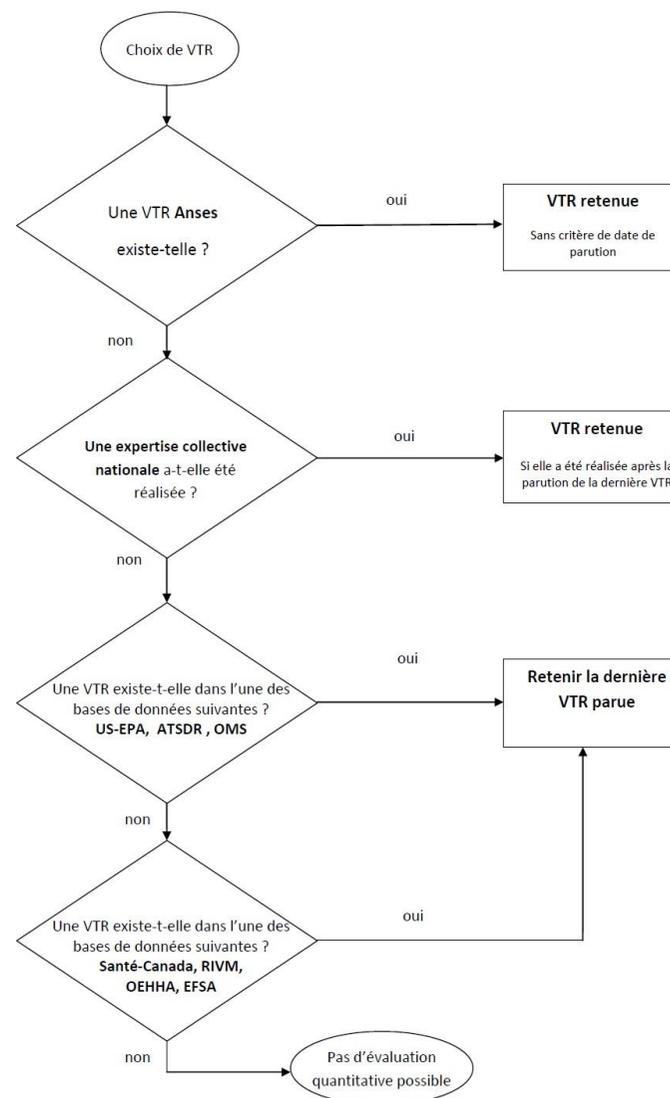


Figure 44 : Logigramme pour le choix des VTR (source : note n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014)

15.4.3 Choix des valeurs toxicologiques de référence

Le tableau 34, 35 et 36 synthétisent les VTR (ou les valeurs-guides) retenues selon les recommandations de la note n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 pour chaque durée d'exposition (aiguë et chronique) et chaque type d'effet (à seuil ou sans seuil de dose).

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

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

Tableau 34 : Valeurs guides pour l'exposition aiguë

Substance	VTR en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Système cible	Référence
PM10 *	20	Respiratoire	OMS, 2005
PM2,5 *	10	Respiratoire	OMS, 2005
NO ₂ *	40	Respiratoire	OMS, 2000
1,3-butadiène	2	Reproductif et développemental	Expertise Ineris 2011 (US-EPA, 2002)
Benzo[a]pyrène BaP	0,002	Reproductif et développemental	US-EPA, 2017
Arsenic	0,015	Nerveux, Reproductif et développemental	Expertise Ineris 2010 (OEHHA, 2008)
Chrome VI	0,03	Respiratoire	OMS, 2013
Nickel (sous forme oxydé)	0,23	Respiratoire	TCEQ, 2011
Benzène	10	Hématologique et immunitaire	Anses, 2008

*valeur-guide

Tableau 35 : VTR chronique non cancérigène

Substance	VTR en ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ⁻¹	Système cible	Référence
1,3-butadiène	1,70E-04	Respiratoire	Expertise Ineris, 2011 (OEHHA, 2011)
Benzo[a]pyrène BaP	1,10E-03	Respiratoire	OEHHA, 2009
Arsenic	1,50E-04	Respiratoire	Anses (TCEQ, 2012)
Chrome VI	4,00E-02	Respiratoire	OMS, 2013
Nickel (sous forme oxydé)	1,70E-04	Respiratoire	TCEQ, 2011
Benzène	2,60E-05	Hématologique et immunitaire	Anses, 2014

Tableau 36 : VTR chronique cancérigène

Cas particulier du nickel

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

Cas particulier du chrome

Dans l'environnement, le chrome existe sous plusieurs degrés d'oxydation, principalement le chrome III (Cr III) et le chrome VI (Cr VI), c'est la raison pour laquelle des VTR pour la voie respiratoire sont disponibles pour le chrome VI et le chrome III. De ces deux degrés d'oxydation, le chrome VI est le plus toxique, c'est

pourquoi il est retenu comme représentant du chrome et de ses composés dans la présente ERS. Pour le chrome VI, des VTR sont à la fois disponibles pour la forme particulaire et pour la forme aérosol. La forme aérosol correspond à une forme dissoute, il est donc préféré la forme particulaire qui correspond mieux au contexte de notre étude.

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

Cas particulier des hydrocarbures aromatiques polycycliques HAP

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

Substance	FET
Benzo[a]pyrène BaP	1,000
Acénaphthène	0,001
Acénaphthylène	0,001
Anthracène	0,01
Benzo[a]anthracène	0,1
Benzo[b]fluoranthène	0,1
Benzo[k]fluoranthène	0,1
Benzo[ghi]pérylène	0,01
Chrysène	0,01
Dibenzo[ah]anthracène	1
Fluorène	0,001
Fluoranthène	0,001
Indéno[123-cd]pyrène	0,1
Phénanthrène	0,001
Pyrène	0,001
Benzo[j]fluoranthène	0,1

Tableau 37 : FET des HAP (source : ANSES, 2012)

15.5 Etape 3 : Evaluation des expositions

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

15.5.1 Voies et vecteurs d'exposition

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

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

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

Avec :

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

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

T_i : Taux d'exposition à la concentration C_i pendant une journée (sans unité)

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

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

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

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

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

15.5.2 Scénario d'exposition retenu

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

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

- Taux d'exposition (T_i)

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

$$T_i = 1 \text{ (ou 100\%)}$$

- Fréquence d'exposition annuelle (F)

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

$$F = 0,92$$

- Durée d'exposition (DE)

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

$$DE = 30 \text{ ans et } T_m = 70 \text{ ans}$$

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

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

$$CMI_{aiguë} = C_{iP100} \quad \text{équation 2}$$

Avec :

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

C_{iP100} : Concentration en percentile 100 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

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

$$CMI_{chronique} = C_{iMA} \times 0,92 \quad \text{équation 3}$$

Avec :

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

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

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

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

Avec :

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

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

15.5.4 Estimation des concentrations en substances dans l'air

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

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

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

- Le dioxyde d'azote
- Les particules PM10
- Les particules PM2,5
- Le 1,3-butadiène
- Le benzo[a]pyrène
- L'arsenic
- Le nickel
- Le benzène

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

15.5.5 Prise en compte du bruit de fond local

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

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

- ✓ Niveaux de fond atmosphérique pour une exposition aiguë :

Substance	Concentration en pollution de fond ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Particules PM10	82,7 (station Rambouillet)
Particules PM2,5	75,8 (station Rambouillet)
Dioxyde d'azote NO ₂	97,4 (station Versailles)

Tableau 38 : Niveaux de fond atmosphérique pour une exposition aiguë (source : Airparif)

- ✓ Niveaux de fond atmosphérique pour une exposition chronique

Polluants	Concentration en pollution de fond ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Source
Particules PM10	15	Airparif – station Rambouillet
Particules PM2,5	9	Airparif – station Rambouillet
Dioxyde d'azote NO ₂	17	Airparif – station Versailles
1,3-butadiène	0,26	Airparif
Benzo[a]pyrène BaP	0,00009	Airparif – station Paris 1 ^{er}
Arsenic As	0,00026	Airparif – station Paris 18 ^{ème}
Nickel Ni	0,00090	Airparif – station Paris 18 ^{ème}
Benzène	0,7	Airparif – station Vitry-sur-Seine
Benzo[a]anthracène	0,00005	Airparif – station Paris 1 ^{er} Les Halles
Benzo[b]fluoranthène	0,00014	Airparif – station Paris 1 ^{er} Les Halles
Benzo[k]fluoranthène	0,00006	Airparif – station Paris 1 ^{er} Les Halles
Benzo[ghi]pérylène	0,00014	Airparif – station Paris 1 ^{er} Les Halles
Dibenzo[ah]anthracène	0,00002	Airparif – station Paris 1 ^{er} Les Halles
Indéno[123-cd]pyrène	0,00011	Airparif – station Paris 1 ^{er} Les Halles
Benzo[j]fluoranthène	0,00009	Airparif – station Paris 1 ^{er} Les Halles

Tableau 39 : Niveaux de fond atmosphérique pour une exposition chronique (source : Airparif)

Ces niveaux de pollution de fond sont ajoutés aux concentrations calculées sur le périmètre du projet.

Dans le cadre de l'ERS, ce sont les niveaux totaux en substances qui ont été appréhendés dans l'étape suivante de caractérisation des risques sanitaires, dans la mesure où il semble difficile de distinguer l'exposition induite par le trafic automobile d'une part et les autres sources de pollution d'autre part.

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

15.5.6 Concentrations retenues pour l'ERS

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

Il a été choisi de réaliser l'ERS au droit des bâtiments accueillants des populations vulnérables.

Exposition aiguë

Substances	Populations vulnérables								
	1-Crèche Les Petits Bouts			2-Ecole maternelle Danièle Casanova			3-Ecole élémentaire Pierre Brossolette		
	Actuel 2021	Sans projet 2030	Avec projet 2030	Actuel 2021	Sans projet 2030	Avec projet 2030	Actuel 2021	Sans projet 2030	Avec projet 2030
PM10	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8
PM2,5	75,9	75,9	75,9	75,9	75,9	75,9	75,9	75,9	75,9
NO ₂	98,6	98,0	98,0	98,6	98,0	98,0	98,6	98,0	98,0

Tableau 40 : Concentrations dans l'air (C_i) obtenues pour une exposition aiguë (en µg/m³) (source : IRIS conseil)

Exposition chronique

Substances	Populations vulnérables								
	1-Crèche Les Petits Bouts			2-Ecole maternelle Danièle Casanova			3-Ecole élémentaire Pierre Brossolette		
	Actuel 2021	Sans projet 2030	Avec projet 2030	Actuel 2021	Sans projet 2030	Avec projet 2030	Actuel 2021	Sans projet 2030	Avec projet 2030
PM10	1,51E+01	1,51E+01	1,51E+01	1,51E+01	1,51E+01	1,51E+01	1,51E+01	1,51E+01	1,51E+01
PM2,5	9,10E+00	9,08E+00	9,07E+00	9,09E+00	9,07E+00	9,07E+00	9,09E+00	9,07E+00	9,07E+00
NO ₂	1,82E+01	1,76E+01	1,76E+01	1,82E+01	1,76E+01	1,76E+01	1,82E+01	1,76E+01	1,76E+01
1,3-butadiène	2,61E-01	2,61E-01	2,61E-01	2,61E-01	2,61E-01	2,61E-01	2,61E-01	2,61E-01	2,61E-01
Benzo[a]pyrène	9,37E-05	9,28E-05	9,27E-05	9,35E-05	9,27E-05	9,26E-05	9,36E-05	9,28E-05	9,28E-05
Arsenic	2,60E-04	2,60E-04	2,60E-04	2,60E-04	2,60E-04	2,60E-04	2,60E-04	2,60E-04	2,60E-04
Chrome	1,75E-06	1,53E-06	1,42E-06	1,67E-06	1,46E-06	1,40E-06	1,72E-06	1,50E-06	1,52E-06
Nickel	9,00E-04	9,00E-04	9,00E-04	9,00E-04	9,00E-04	9,00E-04	9,00E-04	9,00E-04	9,00E-04
Benzène	7,03E-01	7,01E-01	7,01E-01	7,03E-01	7,01E-01	7,01E-01	7,03E-01	7,01E-01	7,01E-01
Acénaphthène	5,31E-05	3,59E-05	3,35E-05	5,03E-05	3,43E-05	3,29E-05	5,17E-05	3,49E-05	3,54E-05
Acénaphthylène	3,97E-05	2,69E-05	2,51E-05	3,76E-05	2,57E-05	2,46E-05	3,87E-05	2,61E-05	2,64E-05
Anthracène	1,10E-05	8,74E-06	8,28E-06	1,05E-05	8,45E-06	8,21E-06	1,09E-05	8,76E-06	8,90E-06
Benzo[a]anthracène	5,64E-05	5,49E-05	5,46E-05	5,61E-05	5,47E-05	5,45E-05	5,63E-05	5,48E-05	5,49E-05
Benzo[b]fluoranthène	1,45E-04	1,44E-04	1,44E-04	1,45E-04	1,44E-04	1,44E-04	1,45E-04	1,44E-04	1,45E-04
Benzo[k]fluoranthène	6,46E-05	6,37E-05	6,36E-05	6,44E-05	6,36E-05	6,36E-05	6,46E-05	6,38E-05	6,39E-05
Benzo[ghi]pérylène	1,48E-04	1,46E-04	1,45E-04	1,47E-04	1,46E-04	1,45E-04	1,48E-04	1,46E-04	1,46E-04
Chrysène	1,31E-05	1,05E-05	1,00E-05	1,26E-05	1,02E-05	9,98E-06	1,32E-05	1,07E-05	1,09E-05
Dibenzo[ah]anthracène	2,08E-05	2,06E-05	2,05E-05	2,07E-05	2,05E-05	2,05E-05	2,07E-05	2,06E-05	2,06E-05
Fluorène	1,07E-05	1,00E-05	9,90E-06	1,07E-05	1,00E-05	1,01E-05	1,15E-05	1,09E-05	1,12E-05
Fluoranthène	6,24E-05	4,63E-05	4,35E-05	5,94E-05	4,44E-05	4,28E-05	6,13E-05	4,56E-05	4,63E-05
Indéno[123-cd]pyrène	1,14E-04	1,13E-04	1,13E-04	1,14E-04	1,13E-04	1,13E-04	1,14E-04	1,13E-04	1,13E-04
Phénanthrène	1,31E-04	9,38E-05	8,79E-05	1,24E-04	8,98E-05	8,64E-05	1,28E-04	9,19E-05	9,31E-05
Pyrène	5,36E-05	4,02E-05	3,80E-05	5,12E-05	3,87E-05	3,75E-05	5,30E-05	4,00E-05	4,06E-05
Benzo[j]fluoranthène	9,53E-05	9,45E-05	9,44E-05	9,52E-05	9,45E-05	9,44E-05	9,55E-05	9,48E-05	9,49E-05

Tableau 41 : Concentrations dans l'air (C_i) obtenues pour une exposition chronique (en µg/m³) (source : IRIS conseil)

15.6 Etape 4 : Caractérisation des risques sanitaires

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

15.6.1 Méthode

Quotients de danger pour les substances à effets à seuils de dose

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

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

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

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

Avec :

QD : Ratio de Danger (sans unité)

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

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

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

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

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

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

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

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

Avec :

ERI : Excès de Risque Individuel (sans unité)

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

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

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

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

A noter que dans le cadre des études de zones, le Haut Conseil de la Santé Publique (HCSP) et l'Ineris proposent des seuils d'interprétation des QD et des ERI sous forme de fourchette. Les seuils d'interprétation, valables aussi bien pour le respiratoire que l'ingestion sont les suivants :

- ✓ Domaine d'action rapide : $ERI > 10^{-4}$ et $QD > 10$

Les risques sont jugés suffisamment préoccupants pour faire l'objet de mesures de protection « rapides » tant environnementales que sanitaires.

- ✓ Domaine de vigilance active : $10^{-5} < ERI < 10^{-4}$ et $1 < QD < 10$

Les niveaux de risque sont sérieux mais jugés moins préoccupants et demandent un approfondissement de l'analyse de la situation avant toute prise de décision en matière de gestion.

- ✓ Domaine de conformité : $ERI < 10^{-5}$ et $QD < 1$

Les niveaux de risque sont considérés comme non préoccupants et il n'est pas nécessaire de mettre en place des mesures de gestion particulières, en sus de celles qui existent déjà et relevant du principe général de maîtrise des émissions.

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

$ERI < 10^{-5}$

Et

$QD < 1$

15.6.2 Estimation des risques cumulés

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

Risques cumulés à seuil de dose

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

Le tableau 42 présente les systèmes cibles associés à chaque VTR retenue pour chaque substance. Comme indiqué dans ce tableau, parmi les substances pour lesquelles des quotients de danger sont estimés, les effets critiques associés à chaque VTR retenue concernent 5 systèmes cibles.

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

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

Tableau 42 : Détermination des substances dont les effets critiques à seuil de dose associés aux VTR retenues se rapportent au même système cible

Pour les substances pour lesquelles aucune VTR n'est disponible, une simple comparaison des doses d'exposition et des valeurs-guides est effectuée (tableau 43 et tableau 45).

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

Risques cumulés sans seuil de dose

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

15.6.3 Résultats

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

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

Exposition aiguë : comparaison aux valeurs guides

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

Substances	Populations vulnérables								
	1-Crèche Les Petits Bouts			2-Ecole maternelle Danièle Casanova			3-Ecole élémentaire Pierre Brossolette		
	Actuel 2021	Sans projet 2030	Avec projet 2030	Actuel 2021	Sans projet 2030	Avec projet 2030	Actuel 2021	Sans projet 2030	Avec projet 2030
PM10	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8	82,8
PM2,5	75,9	75,9	75,9	75,9	75,9	75,9	75,9	75,9	75,9
NO ₂	98,6	98,0	98,0	98,6	98,0	98,0	98,6	98,0	98,0

Tableau 43 : Comparaison entre les concentrations dans l'air C_i et les valeurs guides retenues (en µg/m³) (source : IRIS conseil)

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

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

Pour les particules PM10 et PM2,5, les scénarios étudiés ne se distinguent pas les uns des autres : les expositions aiguës sont presque identiques. Les concentrations exposées sont supérieures aux valeurs guides sur tous les sites sensibles en raison des concentrations de fond élevées.

Concernant le NO₂, les concentrations exposées sont plus élevées en situation Actuel 2021 par rapport aux scénarios futurs en 2030. Aucun dépassement de la valeur guide de l'exposition aiguë n'est observé dans le domaine d'étude.

Exposition chroniques aux substances à effets à seuil de dose

✓ **Quotient de danger**

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

Substances	Populations vulnérables								
	1-Crèche Les Petits Bouts			2-Ecole maternelle Danièle Casanova			3-Ecole élémentaire Pierre Brossolette		
	Actuel 2021	Sans projet 2030	Avec projet 2030	Actuel 2021	Sans projet 2030	Avec projet 2030	Actuel 2021	Sans projet 2030	Avec projet 2030
1,3-butadiène	1,20E-01	1,20E-01	1,20E-01	1,20E-01	1,20E-01	1,20E-01	1,20E-01	1,20E-01	1,20E-01
Benzo[a]pyrène	4,31E-02	4,27E-02	4,26E-02	4,30E-02	4,26E-02	4,26E-02	4,30E-02	4,27E-02	4,27E-02
Arsenic	1,59E-02	1,59E-02	1,59E-02	1,59E-02	1,59E-02	1,59E-02	1,59E-02	1,59E-02	1,59E-02
Chrome VI	5,38E-05	4,68E-05	4,36E-05	5,12E-05	4,48E-05	4,30E-05	5,29E-05	4,59E-05	4,65E-05
Nickel (sous forme oxydé)	3,60E-03	3,60E-03	3,60E-03	3,60E-03	3,60E-03	3,60E-03	3,60E-03	3,60E-03	3,60E-03
Benzène	6,47E-02	6,45E-02	6,45E-02	6,47E-02	6,45E-02	6,45E-02	6,47E-02	6,45E-02	6,45E-02

Tableau 44 : Résultats obtenus pour les QD chroniques (source : IRIS conseil)

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

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

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

Nous remarquons des QD en situation Avec projet 2030 sont nettement inférieurs aux QD calculés pour la situation Sans projet 2030 pour tous les polluants, à l'exception du Chrome VI dont la valeur du QD calculée à l'Ecole élémentaire Pierre Brossolette en situation Avec projet est supérieure à celle du scénario Sans projet.

✓ **Comparaison aux valeurs guides annuelles**

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

Substances	Populations vulnérables								
	1-Crèche Les Petits Bouts			2-Ecole maternelle Danièle Casanova			3-Ecole élémentaire Pierre Brossolette		
	Actuel 2021	Sans projet 2030	Avec projet 2030	Actuel 2021	Sans projet 2030	Avec projet 2030	Actuel 2021	Sans projet 2030	Avec projet 2030
PM10	1,51E+01	1,51E+01	1,51E+01	1,51E+01	1,51E+01	1,51E+01	1,51E+01	1,51E+01	1,51E+01
PM2,5	9,10E+00	9,08E+00	9,07E+00	9,09E+00	9,07E+00	9,07E+00	9,09E+00	9,07E+00	9,07E+00
NO ₂	1,82E+01	1,76E+01	1,76E+01	1,82E+01	1,76E+01	1,76E+01	1,82E+01	1,76E+01	1,76E+01

Tableau 45 : Comparaison entre les concentrations dans l’air C_i et les valeurs guides retenues (en µg/m³) (source : IRIS conseil)

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

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

Toutes les expositions sont inférieures aux valeurs guides pour tous les scénarios.

La comparaison montre que les concentrations sont similaires entre le scénario Avec projet et le scénario Sans projet : l’exposition Avec projet ne sera donc pas plus mauvaise que celle de la situation Sans projet.

Exposition chronique aux substances à effets sans seuil de dose

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

Substances	Populations vulnérables								
	1-Crèche Les Petits Bouts			2-Ecole maternelle Danièle Casanova			3-Ecole élémentaire Pierre Brossolette		
	Actuel 2021	Sans projet 2030	Avec projet 2030	Actuel 2021	Sans projet 2030	Avec projet 2030	Actuel 2021	Sans projet 2030	Avec projet 2030
1,3-butadiène	1,73E-05	1,73E-05	1,73E-05	1,73E-05	1,73E-05	1,73E-05	1,73E-05	1,73E-05	1,73E-05
Benzo[a]pyrène	4,02E-08	3,98E-08	3,97E-08	4,01E-08	3,98E-08	3,97E-08	4,01E-08	3,98E-08	3,98E-08
Arsenic	1,52E-08	1,52E-08	1,52E-08	1,52E-08	1,52E-08	1,52E-08	1,52E-08	1,52E-08	1,52E-08
Chrome VI	2,73E-08	2,38E-08	2,22E-08	2,60E-08	2,28E-08	2,19E-08	2,69E-08	2,34E-08	2,36E-08
Nickel (sous forme oxydé)	5,97E-08	5,97E-08	5,97E-08	5,97E-08	5,97E-08	5,97E-08	5,97E-08	5,97E-08	5,97E-08
Benzène	7,13E-06	7,11E-06	7,10E-06	7,13E-06	7,10E-06	7,10E-06	7,13E-06	7,11E-06	7,11E-06
HAP*	3,02E-08	2,98E-08	2,98E-08	3,01E-08	2,98E-08	2,97E-08	3,02E-08	2,98E-08	2,99E-08

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

Tableau 46 : Résultats obtenus pour ERI (source : IRIS conseil)

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

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

Les calculs d'ERI montrent que des dépassements du seuil sanitaire ($ERI > 10^{-5}$) sont observés au niveau de tous les sites sensibles pour le 1,3-butadiène pour l'ensemble des scénarios étudiés.

Nous remarquons que le résultat du Chrome VI à l'Ecole élémentaire Pierre Brossolette est plus élevé en situation Avec projet 2030 par rapport au scénario Sans projet 2030.

Pour les autres polluants, les ERI calculés pour les scénarios Sans et Avec projet sont presque similaires : la situation après renouvellement du quartier n'ajoute pas de risque supplémentaire par rapport à la situation Sans renouvellement.

Risques cumulés

✓ **Risques cumulés des substances à effet de seuil**

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

Système cible	Populations vulnérables								
	1-Crèche Les Petits Bouts			2-Ecole maternelle Danièle Casanova			3-Ecole élémentaire Pierre Brossolette		
	Actuel 2021	Sans projet 2030	Avec projet 2030	Actuel 2021	Sans projet 2030	Avec projet 2030	Actuel 2021	Sans projet 2030	Avec projet 2030
Respiratoire	3,65E-03	3,65E-03	3,64E-03	3,65E-03	3,64E-03	3,64E-03	3,65E-03	3,65E-03	3,65E-03
Reproductif et développemental	1,79E-01	1,79E-01	1,78E-01	1,79E-01	1,79E-01	1,78E-01	1,79E-01	1,79E-01	1,79E-01
Nerveux	1,59E-02	1,59E-02	1,59E-02	1,59E-02	1,59E-02	1,59E-02	1,59E-02	1,59E-02	1,59E-02
Hématologique et immunitaire	6,47E-02	6,45E-02	6,45E-02	6,47E-02	6,45E-02	6,45E-02	6,47E-02	6,45E-02	6,45E-02

Tableau 47 : Résultats obtenus pour les QD cumulés (source : IRIS conseil)

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

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

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

Pour la comparaison entre les scénarios Sans et Avec projet 2030, les résultats sont presque identiques.

✓ **Risques cumulés des substances à effets sans seuil**

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

Scénario	Populations vulnérables		
	1-Crèche Les Petits Bouts	2-Ecole maternelle Danièle Casanova	3-Ecole élémentaire Pierre Brossolette
Actuel 2021	2,46E-05	2,46E-05	2,46E-05
Sans projet 2030	2,46E-05	2,46E-05	2,46E-05
Avec projet 2030	2,46E-05	2,46E-05	2,46E-05

Tableau 48 : Résultats obtenus pour les ERI cumulés (source : IRIS conseil)

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

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

Les résultats obtenus dépassent la valeur de 10^{-5} recommandée par l'OMS sur l'ensemble des sites sensibles et quel que soit le scénario. Les ERI de 1,3-butadiène dépassent la valeur de 10^{-5} donc la somme de tous les ERI est par conséquent supérieure au seuil sanitaire.

16 ANALYSES ET INCERTITUDES

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

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

16.1 Incertitudes ayant pour effet de sous-estimer les risques

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

16.1.1 Inventaire des substances émises et liste des substances étudiées

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

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

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

16.1.2 Quantification des émissions en substances des véhicules

Suite aux informations récentes relatives à la sous-estimation des facteurs d'émissions des véhicules diesel Euro 5 et Euro 6 en Europe et aux Etats-Unis, le groupe de travail ERMES⁴ qui comprend des instituts européens chargés de proposer des facteurs d'émission, a communiqué en octobre 2015 sur l'impact potentiel de ces nouvelles informations sur les estimations des émissions réalisées à l'aide d'outils tels que HBEFA ou COPERT (utilisé dans le cadre de cette étude). D'après ce groupe de travail, les émissions actuellement appréhendées dans les facteurs d'émission pour les véhicules diesel Euro 5 ne dépendent pas uniquement des valeurs limites à l'émission réglementaires (a priori sous-estimées), mais aussi d'autres paramètres susceptibles de rendre les émissions plus réalistes que celles estimées à partir des mesures réalisées en laboratoire (conditions non réelles). Pour ces types de véhicules, les émissions estimées à partir des facteurs d'émission proposés sont donc a priori moins minorantes par rapport à la réalité que des émissions estimées uniquement par l'intermédiaire de valeurs limites à l'émission réglementaires. Dans le cas des véhicules Euro 6, ERMES reconnaît que les facteurs d'émission proposés actuellement sont susceptibles de sous-estimer la réalité.

⁴ European Research Groupe on Mobile Emission Sources

16.2 Incertitudes ayant pour effet de surestimer les risques

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

Chrome

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

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

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

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

Mélanges de substances

Les effets des mélanges sont encore mal appréhendés et la méthode d'évaluation des risques sanitaires actuellement disponible ne permet pas de les prendre en compte si ce n'est dans l'hypothèse d'une somme des effets des substances ayant les mêmes cibles et les mêmes mécanismes d'action (Ineris, 2003). Les effets

synergiques ou antagonistes ne sont donc pas appréhendés. Comme cela est rappelé dans le rapport de l'Ineris sur l'évaluation des risques sanitaires liés aux mélanges de natures chimiques (Ineris, 2006)⁵, la démarche d'ERS telle qu'elle est appliquée actuellement en France fournit des résultats pour chaque substance prise individuellement. D'après l'Ineris, le cadre des pratiques méthodologiques proposées par l'US-EPA et l'ATSDR pour évaluer les risques sanitaires liés à des mélanges de polluants chimiques ne remet pas en cause à court terme les pratiques françaises actuelles menées dans les études d'impact des installations classées.

Taux d'exposition journalier

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

⁵ Ineris, 2006, Evaluation des risques sanitaires liés aux mélanges de nature chimique, Perspectives dans le cadre des études d'impact sanitaire des dossiers de demande d'autorisation d'exploiter des installations classées.

Fréquence d'exposition annuelle pour des expositions chroniques

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

Durée d'exposition

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

Estimation des concentrations intérieures et extérieures (Ci)

Dans le cadre de cette étude, les concentrations à l'intérieur des espaces clos sont considérées comme équivalentes aux concentrations à l'extérieur des espaces clos. En réalité, le taux de pénétration des polluants dans les intérieurs n'est pas de 100 % et il est variable d'un polluant à l'autre. Pour certaines substances (dioxyde de soufre, poussières), les concentrations en intérieur sont susceptibles

d'être inférieures aux concentrations en extérieur du fait des capacités de filtration des bâtiments (Mosqueron et Nedellec, 2001)⁶.

Modélisation de la dispersion des concentrations

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

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

Incertitude intrinsèque aux VTR

L'établissement de valeurs toxicologiques de référence (VTR), pour la population générale ou sensible et pour une durée d'exposition aiguë ou chronique, à partir d'études épidémiologiques (principalement en milieu professionnel) ou animales, et présentant des conditions particulières d'exposition (doses administrées, durée et voie d'exposition, etc.) induit la prise en compte de facteurs d'incertitude

⁶ Mosqueron L. et V. Nedellec, 2001, Observatoire de la qualité de l'air intérieur, Inventaire des données françaises sur la qualité de l'air intérieur des bâtiments.

variables, le plus couramment compris entre 3 et 1000. Ces facteurs d'incertitude s'apparentent soit à une variabilité, soit à un manque de connaissance (vraie incertitude). A titre d'exemple, les facteurs d'incertitude relatifs à la variabilité concernent la gravité ou l'occurrence des effets sanitaires pouvant être observés entre 2 espèces différentes (variabilité inter-espèce) ou au sein d'une même espèce (variabilité intra-espèce). Les facteurs d'incertitude relatifs à un manque de connaissance concernent le plus souvent un manque de données disponibles (facteur permettant l'estimation d'un NOAEL⁷ à partir d'un LOAEL⁸, facteur permettant de considérer un effet sanitaire qui a fait l'objet de peu d'études, etc.). Ces différents facteurs d'incertitude sont considérés (et précisés) dans les différentes VTR utilisées dans la présente étude.

⁷ No Observed Adverse Effect Level : dose sans effets nocif observable.

⁸ Lowest Observed Adverse Effect Level : dose la plus basse avec un effet nocif observé.

17 CONCLUSIONS

Dans le cadre du projet de renouvellement du quartier Valibout sur la commune de Plaisir, une campagne de mesure de qualité de l'air a été réalisée.

Cette campagne de mesure a été réalisée du 1 au 15 septembre 2021 au droit de 5 sites où il a été relevé les concentrations de dioxyde d'azote (NO₂) et des particules PM10.

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

Les températures relevées pendant la campagne de mesure sont supérieures à la normale du mois de septembre et largement supérieure à la normale annuelle. La hauteur des précipitations est également un peu plus élevée que les normales.

Les résultats des concentrations mesurées lors de cette campagne n'ont mis en évidence **aucun dépassement de la valeur limite en dioxyde d'azote (NO₂)** pour tous les points de mesures. Les concentrations relevées pour le NO₂ sont comprises entre 12,4 et 24,9 µg/m³.

De la même manière, **les concentrations de particules PM10 ne dépassent pas la valeur limite** sur aucun des points de mesures. Cependant un point de mesure, très éloigné de la zone projet dépasse l'objectif de qualité défini en moyenne annuelle également. Les concentrations relevées pour les PM10 sont comprises entre 23,6 et 33,2 µg/m³.

Pour prévoir les concentrations des polluants en situations Sans projet et Avec projet, une modélisation à l'aide du logiciel ARIA Impact a été effectuée en tenant

compte de la topographie, des trafics automobiles, de la pollution de fond et des conditions météorologiques.

Trois scénarios ont été étudiés : Actuel 2021, Sans projet 2030 et Avec projet 2030.

Comparativement à la situation 2021, **les scénarios en 2030 sont moins émetteurs de polluants atmosphériques** grâce aux améliorations technologiques des véhicules.

Les résultats des calculs montrent que **les concentrations de polluants sont légèrement plus faibles en situation Avec projet 2030 par rapport au scénario Sans projet 2030.**

L'évaluation de **l'exposition avec l'Indice Pollution/Population** (Indicateur sanitaire basé sur les données de population et sur les concentrations de dioxyde d'azote) montre **une amélioration nette entre les scénarios Avec projet et Sans projet 2030** (variation de 0,12%).

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

De manière générale, **l'ERS montre selon les différents calculs que les situations Sans projet et Avec projet 2030 sont quasiment équivalentes.**

Exposition aiguë

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

collectées, ces dépassements, qui concernent l'ensemble des scénarios, sont principalement liés au niveau de fond ambiant (en dehors des voies de circulation).

Exposition chronique à effet de seuil de dose

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

Pour les poussières (PM10 et PM2,5) et le dioxyde d'azote, pour lesquels aucune valeur toxicologique de référence n'est disponible dans la littérature consultée, mais qui disposent d'une valeur guide annuelle, **aucun dépassement des valeurs guides a été déterminé.**

Exposition chronique sans effet de seuil

Des dépassements du seuil sanitaire sont observés pour le 1,3-butadiène au niveau de tous les sites sensibles et pour tous les scénarios étudiés.

Risques cumulés

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

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

Les sommes d'excès de risque individuel (ERI) ont été estimées sans tenir compte du système cible concerné, comme cela est recommandé pour ce type de risque.

Des dépassements du seuil de conformité ($ERI > 10^{-5}$) sont observés sur l'ensemble des sites vulnérables pour tous les scénarios étudiés.

D'après cette étude « air et santé », le projet de renouvellement du quartier Valibout, comparativement aux scénarios Sans projet, n'a pas d'impact significatif sur la qualité de l'air au niveau du secteur du projet.

18 ANNEXES

Point de mesure n°1

Adresse : rue du Valibout partie sud

Lat, Long : 48.82054, 1.95772

Polluant mesuré : NO₂ et PM10

Concentrations mesurées : 20,3 et 24,5 µg/m³

Durée d'exposition : du 01/09 au 15/09 2021

Photo :



Localisation :



Point de mesure n°2

Adresse : rue du Valibout partie nord

Lat, Long : 48.82329, 1.95493

Polluant mesuré : NO₂ et PM10

Concentrations mesurées : 24,5 et 26,5 µg/m³

Durée d'exposition : du 01/09 au 15/09 2021

Photo :



Localisation :	
Point de mesure n°3	
Adresse : rue Jules Verne Lat, Long : 48.82139, 1.95208 Polluant mesuré : NO ₂ et PM10 Concentrations mesurées : 20,3 et 24,5 µg/m ³ Durée d'exposition : du 01/09 au 15/09 2021	
Photo :	

Localisation :	
Point de mesure n°4	
Adresse : Avenue François Mitterrand Lat, Long : 48.8204, 1.95281 Polluant mesuré : NO ₂ et PM10 Concentrations mesurées : 20,3 et 24,4 µg/m ³ Durée d'exposition : du 01/09 au 15/09 2021	
Photo :	



Point de mesure n°5

Adresse : Chemin de Neauphle à Thiverval

Lat, Long : 48.83194, 1.91231

Polluant mesuré : NO₂ et PM10

Concentrations mesurées : 12,4 et 33,2 µg/m³

Durée d'exposition : du 01/09 au 15/09 2021

Photo :



Localisation :

