

# Etude de qualité de l'air extérieur dans le cadre du futur centre de détention de Crisenoy (77)

## Phase Prospection et synthèse



**Pour :**

Agence Publique pour l'Immobilier de la Justice (APIJ)  
67 av. de Fontainebleau  
94270 Le Kremlin-Bicêtre

Rapport n° ENV\_2210063 \_R2\_V3

N° de version	Rédaction	Relecture	Validation
1	Dalia Salameh Bryan Vincent 16/02/2023	Marie Guibert Benoît Duval 17/02/2023	Marie Guibert Frédéric Pradelle 17/02/2023
2 <i>Prise en compte des commentaires de l'APIJ Intégration des modélisations des états futurs (tranches optionnelles)</i>	Marie Guibert Bryan Vincent 22/02/2023	Marie Guibert Benoît Duval 22/02/2023	Marie Guibert Frédéric Pradelle 22/02/2023
3 <i>Prise en compte des commentaires de l'APIJ Intégration du calcul de l'IPP (avenant)</i>	Marie Guibert Bryan Vincent 31/03/2023	Marie Guibert Pierre-Yves Guernion 31/03/2023	Marie Guibert Frédéric Pradelle 31/03/2023

contact@ispira.fr

*Siège social* : Av. Louis Philibert - 13100 Aix-en-Provence - 04 13 41 98 72

*Agence IDF* : Rue des Bateliers - 92110 Clichy - 01 80 88 98 54

## Table des matières

1	Résumé .....	6
2	Contexte .....	7
2.1	Projet .....	7
2.2	Niveau d'étude.....	8
2.3	Polluants étudiés.....	8
2.4	Valeurs réglementaires pour les polluants mesurés .....	9
2.5	Stations Airparif prises en compte .....	10
3	Campagne de mesure in-situ.....	12
3.1	Conditions météorologiques.....	12
3.1.1	Température et pluviométrie.....	12
3.1.2	Roses des vents.....	13
3.2	Stratégie d'échantillonnage .....	14
3.3	Résultats.....	15
3.3.1	Dioxyde d'azote.....	15
3.3.2	Particules PM <sub>10</sub> et PM <sub>2,5</sub> .....	17
4	Modélisation de l'état initial .....	21
4.1	Réseau d'étude .....	21
4.2	Evaluation des émissions sur la zone d'étude .....	22
4.2.1	Trafic considéré et caractéristiques des axes routiers .....	22
4.2.2	Facteurs d'émissions et parc roulant .....	23
4.3	Bilan des émissions .....	24
4.4	Etude de dispersion atmosphérique.....	25
4.4.1	Polluants et indicateurs .....	25
4.4.2	Logiciel de dispersion.....	25
4.4.3	Périmètre d'étude et récepteurs .....	25
4.4.4	Principales données d'entrée.....	27
4.4.5	Conversion NO <sub>x</sub> /NO <sub>2</sub> .....	29
4.4.6	Pollution de fond .....	29
4.4.7	Validation du modèle par comparaison mesures/modèles .....	30
4.4.8	Résultats de la modélisation pour le scénario état initial 2021.....	32
5	Modélisation des états futurs.....	35
5.1	Définition du réseau d'étude.....	35
5.1.1	Données considérées.....	35
5.1.2	Réseau d'étude.....	35

5.2	Evaluation des émissions sur la zone.....	37
5.2.1	Trafic considéré et caractéristiques des axes routiers .....	37
5.2.2	Parc roulant .....	38
5.2.3	Bilan des émissions .....	38
5.3	Etude de la dispersion atmosphérique.....	42
5.3.1	Périmètre d'étude et récepteurs .....	42
5.3.2	Principales données d'entrée.....	43
5.3.3	Résultats de la modélisation pour les différents scénarios prospectifs 2027.....	43
6	Evaluation de l'exposition (Indice Pollution Population).....	50
6.1	Bande d'étude.....	50
6.2	Méthode de calcul de l'Indice Pollution – Population .....	50
6.3	Résultats.....	52
7	Evaluation des émissions associées au chauffage sur la zone d'étude .....	52
7.1	Polluants étudiés.....	52
7.2	Données d'entrée utilisées .....	52
7.3	Bilan des émissions .....	54
7.4	Analyse du bilan des émissions .....	55
8	Conclusions .....	55
9	Annexe 1 : Présentation des méthodes de mesure .....	57
10	Annexe 2 : Fiches descriptives des points de mesure .....	58
11	Annexe 3 : Rapport d'analyse du laboratoire PASSAM.....	68
12	Annexe 4 : Cartographies des concentrations modélisées à l'état initial (2021) .....	69
13	Annexe 5 : Cartographies des concentrations modélisées pour les états futurs (2027).....	72

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Tableau à prendre en compte pour le choix du niveau d'étude selon le guide méthodologique .....	8
Tableau 2 : Valeurs de référence pour les polluants mesurés .....	10
Tableau 3 : Typologie et polluants mesurés pour les stations Airparif retenues .....	11
Tableau 4 : Comparaison avec les relevés météorologiques observés à Melun au mois de janvier (statistiques 1991-2020, source fiche climatologique de Météo-France).....	13
Tableau 5 : Teneur en soufre des carburants considérés.....	24
Tableau 6 : Bilan des émissions pour l'état initial .....	24
Tableau 7 : Liste des points récepteurs retenus dans la modélisation .....	26
Tableau 8 : Pollution de fond annuelle retenue dans les calculs de modélisation .....	30
Tableau 9 : Paramètres statistiques de performance .....	31
Tableau 10 : Résultats de la modélisation - Etat initial 2021 .....	32
Tableau 11 : Nombre de kilomètres parcourus par jour pour les différents scénarios (incluant l'état initial 2021).....	37
Tableau 12 : Bilan des émissions pour les différents scénarios, en kilogramme par an.....	39
Tableau 13 : Résultats de la modélisation – Scénario 2027 Référence .....	44
Tableau 14 : Résultats de la modélisation – Scénario 2027 Projet .....	45
Tableau 15 : Largeur des bandes d'étude en fonction des TMJA .....	50
Tableau 16 : Facteurs d'émissions OMINEA 2022 pour les chaudières de moins de 20 MW .....	53
Tableau 17 : VLE applicables a priori aux projets de chaudières.....	53
Tableau 18 : Bilan des émissions projetées, en kilogramme par an .....	54
Tableau 19 : Synthèse des résultats.....	55
Tableau 20 : Caractéristiques du Nemo QAE.....	57

## Liste des figures

Figure 1 : Localisation du périmètre du projet d'aménagement (source : APIJ).....	7
Figure 2 : Localisation du périmètre du projet d'aménagement avec la réalisation d'une nouvelle route (source : APIJ) .....	7
Figure 3 : Implantation des stations de mesure Airparif vis-à-vis de la zone d'étude.....	11
Figure 4 : Evolution des précipitations et de la température au cours de la campagne de mesure à la station de Melun – Villaroche (données MétéoFrance ) .....	12
Figure 5 : Rose des vents à la station de Melun en janvier de 2012 à 2022 – données issues de Météo France.....	13
Figure 6 : Rose des vents à la station de Melun du 09 au 23 janvier 2023 – données issues de Météo France.....	13
Figure 7 : Evolution de la vitesse du vent enregistrée sur la station de Melun au cours de la campagne de mesure (données issues de Météo France).....	14
Figure 8 : Polluants mesurés par point de mesure sur la zone du projet.....	15
Figure 9 : Concentrations moyennes en dioxyde d'azote sur les différents points de mesures du 09 au 23 janvier 2023 .....	15
Figure 10 : Cartographie des concentrations moyennes en dioxyde d'azote sur chaque point de mesure du 09 au 23 janvier 2023 .....	16

Figure 11 : Concentrations moyennes en NO <sub>2</sub> mesurées sur les différents points de mesure et aux stations d'Airparif au cours de la campagne ainsi que leurs évolutions annuelles moyennes (2017-2022) sur ces stations.....	17
Figure 12 : Evolution des concentrations journalières en PM <sub>10</sub> au point 3 et à la station RN6-Melun du 09 au 19 janvier 2023 .....	18
Figure 13 : Evolution des concentrations journalières en PM <sub>2,5</sub> au point 3 et aux stations d'Airparif du 09 au 19 janvier 2023 .....	19
Figure 14 : Concentrations moyennes en PM <sub>10</sub> relevées au point 3 et à la station RN6-Melun durant la campagne de mesure ainsi que les évolutions annuelles moyennes (2017-2022) sur cette station.....	19
Figure 15 : Concentrations moyennes en PM <sub>2,5</sub> relevées au point 3 et aux stations d'Airparif durant la campagne de mesure ainsi que les évolutions annuelles moyennes (2017-2022) sur ces stations.....	20
Figure 16 : Réseau d'étude disponible d'après l'étude trafic du bureau d'étude TransMobilité.....	21
Figure 17 : Réseau pris en compte dans les modélisations.....	22
Figure 18 : Paramètres pris en compte dans COPERT5.....	23
Figure 19 : Périmètre d'étude et points récepteurs.....	26
Figure 20 : Rose des vents observés sur la station météorologique de l'aérodrome de Villaroche en 2021.....	27
Figure 21 : Topographie (en mNGF) utilisée dans le modèle ADMS.....	28
Figure 22 : Hauteur de rugosité prise en compte dans la modélisation.....	29
Figure 23 : Graphique présentant la comparaison modèle/mesure pour le NO <sub>2</sub> sur chaque point de prélèvement pendant la campagne de mesure (entre le 9 et le 23 janvier 2023) .....	31
Figure 24 : Cartographie des concentrations en NO <sub>2</sub> - Etat initial 2021.....	33
Figure 25 : Cartographie des concentrations en PM <sub>10</sub> - Etat initial 2021.....	34
Figure 26 : Cartographie des concentrations en PM <sub>2,5</sub> - Etat initial 2021.....	34
Figure 27 : Réseau d'étude disponible d'après l'étude trafic du bureau d'étude TransMobilités.....	36
Figure 28 : Réseau pris en compte dans la modélisation.....	37
Figure 29 : Evolution du parc roulant français pour les deux horizons d'étude .....	38
Figure 30 : Emission en kg/an selon le scénario sur le réseau d'étude.....	40
Figure 31 : Evolution des émissions par rapport à l'état initial 2021 par polluant et scénario .....	41
Figure 32 : Evolution des émissions par rapport au scénario de référence 2027 par polluant et scénario.....	42
Figure 33 : Périmètre d'étude et points récepteurs - états futurs .....	43
Figure 34 : Cartographie des concentrations en NO <sub>2</sub> - Scénario Référence 2027.....	47
Figure 35 : Cartographie des concentrations en NO <sub>2</sub> - Scénario 2027 Projet.....	47
Figure 36 : Cartographie des concentrations en PM <sub>10</sub> - Scénario Référence 2027 .....	48
Figure 37 : Cartographie des concentrations en PM <sub>10</sub> - Scénario 2027 Projet .....	48
Figure 38 : Cartographie des concentrations en PM <sub>2,5</sub> - Scénario Référence 2027 .....	49
Figure 39 : Cartographie des concentrations en PM <sub>2,5</sub> - Scénario 2027 Projet.....	49
Figure 40 : Nombre d'individus résidant dans les bandes d'étude (source : INSEE) .....	51
Figure 41 : Indice Pollution-Population pour les différents scénarios.....	52
Figure 42 : Emissions totales (en kg/an) associées au projet, incluant trafic (P2), chaudière(s) gaz et chaudière(s) bois .....	54
Figure 43 : Principe de l'échantillonneur passif Passam .....	57
Figure 44 : Nemo QAE .....	57

## 1 Résumé

Ce rapport présente l'étude Air et Santé conduite dans le cadre de la construction d'un futur centre pénitentiaire de 1000 places à Crisenoy. Il traite de la caractérisation de l'état initial par des mesures in-situ et de la modélisation du dioxyde d'azote et des particules sur la zone à l'état initial et aux horizons futurs de mise en service du projet.

Les concentrations en dioxyde d'azote s'échelonnent de 7,3 à 13,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  durant la campagne, les niveaux moyens en particules sont respectivement de 7,8 et 5,7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les  $\text{PM}_{10}$  et les  $\text{PM}_{2,5}$ .

Au vu des résultats et des modélisations réalisées pour l'état initial et les états futurs, il apparaît que la zone d'étude est soumise à des concentrations en dioxyde d'azote  $\text{NO}_2$ , en  $\text{PM}_{10}$  et en  $\text{PM}_{2,5}$  relativement faibles à proximité du projet, et que la réglementation française est respectée sur son emprise. La partie sud du projet apparaît comme la plus exposée aux émissions de l'autoroute A5 située à environ 50 mètres. En effet, les valeurs guide de l'OMS de 2021 sont dépassées sur une partie de l'emprise du projet pour le dioxyde d'azote et les particules fines  $\text{PM}_{10}$  et  $\text{PM}_{2,5}$ , comme sur une grande partie du territoire francilien.

Ainsi, au regard du respect des valeurs réglementaires françaises sur la zone pour l'ensemble des scénarios, la qualité de l'air est compatible avec l'implantation du projet de centre pénitentiaire. D'après les modélisations, nous conseillons au stade de la conception du centre, pour favoriser la qualité de l'air intérieur, de minimiser les prises d'air neuf (ventilation naturelle ou mécanique) en partie sud du projet au profit de la partie nord, plus éloignée de l'autoroute.

En ce qui concerne l'exposition des riverains à proximité du centre, l'Indice Pollution Population, croisant densité de population et concentrations en  $\text{NO}_2$ , a été calculé afin d'estimer l'évolution de leur exposition. En l'absence de réalisation du projet, une nette diminution de l'IPP est constatée : celle-ci est de l'ordre de 27,9 % entre l'état initial 2021 et 2027. On constate également une diminution de l'IPP entre le scénario d'état initial et le scénario projet, bien que moindre, de l'ordre de 13 %. La réalisation de la maison d'arrêt avec le contournement (scénario « 2027 Projet ») a un effet sur l'exposition des riverains selon l'indice IPP, et contribue à une augmentation de celui-ci de l'ordre de 11,3 % par rapport au scénario de référence 2027 ; cette augmentation étant à relativiser au regard des concentrations projetées sur la zone.

Une estimation des émissions des futures chaudières du centre pénitentiaire a été réalisée. Il en ressort que, à l'exception des  $\text{COV}_{\text{nm}}$ , les émissions du projet associées aux chaudières seront significativement plus élevées que celles du trafic, et ce, tant pour les polluants d'intérêt principal ( $\text{NO}_x$  et  $\text{PM}$  essentiellement), que pour les polluants traces (arsenic, nickel, B[a]P) ; la contribution des chaudières bois à ces émissions étant prépondérante. A noter que la traduction en termes d'impact sur la qualité de l'air n'est pas triviale car la réglementation existante pour les chaudières intègre des exigences tant d'un point de vue hauteur de cheminée que de vitesse d'éjection des gaz, et ce, afin de favoriser la dispersion atmosphérique. Aussi, à émissions équivalentes, l'impact sur la qualité de l'air associé sera d'une manière globale plus diffus que l'impact du trafic.

## 2 Contexte

### 2.1 Projet

Dans le cadre de la construction d'un futur centre pénitentiaire de 1000 places à Crisenoy (77), l'APIJ a mandaté ISPIRA pour la réalisation d'une étude air et santé sur la zone d'étude.

Le site du futur établissement pénitentiaire se situe à proximité de l'autoroute A5 et de la départementale D57.

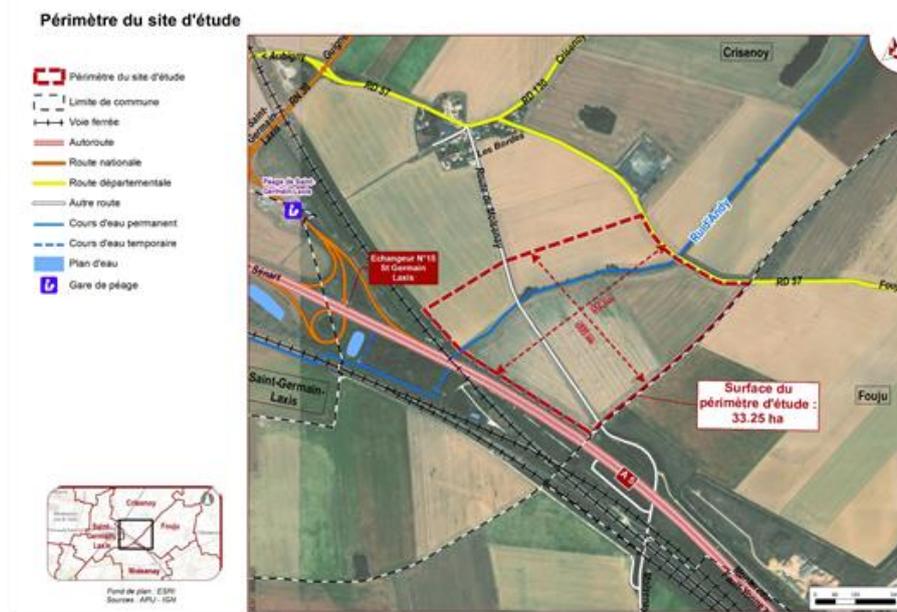


Figure 1 : Localisation du périmètre du projet d'aménagement (source : APIJ)

Le site étudié représente une superficie d'environ 33 ha et est principalement composé de parcelles agricoles. Il est aussi traversé par un cours d'eau, le ru d'Andy.

De plus, il est prévu la réalisation d'une nouvelle route : il s'agira d'un dévoiement de la D57 pour éviter la traversée du hameau des Bordes par les véhicules accédant à l'établissement pénitentiaire comme illustré par le tracé rouge figure suivante :

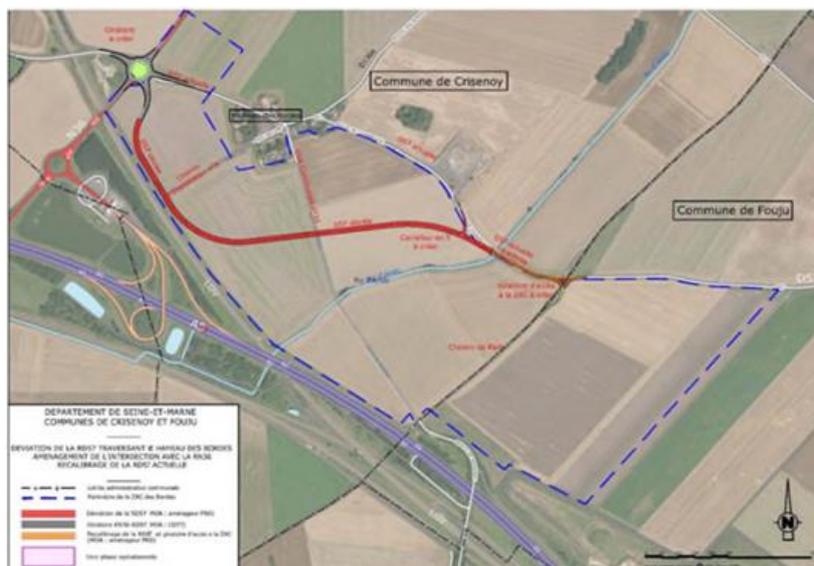


Figure 2 : Localisation du périmètre du projet d'aménagement avec la réalisation d'une nouvelle route (source : APIJ)

## 2.2 Niveau d'étude

Conformément à la note technique du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières du CEREMA (Centre d'Etudes et d'expertise sur les Risques, l'Environnement, la Mobilité et l'Aménagement) et à son guide méthodologique<sup>1</sup>, les caractéristiques du projet (zone d'étude, trafics engendrés, ...) montrent **qu'il s'agit ici d'une étude de niveau II** (voir tableau ci-dessous).

Tableau 1 : Tableau à prendre en compte pour le choix du niveau d'étude selon le guide méthodologique

Trafic à l'horizon de l'étude le plus lointain (selon tronçons homogènes de plus de 1 km)	> 50 000 véh/j	De 25 000 à 50 000 véh/j	De 10 000 à 25 000 véh/j	≤ 10 000 véh/j
Densité hab/km <sup>2</sup> dans la bande d'étude				
<b>GI</b> <b>Bâti avec densité ≥ 10 000 hab/km<sup>2</sup></b>	I	I	II	II si L projet > 5 km ou III si L projet ≤ 5 km
<b>GII</b> <b>Bâti avec densité &gt; 2 000 et &lt; 10 000 hab/km<sup>2</sup></b>	I	II	II	II si L projet > 25 km ou III si L projet ≤ 25 km
<b>GIII</b> <b>Bâti avec densité ≤ 2 000 hab/km<sup>2</sup></b>	I	II	II	II si L projet > 50 km ou III si L projet ≤ 50 km
<b>GIV</b> <b>Pas de bâti</b>	III	III	IV	IV

En effet, le trafic maximal prévu à l'horizon du projet se situe entre 10 000 et 25 000 véhicules par jour et la zone est bâti en proximité du projet, notamment au niveau du hameau des Bordes.

Pour estimer l'impact du projet sur la qualité de l'air, il a été convenu de s'appuyer sur le guide méthodologique élaboré par le CEREMA pour l'évaluation du volet « air et santé » des études d'impact routières<sup>2</sup>. Les propositions de ce guide, sont appliquées dans le cas de cet aménagement.

## 2.3 Polluants étudiés

Sur la base du guide méthodologique sur le volet « Air et Santé » des études d'impact routières (CEREMA, 2019<sup>3</sup>), servant de cadre de référence pour les projets d'aménagement urbains, les polluants suivants sont pris en compte dans le présent volet Air et Santé : oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), particules en suspension (PM<sub>10</sub>), particules fines (PM<sub>2.5</sub>), monoxyde de Carbone (CO), composés organiques volatiles non méthaniques (COVNM), benzène, dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), arsenic (As), nickel (Ni), benzo(a)pyrène (BaP).

Une étude bibliographique relative aux données de qualité de l'air sur la zone, notamment pour les polluants réglementés mais non mesurés ici, a été menée dans un précédent rapport<sup>4</sup>.

<sup>1</sup> CEREMA, Ministère de la transition écologique et solidaire, Ministère des solidarités et de la santé. Guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières. 22 février 2019.

<sup>3</sup> CEREMA, Guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du 22 février 2019.

<sup>4</sup> ENV\_2210063\_R1\_V1\_APIJ Crisenoy Phase Preparation

## 2.4 Valeurs réglementaires pour les polluants mesurés

La stratégie communautaire de surveillance de la qualité de l'air et les valeurs réglementaires (valeurs limites, valeurs cibles, objectifs de qualité sur le long terme) sont indiquées dans la directive européenne (2008/50/CE) du 21 septembre 2008 et dans la directive n°2004/107/CE du 15 décembre 2004. Ces textes ont été transposés par la France par le décret 2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air. Les critères nationaux de qualité de l'air sont définis dans le Code de l'environnement (articles R221-1 à R221-3). Il existe différents seuils :

Valeur limite : niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, il est 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.

Objectif de qualité : niveau à minorer ou 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.

Les résultats de la campagne de mesures de la qualité de l'air seront comparés aux valeurs limites et objectifs de qualité présentés dans le tableau ci-dessous, où figurent également les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (note : FR/UE/OMS= origine des valeurs).

Tableau 2 : Valeurs de référence pour les polluants mesurés

Particules PM <sub>10</sub>		
Objectif de qualité	30 µg/m <sup>3</sup> (FR) 15 µg/m <sup>3</sup> (OMS)	en moyenne annuelle
	45 µg/m <sup>3</sup> (OMS)	en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours/an
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	50 µg/m <sup>3</sup> (UE)	en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours/an
	40 µg/m <sup>3</sup> (UE)	en moyenne annuelle
Particules PM <sub>2,5</sub>		
Objectif de qualité	10 µg/m <sup>3</sup> (FR) 5 µg/m <sup>3</sup> (OMS)	en moyenne annuelle
	15 µg/m <sup>3</sup> (OMS)	en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours/an
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	25 µg/m <sup>3</sup> (FR)	en moyenne annuelle
Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )		
Objectif de qualité	40 µg/m <sup>3</sup> (FR) 10 µg/m <sup>3</sup> (OMS)	en moyenne annuelle
	25 µg/m <sup>3</sup> (OMS)	en moyenne journalière
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	200 µg/m <sup>3</sup> (UE + FR)	en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures/an
	40 µg/m <sup>3</sup> (UE+FR)	en moyenne annuelle

## 2.5 Stations Airparif prises en compte

Sur l'ensemble du territoire national, la surveillance de la qualité de l'air est effectuée par diverses associations à l'échelle des régions. L'association agréée de surveillance de la qualité de l'air en région Ile-de-France est Airparif. Ainsi, les résultats des mesures réalisées par ISPIRA sont comparés aux données de ces stations et mis en perspective avec les données historiques de ces dernières.

Les stations Airparif les plus proches de la zone et mesurant les polluants de la campagne de mesure sont celles d'Evry ainsi que de Melun et Fontainebleau. Leurs emplacements vis-à-vis de la zone d'étude sont illustrés sur la carte suivante.

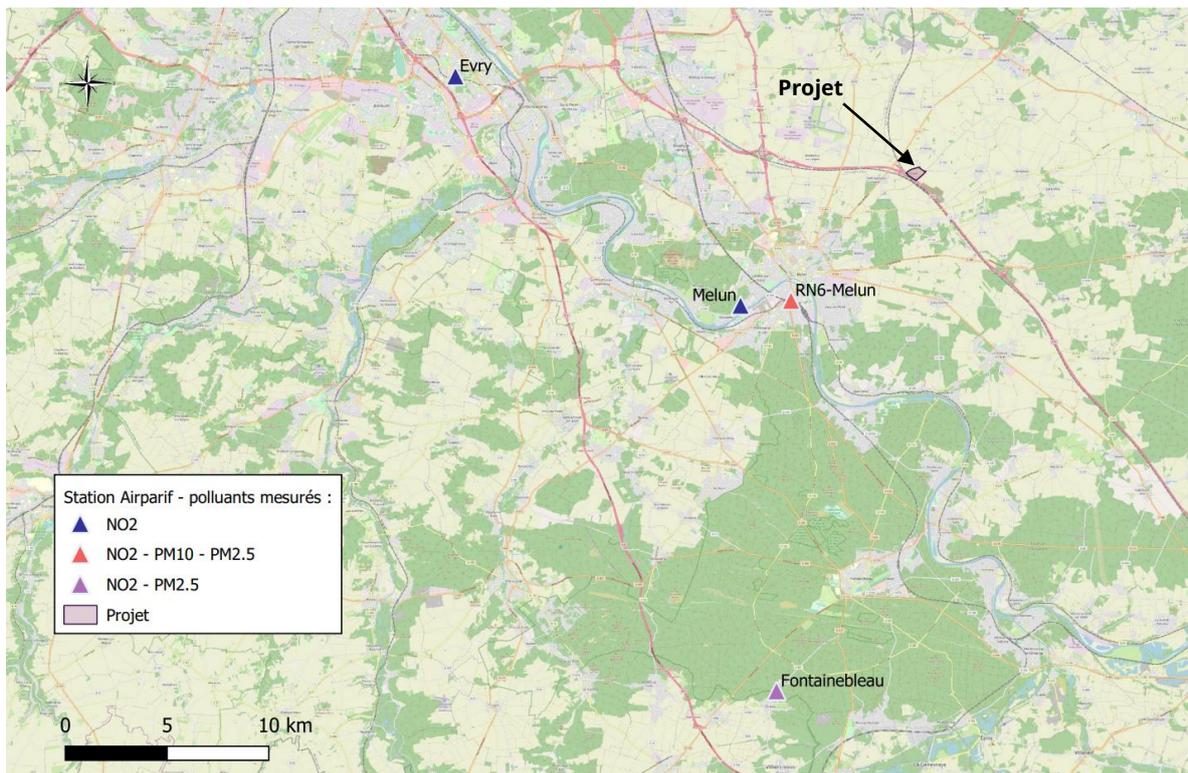


Figure 3 : Implantation des stations de mesure Airparif vis-à-vis de la zone d'étude

Le tableau ci-dessous détaille les polluants mesurés par chacune de ces stations :

Tableau 3 : Typologie et polluants mesurés pour les stations Airparif retenues

Station	Typologie	Polluants mesurés		
		NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>
Evry	Fond urbain	X		
RN6 - Melun	Trafic périurbain	X	X	X
Melun	Fond périurbain	X		
Fontainebleau	Fond rural régional	X		X

### 3 Campagne de mesure in-situ

#### 3.1 Conditions météorologiques

Les données météorologiques enregistrées durant la période de mesure (du 09 au 23 janvier 2023) sur la station de Melun – Villaroche (*Indicatif : 77306001, alt : 91m, lat : 48°36'37"N, lon : 2°40'46"E*), à environ 5 kilomètres à vol d'oiseau du projet, sont présentées ci-après.

##### 3.1.1 Température et pluviométrie

Les températures minimales, maximales et moyennes ainsi que les hauteurs des précipitations sont présentées figure suivante. Il est à noter que la première semaine de la campagne de mesure se caractérise par des températures moyennes plus élevées oscillant en moyenne entre 5 et 10°C, et par une pluviométrie plus importante pouvant atteindre 11 mm le 14 janvier. Quant à la deuxième semaine, les températures moyennes relevées sont moins variables et plus faibles (de 0 à 2°C en moyenne, avec des minima négatifs), et avec de très faibles précipitations, voire aucune les 3 derniers jours de la campagne. Ainsi, la période de mesure présente des conditions météorologiques contrastées avec une première semaine favorable à l'abattement des polluants et une seconde présentant des conditions de stabilité atmosphérique et de faible pluviométrie, plus favorables à l'accumulation des polluants dans l'air.

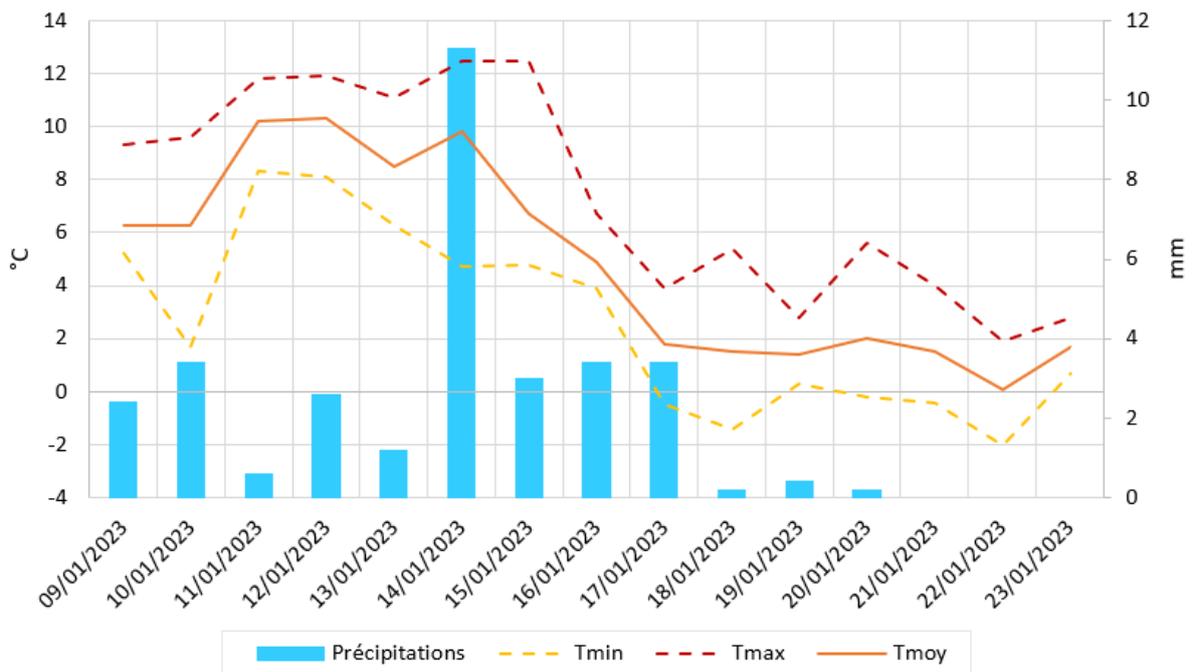


Figure 4 : Evolution des précipitations et de la température au cours de la campagne de mesure à la station de Melun – Villaroche (données MétéoFrance)

La comparaison de ces données avec les relevés météorologiques observés sur la station de Melun au moins de janvier (statistiques 1991-2020) est présentée dans le tableau suivant :

Tableau 4 : Comparaison avec les relevés météorologiques observés à Melun au mois de janvier (statistiques 1991-2020, source fiche climatologique de Météo-France)

	Période de mesure 09 au 23 janvier 2023	Normales du mois de janvier (1991-2020)
Température moyenne (°C)	4,9	4,2
Précipitations (mm)	32,1	50,9
Nombre moyen de jours avec précipitations > 1 mm	8	10,7

La période de mesure se caractérise par une température moyenne comparable aux normales de saison. Les précipitations relevées durant les 15 jours de campagne apparaissent quant à elles plus élevées que les normales de saison mensuelles car, en cette première partie du mois de janvier, les précipitations relevées sont supérieures à la moitié de la normale du mois de janvier.

### 3.1.2 Roses des vents

Les figures ci-après présentent les roses des vents de la station Melun – Villaroche soit les fréquences des vents classées par direction et vitesse. Les roses des vents sont calculées à partir des données horaires du mois de janvier pour les périodes allant de 2012 à 2022 (Figure 5), rose décennale des vents, et pour celle du 09 au 23 janvier 2023 (Figure 6), rose des vents de la campagne. Pour rappel, la rose indique d'où vient le vent.

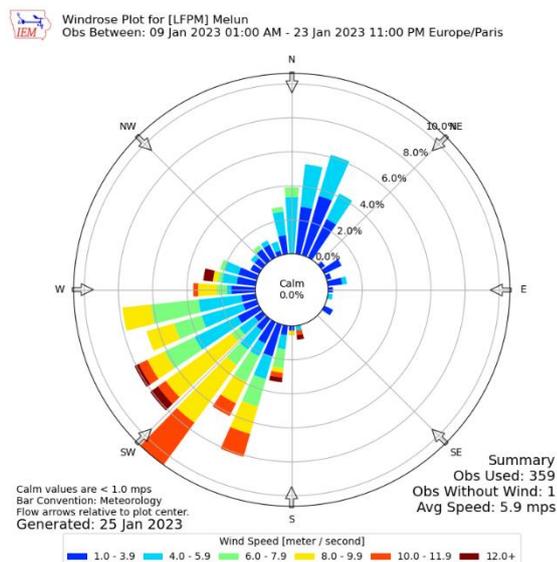
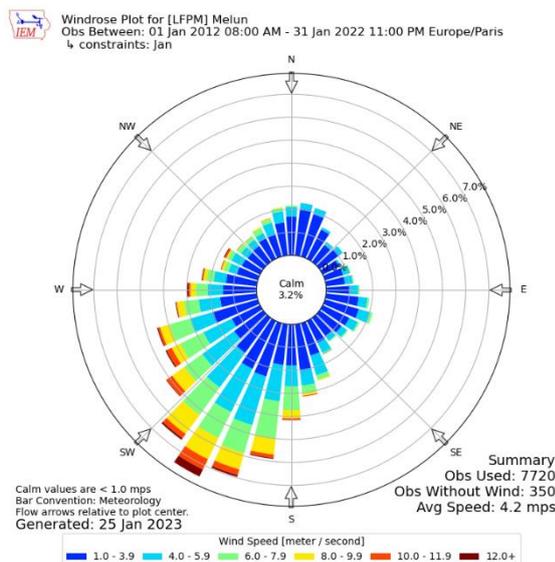


Figure 5 : Rose des vents à la station de Melun en janvier de 2012 à 2022 – données issues de Météo France<sup>5</sup>

Figure 6 : Rose des vents à la station de Melun du 09 au 23 janvier 2023 – données issues de Météo France

Lors de la campagne de mesure, les vents proviennent majoritairement d'un large secteur sud-ouest avec des vitesses moyennes élevées, et dans une moindre mesure des secteurs nord/nord-est avec des vents plus calmes. Ces vents sont relativement semblables à ceux habituellement observés sur la zone au mois de janvier bien que de vitesse plus importante en moyenne.

<sup>5</sup> Iowa Environment Mesonet – Iowa State University

Toutefois, il convient de noter que la première semaine de la campagne de mesure se caractérise par des vents plus intenses, favorables à la dispersion des polluants, par rapport à la deuxième semaine qui quant à elle présente des vitesses de vents beaucoup plus faibles (voir Figure 7). Ces vents faibles associés à des conditions météorologiques peu favorables à la dispersion des polluants (températures plus froides avec de très faibles précipitations), peuvent entraîner une accumulation des polluants dans la zone d'étude en fin de campagne.

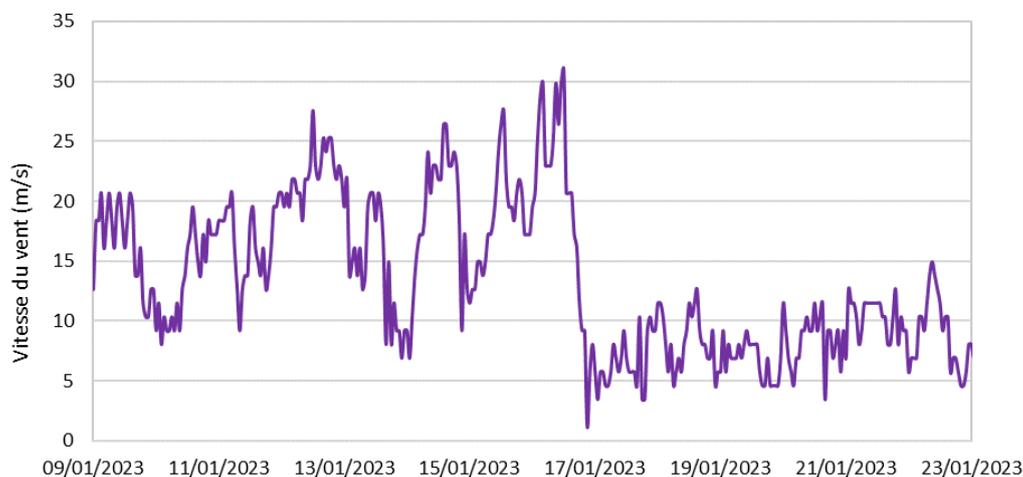


Figure 7 : Evolution de la vitesse du vent enregistrée sur la station de Melun au cours de la campagne de mesure (données issues de Météo France)

En définitive, les conditions météorologiques rencontrées lors de la campagne sont contrastées et représentatives d'un mois de janvier.

### 3.2 Stratégie d'échantillonnage

Dix points de mesure du dioxyde d'azote et un point de mesure des particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub> ont été répartis sur la zone d'étude. La description des méthodes de prélèvement et d'analyse est présentée en annexe page 57.

La carte ci-après présente en détail les polluants mesurés sur chacun des points d'échantillonnage ainsi que les localisations de ceux-ci.

Une fiche d'implantation détaillée pour chaque point de mesure est disponible en annexe page 58.

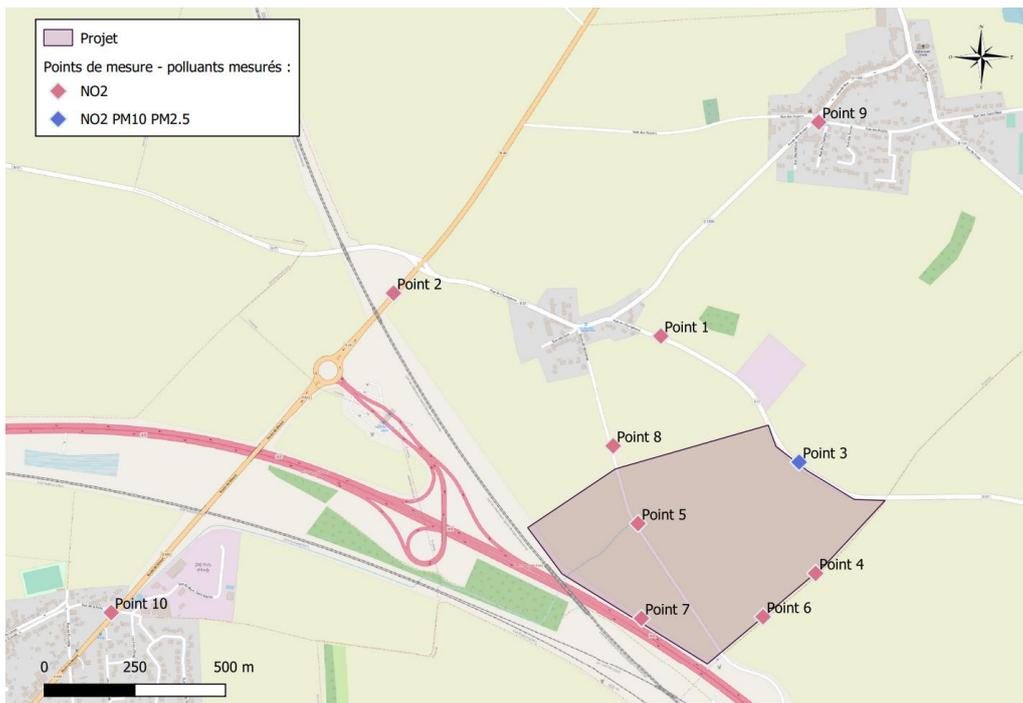


Figure 8 : Polluants mesurés par point de mesure sur la zone du projet

### 3.3 Résultats

#### 3.3.1 Dioxyde d'azote

##### 3.3.1.1 Présentation des résultats

Les mesures en dioxyde d'azote ont été conduites sur dix points de prélèvements à l'aide de tubes passifs implantés pendant quatorze jours.

Le graphique ci-après présente les concentrations moyennes observées sur les différents points de mesure.

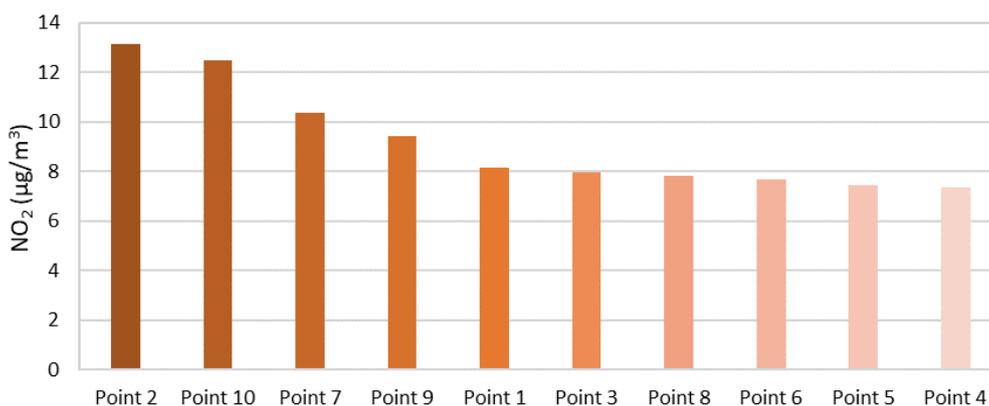


Figure 9 : Concentrations moyennes en dioxyde d'azote sur les différents points de mesures du 09 au 23 janvier 2023

La répartition spatiale des concentrations dans la zone d'étude est présentée ci-après :

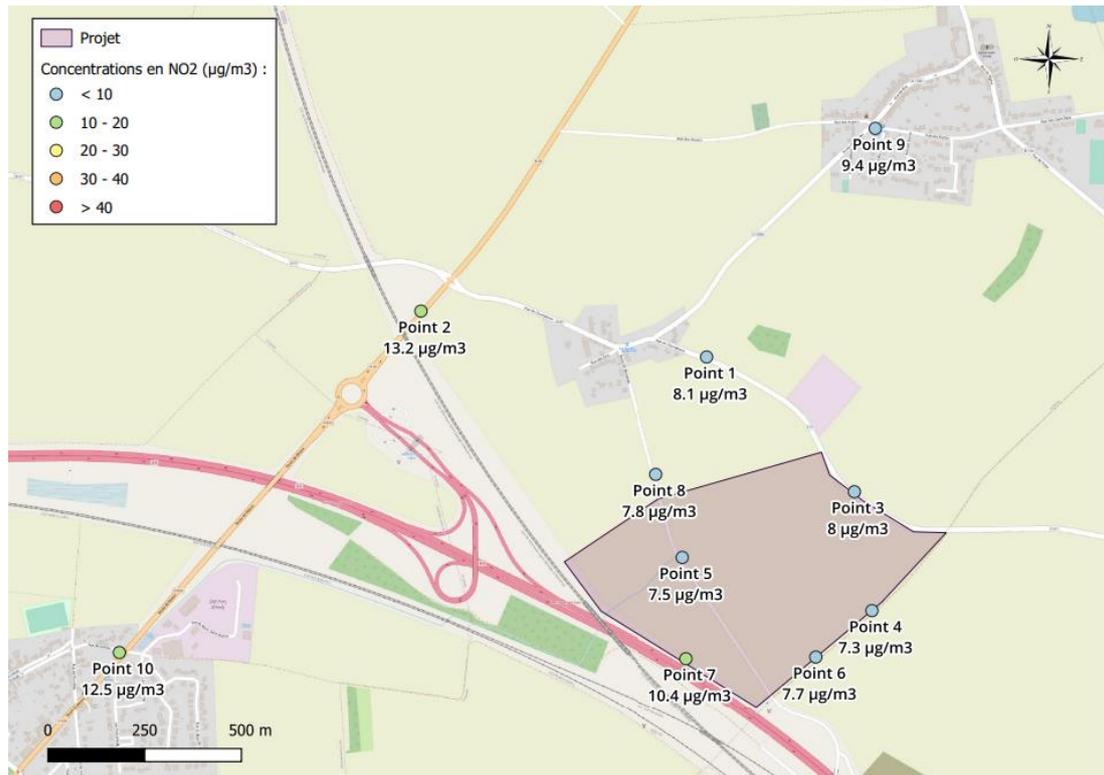


Figure 10 : Cartographie des concentrations moyennes en dioxyde d'azote sur chaque point de mesure du 09 au 23 janvier 2023

Les valeurs varient entre  $13,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Point 2) et  $7,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Point 4), avec les niveaux les plus élevés mesurés à proximité des axes routiers, dont principalement la route nationale N36 (Points 2 et 10). Toutefois, il convient de noter que ces valeurs restent relativement faibles par rapport à celles habituellement observées à proximité du trafic routier. Sur la zone du projet, les concentrations sont relativement homogènes ( $7,3$  à  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) à l'exception du point 7 ( $10,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) le plus proche de l'A5.

### 3.3.1.2 Confrontation aux stations pérennes d'Airparif

La confrontation aux données des stations pérennes relevées au cours de la période d'étude permet d'évaluer la qualité de l'air de la zone d'étude par rapport à son environnement. Le graphique ci-après présente la variabilité des concentrations annuelles moyennes en  $\text{NO}_2$  observées entre 2017 et 2022 au niveau des stations d'Airparif ainsi que les concentrations moyennes observées au cours de la période de la campagne sur ces stations et sur les différents points de mesure.

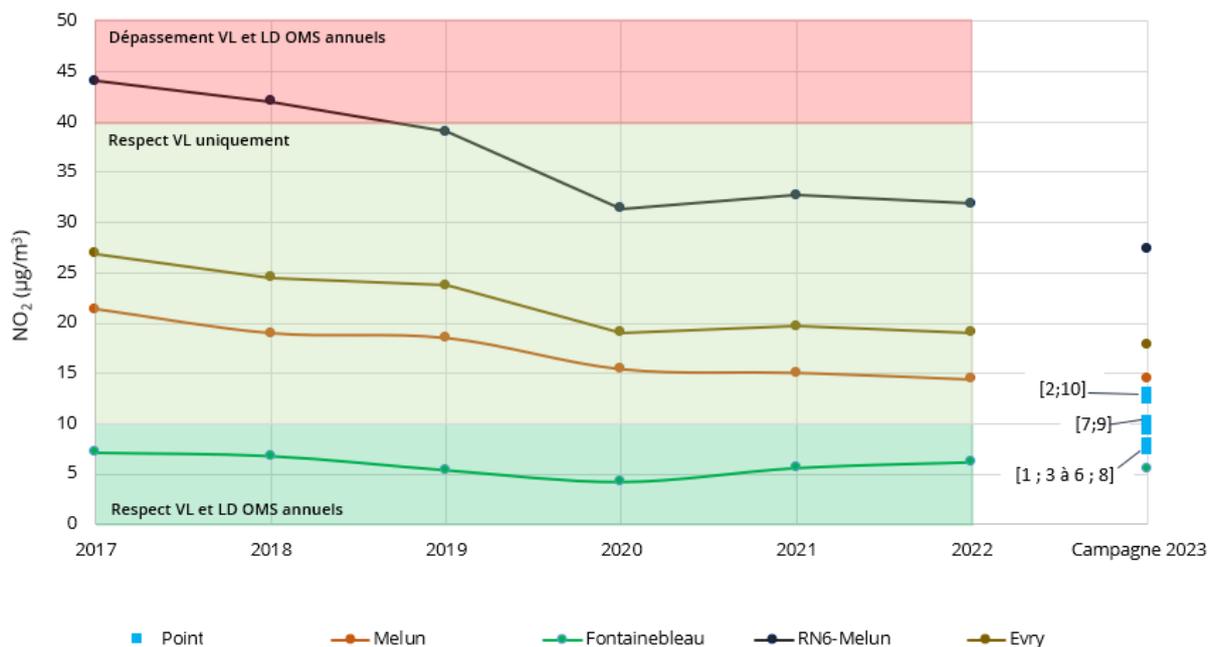


Figure 11 : Concentrations moyennes en NO<sub>2</sub> mesurées sur les différents points de mesure et aux stations d'Airparif au cours de la campagne ainsi que leurs évolutions annuelles moyennes (2017-2022) sur ces stations

On constate qu'au cours de la campagne 2023, les concentrations observées sur les différents points de mesure se situent dans une plage de concentrations habituellement rencontrées au niveau de la station fond rural de Fontainebleau (points 1, 3 à 6, et 8) et celle de fond périurbain de Melun (points 2 et 10).

Il convient de noter que les concentrations mesurées aux niveaux des points les plus proches des axes de circulation (points 2, 10, et 7) sont plus faibles que celles observées en général sur la station RN6-Melun sous influence trafic (18 µg/m<sup>3</sup> en moyenne sur la période de mesure).

Ce graphique met également en évidence la diminution des concentrations annuelles moyennes en NO<sub>2</sub> depuis 2019 sur les stations de fond urbain et trafic d'Airparif, ainsi que le respect de la valeur limite annuelle de 40 µg/m<sup>3</sup> sur ces stations. Concernant la valeur de 10 µg/m<sup>3</sup> recommandée par l'OMS en 2021, cette dernière sera très probablement dépassée sur les points de mesure les plus proches des axes routiers tout comme elle l'est au niveau stations pérennes étudiées à l'exception de celle à fond rural qui depuis 2017 respecte cette valeur limite.

Les résultats de la modélisation permettent de préciser ces constats et de prévoir l'évolution des concentrations sur la zone du projet dans les années à venir.

### 3.3.2 Particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub>

La période prise en compte ici est celle du 9 au 19 janvier. En effet, l'appareil de mesure fonctionnant sur batterie du fait des contraintes terrain, son autonomie a été affectée par les températures négatives en fin de période. Cette durée de prélèvement reste suffisante et n'affecte pas les conclusions de l'étude du fait de la comparaison aux stations pérennes sur la même période.

### 3.3.2.1 Données sur la campagne de mesure

Les évolutions journalières des concentrations en  $PM_{10}$  relevées au point de mesure 3 et à la station RN6-Melun au cours de la campagne sont présentées en

Figure 12. La valeur limite journalière de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  est respectée sur l'ensemble de la période d'étude, il en est de même pour la ligne directrice de  $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne journalière recommandée par l'OMS. La concentration moyenne en  $PM_{10}$  est de  $7,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  au niveau du projet (point 3) contre  $14,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  au niveau de la station RN6-Melun.

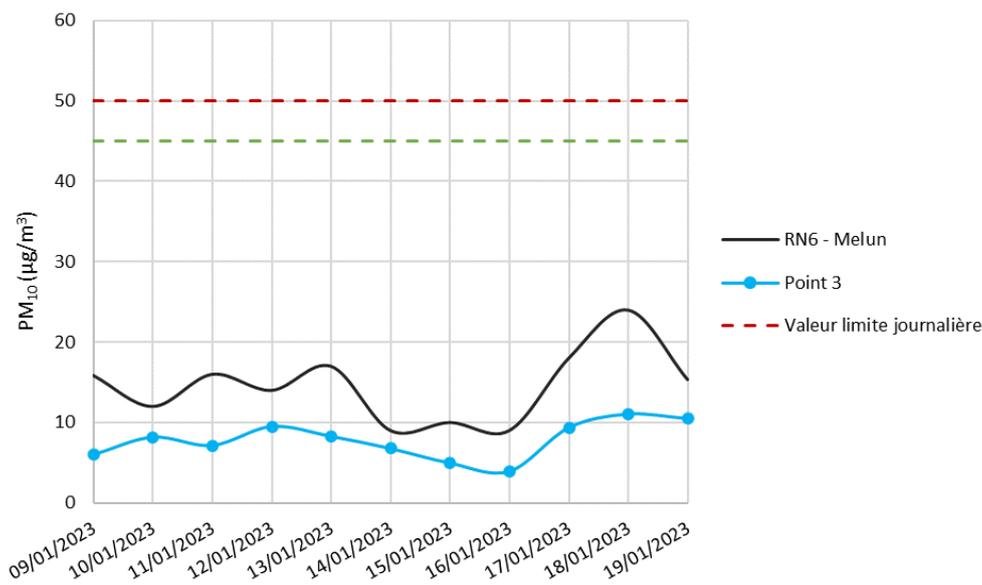


Figure 12 : Evolution des concentrations journalières en  $PM_{10}$  au point 3 et à la station RN6-Melun du 09 au 19 janvier 2023

Concernant les concentrations journalières en  $PM_{2.5}$  (Figure 13), l'objectif de qualité fixé en 2021 par l'OMS à  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne journalière a été respecté sur l'ensemble de la période d'étude aux stations ainsi que sur le projet à l'exception de la journée du 18/01 où il a été atteint sur la station RN6-Melun.

La concentration moyenne en  $PM_{2.5}$  est de  $5,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  au niveau du projet (point 3) contre  $8,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et  $4,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivement au niveau des stations RN6-Melun (trafic périurbain) et Fontainebleau (fond rurale).

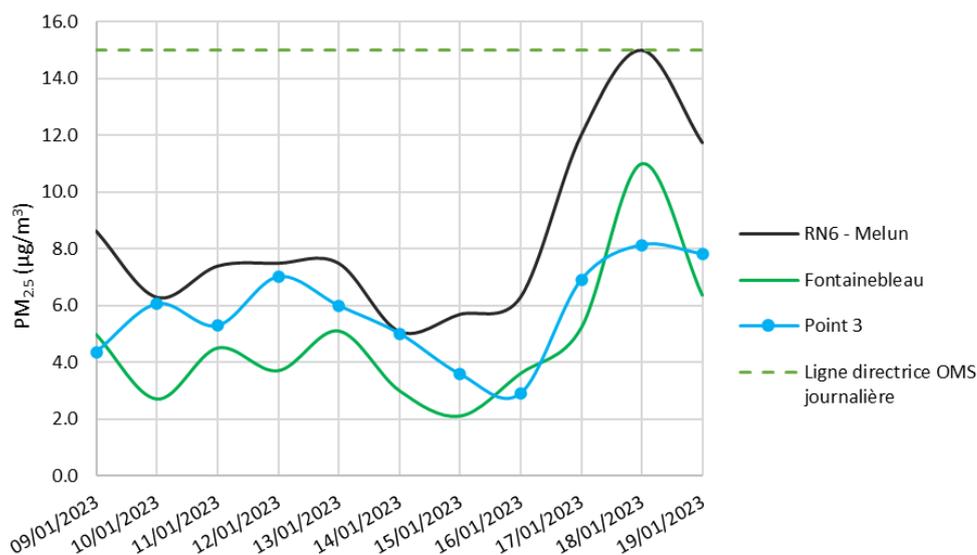


Figure 13 : Evolution des concentrations journalières en  $PM_{2.5}$  au point 3 et aux stations d'Airparif du 09 au 19 janvier 2023

On remarque que les tendances d'évolution sont assez similaires entre les stations Airparif et le point 3.

### 3.3.2.2 Confrontations aux données des stations pérennes d'Airparif

#### Particules $PM_{10}$

Le graphique ci-après présente les évolutions des concentrations annuelles moyennes en  $PM_{10}$  observées entre 2017 et 2022 au niveau de la station RN6-Melun ainsi que les concentrations moyennes observées au cours de la période de la campagne sur cette station et au niveau du point 3.

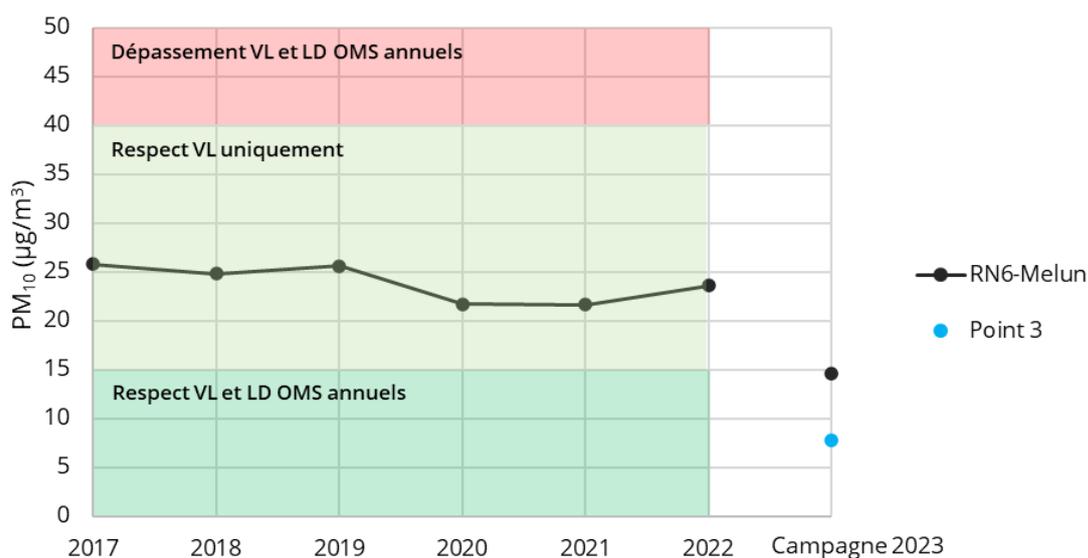


Figure 14 : Concentrations moyennes en  $PM_{10}$  relevées au point 3 et à la station RN6-Melun durant la campagne de mesure ainsi que les évolutions annuelles moyennes (2017-2022) sur cette station

Il est à noter que la station de Melun présente des concentrations annuelles moyennes relativement homogènes depuis plusieurs années (22-26  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) qui respectent la valeur limite annuelle de 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Toutefois, la Ligne Directrice de l'OMS de 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  édictée en 2021 est

systématiquement dépassée. Durant la campagne, la concentration relevée à RN6-Melun se situe en deçà des données historiques en moyenne annuelle pour cette station.

Lors de la campagne de mesure, la concentration moyenne en  $PM_{10}$  mesurée au point 3 est deux fois inférieure à celle enregistrée à la station RN6-Melun au cours de la même période (Figure 12). De ce fait, sur la zone du projet, le respect de la valeur limite de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle pour les  $PM_{10}$  est assuré.

Les résultats de la modélisation permettent de préciser ces constats et de prévoir l'évolution des concentrations sur la zone du projet dans les années à venir

### Particules $PM_{2.5}$

Le graphique suivant présente les évolutions des concentrations annuelles moyennes en  $PM_{2.5}$  observées entre 2017 et 2022 au niveau des stations d'Airparif ainsi que les concentrations moyennes observées au cours de la période de la campagne sur ces stations et au niveau du point de mesure 3.

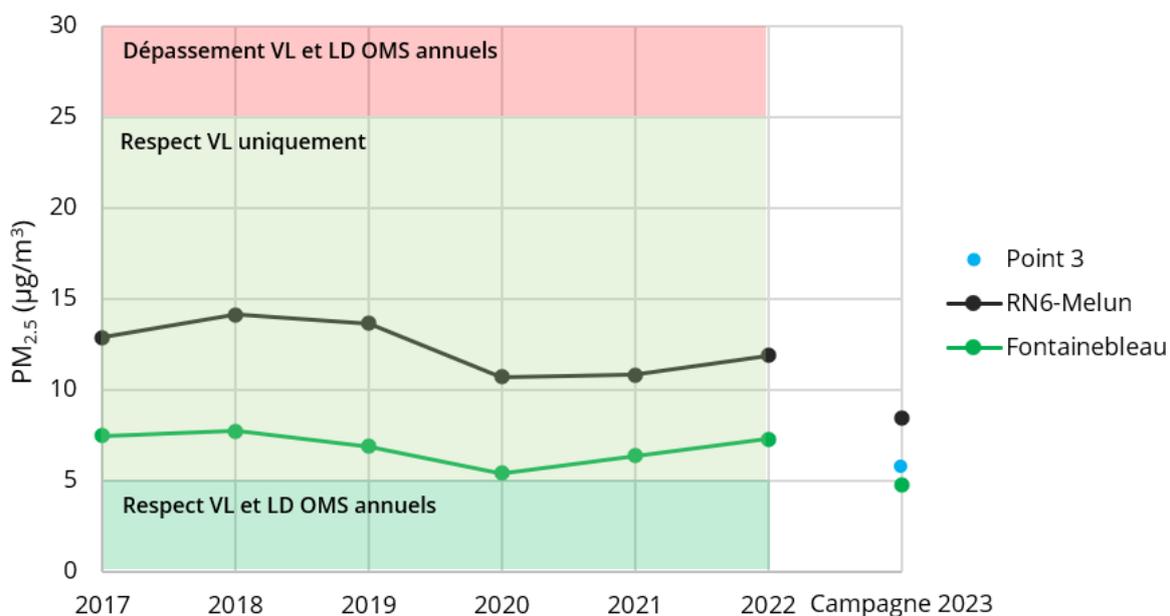


Figure 15 : Concentrations moyennes en  $PM_{2.5}$  relevées au point 3 et aux stations d'Airparif durant la campagne de mesure ainsi que les évolutions annuelles moyennes (2017-2022) sur ces stations

Les concentrations annuelles moyennes en  $PM_{2.5}$  respectent la valeur limite annuelle de  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sur les deux stations d'Airparif depuis 2017. En revanche, la ligne directrice de l'OMS de  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  édictée en 2021 est systématiquement dépassée.

Lors de la campagne de mesure, la moyenne en  $PM_{2.5}$  mesurée au point 3 se rapproche de celle enregistrée à Fontainebleau ( $5,7$  et  $4,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  respectivement ; Figure 15). Sur l'ensemble du projet, le respect de la valeur limite de  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle pour les  $PM_{2.5}$  est assuré. Quant à la valeur recommandée par l'OMS en 2021 de  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle, il est très probable qu'elle soit dépassée sur la zone du projet tout comme sur les stations d'Airparif, y compris Fontainebleau qui est une station de fond rural.

Les résultats de la modélisation permettent de préciser ces constats et de prévoir l'évolution des concentrations sur la zone du projet dans les années à venir.

## 4 Modélisation de l'état initial

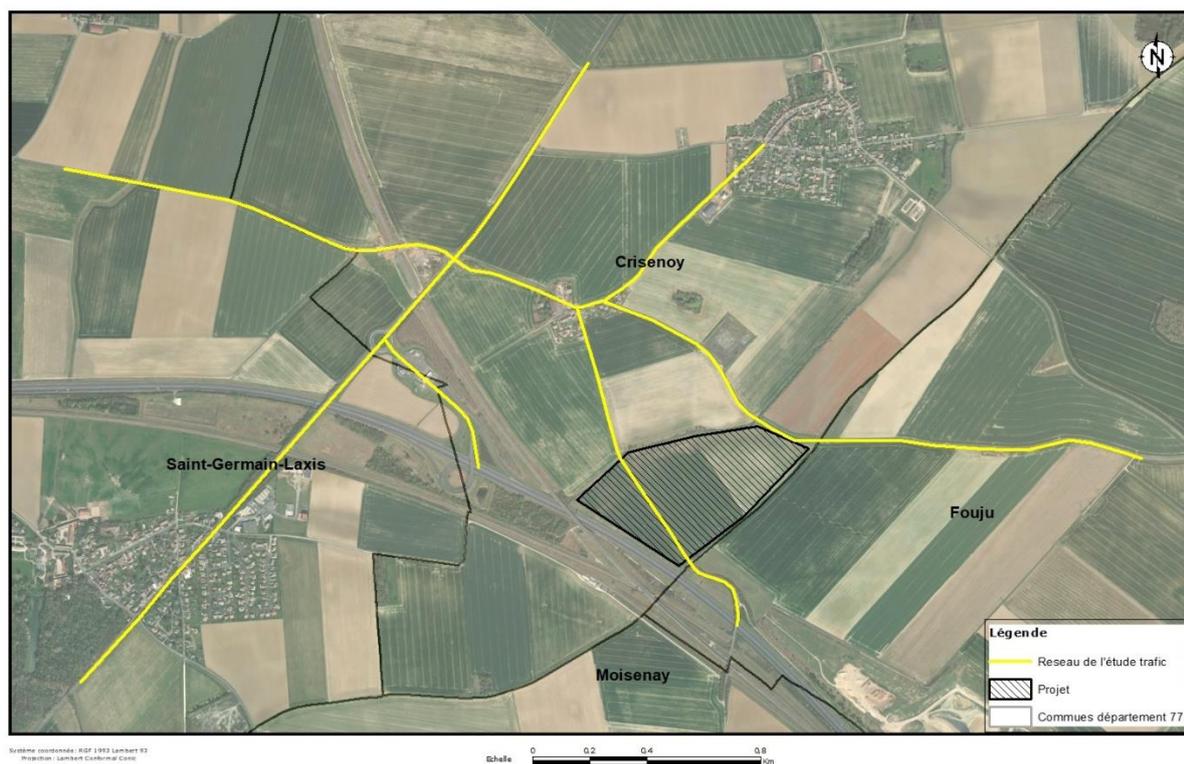
Afin de modéliser l'état initial de la qualité de l'air, il faut tout d'abord définir le réseau d'étude et calculer les émissions des axes routiers sur celui-ci.

### 4.1 Réseau d'étude

La définition du réseau d'étude pour cet état initial 2021 repose sur les données fournies par le bureau d'étude TransMobilités d'après leur rapport « Etude de trafic et de faisabilité de l'accès routier d'une maison d'arrêt » daté du 22 mars 2021.

Concernant les données de trafic de l'autoroute A5 située à proximité sud du projet, celles-ci proviennent de données de recensement de la circulation réalisé en 2019 et fournies par la Région Ile-de-France.

Le réseau pris en compte dans le calcul des émissions pour cet état initial 2021 est présenté sur la figure suivante. Il représente les tronçons pour lesquels des données trafic ont été fournies par le bureau d'étude TransMobilités. Au total, il est constitué de 9,6 km de voirie.



En complément du réseau d'étude, il a été décidé de considérer dans les modélisations le trafic routier de l'autoroute A5, axe de circulation majeur sur la zone, de façon à mieux décrire les variations de la pollution de fond à l'intérieur de la zone d'étude, et être ainsi conforme aux recommandations du CEREMA.

Au total, le réseau pris en compte dans les modélisations représente 12,5 km de voirie, en rouge sur la figure suivante :

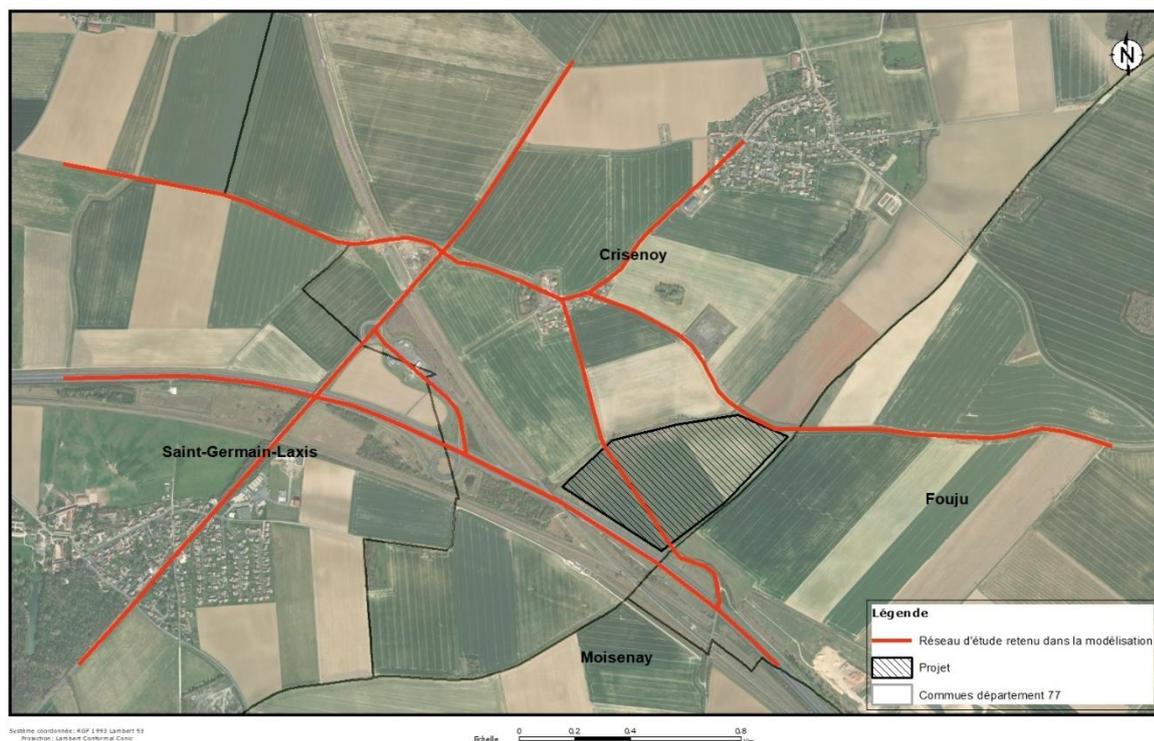


Figure 17 : Réseau pris en compte dans les modélisations

Les paragraphes suivants présentent l'évaluation des émissions ainsi que la dispersion atmosphérique de cet état initial 2021.

## 4.2 Evaluation des émissions sur la zone d'étude

### 4.2.1 Trafic considéré et caractéristiques des axes routiers

D'après le réseau d'étude de la Figure 16, et des données trafic fournies, 87% du trafic total de la zone est couvert par les Véhicules Légers (VL) contre 13% pour les Poids Lourds (PL).

Les données de trafic routier utilisées pour le calcul des émissions routières sont issues des sources mentionnées précédemment, et concernent :

- Les données de trafics moyens journaliers annuels (TMJA) ;
- La distribution en pourcentage de poids lourds

La largeur des voies de circulation retenues, comprises entre 4 et 40 mètres, ont été déterminées à partir des caractéristiques des voies issues de la BD TOPO de l'IGN (Institut national de l'information géographique et forestière) et des images aériennes disponibles. Concernant les axes à construire, leur largeur a été déterminée à partir de celle des axes du même type déjà en service.

Les vitesses de circulation retenues pour chaque tronçon proviennent des valeurs réglementaires.

#### 4.2.2 Facteurs d'émissions et parc roulant

Les facteurs d'émission utilisés pour caractériser les émissions proviennent du logiciel COPERT5 (Computer Program to Calculate Emissions from Road Transport 5) développé par la société Emisia<sup>6</sup>.

COPERT5 est l'outil de référence européen pour le calcul des émissions routières. Il est développé dans le cadre de plusieurs projets européens par le JRC (Join Research Center) d'Ispra (Italie) et coordonné par l'Agence Européenne pour l'Environnement. L'objectif principal est de formaliser les émissions du trafic routier des parcs automobiles roulants dans les différents pays membres européens. La méthodologie employée dans cet outil est l'approche la plus sophistiquée disponible (jusqu'au niveau Tier 3) pour le calcul des émissions routières (EMEP/routes, 2019). Plus précisément, COPERT5 produit des facteurs d'émission qui intègrent la catégorie des véhicules, sa date d'immatriculation, le nombre de kilomètres parcourus, etc.... Les principaux paramètres considérés dans COPERT5 sont reportés sur la figure suivante :

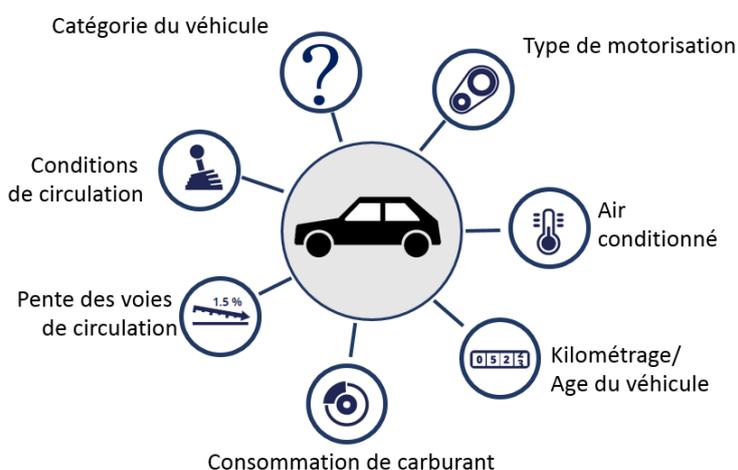


Figure 18 : Paramètres pris en compte dans COPERT5

COPERT5 compile les émissions pour une large gamme de polluants tels que les NO<sub>x</sub>, les particules, les Composés Organiques volatils, les métaux lourds, etc... COPERT5 a été récemment mis-à-jour pour intégrer, notamment :

- Une hausse des facteurs d'émission de NO<sub>x</sub> des véhicules particuliers diesel sous la norme Euro 5 ;
- L'ajout de nouveaux facteurs d'émission pour les véhicules particuliers diesel sous la norme Euro 4 ;
- Les Véhicules Utilitaires Légers et les Poids Lourds sous les normes Euro 5 et 6.

COPERT5, dans le cadre de cette étude, a été configuré pour prendre en compte les données les plus récentes disponibles relatives au parc automobile français, compilées dans la base de données SIBYL. Cette base de données, spécifique à chaque pays de l'Union Européenne et actualisée tous les ans, est notamment utilisée par l'Agence Européenne pour l'Environnement afin de vérifier les émissions déclarées par chaque pays membre. Elle renseigne sur la composition du parc roulant de véhicules depuis 1990, et fournit par ailleurs des données de projections jusqu'à

<sup>6</sup> [www.emisia.com](http://www.emisia.com)

l'horizon 2050, en tenant compte des éléments attendus liés à l'évolution du parc (modernisation, remplacement des véhicules les plus anciens, évolution des tailles et des motorisations, ...).

Pour un type de véhicule donné, les facteurs d'émission sont calculés par COPERT en fonction :

- De la répartition des véhicules par motorisation, par cylindrée et par norme Euro ;
- De la vitesse de circulation ;
- Du nombre de véhicules en circulation.

Certains paramètres généraux (météorologie moyenne, caractéristiques des carburants, etc...) sont également considérés.

Par ailleurs, les émissions liées à l'usure des pneus et des freins de particules ainsi que du benzo(a)pyrène, de l'arsenic et du nickel, ne sont pas prises en compte directement dans COPERT. Les émissions générées par ces phénomènes sont calculées de façon indépendante à partir de la méthodologie EMEP.

Concernant le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), les émissions sont quantifiées directement en fonction de la teneur en soufre des carburants. La directive 2009/30/CE limitant considérablement la quantité de soufre contenue dans les carburants (à titre indicatif, la teneur en soufre a été divisée par 35 pour le diesel et par 15 pour l'essence entre 2000 et 2009), les émissions de SO<sub>2</sub> dues au trafic routier sont maintenant négligeables.

Tableau 5 : Teneur en soufre des carburants considérés

Type de carburant	Teneur en soufre
Essence	0,001 %
Diesel	0,001 %
GPL	0,005 %
GNV	0,0024 %

### 4.3 Bilan des émissions

Le tableau suivant compile les émissions calculées sur la zone d'étude (hors autoroute A5) pour le scénario état initial et pour l'ensemble des composés étudiés.

Tableau 6 : Bilan des émissions pour l'état initial

Composés	Etat initial (kg/an)
Oxydes d'azote	8644,0
PM10	686,5
PM2,5	461,7
Monoxyde de carbone	3125,3
COVnm	1367,8
Benzène	15,2
Dioxyde de soufre	16,0
Arsenic	4,4E-03
Nickel	1,0E-01
Benzo(a)pyrène	2,0E-02

## 4.4 Etude de dispersion atmosphérique

### 4.4.1 Polluants et indicateurs

Le guide méthodologique établi par le CEREMA<sup>7</sup>, recommande, dans le cadre d'une étude de niveau II, de réaliser une modélisation aérodispersible des concentrations en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>). Pour rappel, l'opération d'aménagement visée par cette étude n'est pas un aménagement routier, mais le document cité propose un cadre méthodologique pertinent.

A ce polluant ont été ajoutés les PM<sub>10</sub> et les PM<sub>2,5</sub> afin de cerner l'ensemble des caractéristiques des problématiques potentielles de qualité de l'air en milieu urbain.

A partir des données d'émissions et des paramètres de modélisation présentés dans les paragraphes ci-dessus, le modèle ADMS permet d'obtenir les concentrations moyennes annuelles, utilisées pour évaluer les effets long terme liés aux émissions du site en termes de qualité de l'air et de risque sanitaire.

Ces résultats sont calculés pour l'ensemble de la grille du domaine d'étude (maillage). L'ensemble des concentrations (pour la grille et les récepteurs) est modélisé à une hauteur de 1,5 m considérée comme la hauteur moyenne de respiration des piétons.

Par ailleurs, le modèle ADMS peut être couplé avec un système d'information géographique (SIG) afin de présenter les résultats des modélisations sur une carte pour tout ou partie de la zone d'étude. Ces cartes de contours d'iso-concentrations aident ainsi à visualiser l'étendue de la zone d'impact du projet et les zones où les concentrations sont les plus élevées. Le logiciel ArcGIS est utilisé dans le cadre de cette étude.

### 4.4.2 Logiciel de dispersion

Le modèle ADMS-Roads (Atmospheric Dispersion Modelling System), dans sa dernière version 5, a été mis en œuvre dans le cadre de cette étude afin de calculer la dispersion des rejets de polluants dans l'environnement. Ce modèle permet de contraindre la dispersion de rejets atmosphériques à partir d'observations météorologiques. ADMS est un modèle de dispersion gaussien spécialement développé pour évaluer l'impact des rejets atmosphériques d'une grande variété de sources industrielles. Validé par l'outil européen d'évaluation des modèles de dispersion, le « Model Validation Kit », il se base sur les technologies et les connaissances les plus récentes dans le domaine.

Au regard des sources d'émissions à prendre en compte (sources routières), des échelles spatiales (domaine d'étude d'une dizaine de kilomètres) et temporelles (calculs horaires sur une année météorologique) à prendre en compte, ADMS peut être considéré comme un modèle bien adapté aux enjeux et au calcul des concentrations et dépôts nécessaires à l'étude d'impact. Les différents paramètres de modélisation sont brièvement décrits dans les paragraphes suivants

### 4.4.3 Périmètre d'étude et récepteurs

Le périmètre d'étude défini pour la modélisation de la dispersion couvre un rectangle d'environ 3,8 km par 2,2 km centré sur le projet d'aménagement qui intègre les sources d'émissions routières et couvre les zones habitées les plus proches susceptibles d'être impactées par ces émissions. La

---

<sup>7</sup> Guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières, CEREMA, version du 22.02.2019

résolution du maillage de calcul utilisé pour modéliser la dispersion atmosphérique est de l'ordre de 38 à 22 m. Au total, les concentrations sont calculées au niveau d'environ 22 000 points de grille. Par ailleurs, la zone d'étude couvrant un périmètre urbain restreint, les onze points choisis lors de la campagne de mesures ont été retenus dans cette étude et intégrés dans la modélisation. A ces points ont été ajoutés 2 écoles comme établissements sensibles (voir ci-dessous).

Tableau 7 : Liste des points récepteurs retenus dans la modélisation

Identifiant sur la figure 19	Nom du récepteur	Usage
R1	Point de mesure n°1	Points de la campagne de mesures
R2	Point de mesure n°2	
R3	Point de mesure n°3	
R4	Point de mesure n°4	
R5	Point de mesure n°5	
R6	Point de mesure n°6	
R7	Point de mesure n°7	
R8	Point de mesure n°8	
R9	Point de mesure n°9	
R10	Point de mesure n°10	
R11	Ecole élémentaire de Crisenoy	Etablissements sensibles
R12	Ecole élémentaire de St Germain Laxis	



Figure 19 : Périmètre d'étude et points récepteurs

#### 4.4.4 Principales données d'entrée

##### Météorologie

Les conditions météorologiques du site ont une grande influence sur la dispersion atmosphérique. Cette dernière est conditionnée par des facteurs tels que la vitesse du vent, sa direction et l'intensité des turbulences. Pour un flux d'émission donné, les concentrations dans l'air prédites au niveau de la surface du sol peuvent varier considérablement selon les conditions météorologiques, parfois de plusieurs ordres de grandeur. La concentration maximale dans l'air au-dessus de la surface du sol peut apparaître à un endroit sous certaines conditions météorologiques et à un autre endroit sous d'autres conditions.

Les paramètres suivants sont nécessaires aux calculs de dispersion :

- La vitesse du vent (m/s) ;
- La direction du vent (secteurs de 10°) ;
- La température (°C) ;
- La pluviométrie (mm/heure) ;
- La nébulosité (octas), utilisée pour caractériser l'état stable ou instable de l'atmosphère.

La station météorologique située sur l'aérodrome de Villaroche, à environ 5 km à l'est du projet de maison d'arrêt, a été utilisée. Les données météorologiques de l'année 2021 ont été importées au pas de temps horaire dans le modèle ADMS, soit 8 760 heures de calcul.

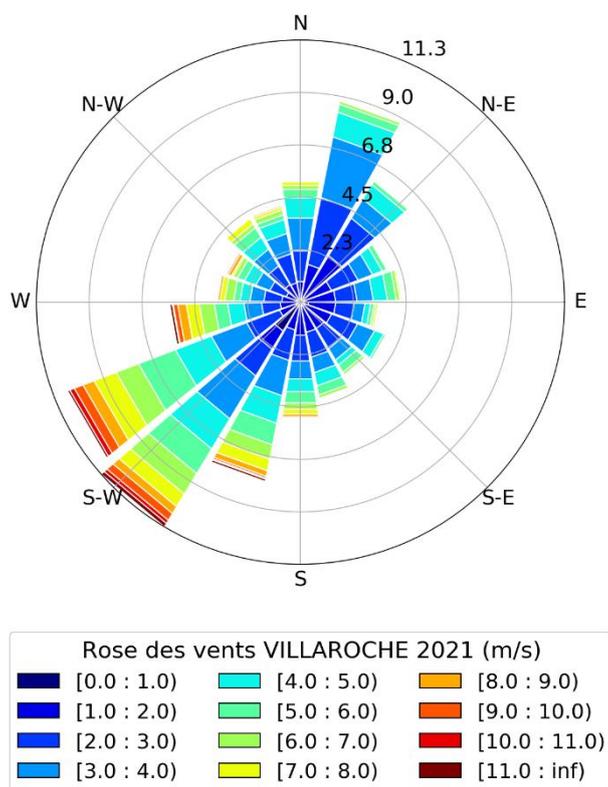


Figure 20 : Rose des vents observés sur la station météorologique de l'aérodrome de Villaroche en 2021

La rose des vents mesurés en 2021 à la station de l'aérodrome de Villaroche est présentée sur la figure ci-dessus. Celle-ci présente une direction de vents principale de sud-ouest avec des vents modérés à fort, ainsi qu'une composante secondaire de nord nord-est avec des vents moins fréquents et de vitesses plus faibles.

### Données topographiques

Les données de topographie présentées dans cette section ont été collectées auprès du réseau international SRTM (« The Shuttle Radar Topographic Mission ») qui compile une base de données issue de produits satellitaires consolidés couvrant l'ensemble des surfaces terrestres du globe. Les données d'une bande (de coordonnées latitude/longitude N43/E05 à une résolution horizontale d'environ 1 arc-seconde (30 m) ont été extraites à partir de l'outil en ligne (<http://earthexplorer.usgs.gov>).

Il est à noter que ces données représentées sur la figure suivante couvrent un domaine plus large que la zone d'étude afin de minimiser les effets de bord sur la dispersion des panaches de pollution.



Figure 21 : Topographie (en mNGF) utilisée dans le modèle ADMS

### Données d'occupation des sols

De façon analogue au relief, l'occupation des sols peut perturber l'écoulement d'un panache de pollution. Les données d'occupation des sols ont été collectées depuis les produits paneuropéens du service de surveillance des terres de Copernicus (CORINE Land Cover – CLC – et les couches thématiques haute résolution) publiés en 2019 et qui offrent une photographie de l'occupation des sols en 2018. Ces données ont été converties en hauteurs de rugosité, dont quelques valeurs typiques dans la classification sont données ci-après :

- 0,001 m : plans d'eau, rivières ;
- 0,005 à 0,02 m : herbes rases, prairies ;
- 0,1 à 0,3 m : cultures ;
- 0,5 m : parcs et banlieues dégagées ; et
- 1,0 à 1,5 m : villes, forêts.

Comme pour les données topographiques, les données d'occupation des sols couvrent un domaine plus large que le domaine d'étude afin de minimiser les effets de bords sur la dispersion des panaches de pollution. La résolution des grilles pour ces données est de 128 x 128 points.

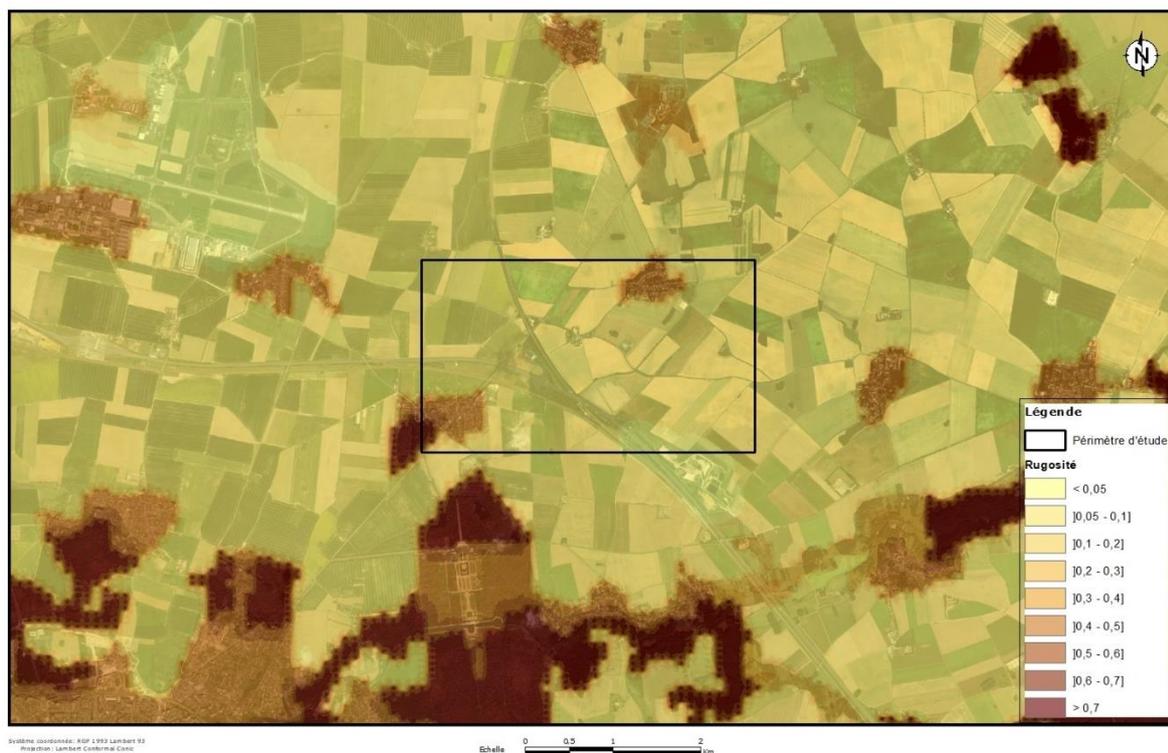


Figure 22 : Hauteur de rugosité prise en compte dans la modélisation

#### 4.4.5 Conversion NO<sub>x</sub>/NO<sub>2</sub>

Les émissions d'oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) sont exprimées en un mélange de NO<sub>2</sub> et de NO dont seul le NO<sub>2</sub> est réglementé en air ambiant selon le code de l'environnement français. Ce mélange, et donc la quantité de NO<sub>2</sub>, après rejet dans l'atmosphère est transformé photochimiquement par la présence d'ozone et de composés organiques volatils.

Une équation empirique permettant de convertir un mélange de NO<sub>x</sub> en une concentration de NO<sub>2</sub> en fonction de la quantité totale du mélange existe. L'équation de corrélation de Derwent-Middleton (1996) produite à partir de données d'observations et comprise dans le modèle ADMS-Roads est rappelée ci-dessous :

$$[\text{NO}_2] = 2,166 - [\text{NO}_x] * (1,236 - 3,348A_{10} + 1,933A_{10}^2 - 0,326A_{10}^3)$$

Avec :

- [NO<sub>x</sub>] : Concentrations en NO<sub>x</sub> ;
- [NO<sub>2</sub>] : Concentrations en NO<sub>2</sub> ;
- A<sub>10</sub> = log<sub>10</sub>([NO<sub>x</sub>])

#### 4.4.6 Pollution de fond

Les émissions du trafic routier ne sont pas les seules à contribuer aux concentrations de polluants dans l'air, et d'autres secteurs comme le chauffage au bois, l'industrie ou encore l'agriculture peuvent avoir une influence significative sur les teneurs en polluants. Afin de restituer des niveaux

de pollution réalistes avec le modèle ADMS, il convient d'ajouter une pollution de fond qui représentera la contribution de ces autres secteurs d'activité. Pour cela, les concentrations moyennes annuelles en NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> modélisées et cartographiées<sup>8</sup> par AirParif sur la zone du projet ont été utilisées. Le tableau ci-dessous présente la concentration moyenne prise en compte.

Tableau 8 : Pollution de fond annuelle retenue dans les calculs de modélisation

Composé	Fond pour l'année 2021 (µg/m <sup>3</sup> )
NO <sub>2</sub>	8,0
PM <sub>10</sub>	15,0
PM <sub>2,5</sub>	8,0

#### 4.4.7 Validation du modèle par comparaison mesures/modèles

Le modèle a été calibré en utilisant les données d'observations obtenues lors de la campagne de mesures réalisée par ISPIRA entre le 9 et le 23 janvier 2023. Cette campagne a été l'occasion de caractériser les niveaux de pollution observés dans la zone d'étude.

Le modèle de dispersion a été configuré pour reproduire au mieux les conditions de ces campagnes et intègre la prise en compte :

- Des conditions météorologiques réellement observées durant ces périodes ;
- Des concentrations observées sur la même période lors de la campagne de mesures ISPIRA et des concentrations mesurées par Airparif, association agréée de surveillance de la qualité de l'air en Ile-de-France ;
- Les concentrations des points de prélèvement ont été modélisées à 1,5 m au-dessus du sol.

Le tableau suivant présente les statistiques de performances obtenues par le modèle sur la campagne de mesures réalisée par ISPIRA sur le polluant NO<sub>2</sub>. Les résultats sont présentés sous forme de deux indicateurs :

- Le biais (en µg/m<sup>3</sup>) indique l'écart moyen entre le modèle et les mesures. Un biais positif (respectivement négatif) indique que les mesures sont en moyenne supérieures (respectivement inférieures) aux résultats du modèle ;
- Le Rcmse (« centered root mean square error » en µg/m<sup>3</sup>) indique, indépendamment du biais, la variabilité du modèle à modéliser les concentrations ;
- Le RMSE (« root mean square error » en µg/m<sup>3</sup>) indique la variabilité totale du modèle, et est lié aux indicateurs précédents ( $RMSE^2 = \text{Biais}^2 + Rcmse^2$ ).

Les concentrations modélisées ont été comparées aux mesures disponibles réalisées par ISPIRA pour le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>). La campagne de mesure en question a permis de collecter des concentrations en différents points du domaine.

Afin de vérifier la pertinence des résultats, plusieurs paramètres statistiques ont été calculés à partir des résultats obtenus. Les paramètres sont présentés dans le tableau ci-après.

<sup>8</sup> [Bilans et cartes annuels de pollution | Airparif](#)

Tableau 9 : Paramètres statistiques de performance

Paramètres statistiques	Comparaison modèle / mesures
Moyenne des concentrations mesurées	9,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Moyenne des concentrations modélisées	9,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Coefficient de corrélation	0,8
Biais	-0,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
RMSE	1,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
RcMSE	1,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Les résultats présentés dans le tableau précédent indiquent que, en moyenne, les concentrations sont bien reproduites par le modèle avec une très légère sur-estimation du modèle de l'ordre de 0,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Le RcMSE, quant à lui, est plus élevé, ce qui laisse entendre une légère variabilité du modèle par rapport aux mesures. Ce type de valeur reste cohérent avec l'utilisation de données de trafic modélisées, moins précises que des données de trafic mesurées mais permettant de prendre en compte un large réseau d'axes routiers (les concentrations en  $\text{NO}_2$  sont fortement dépendantes du trafic routier à proximité). Enfin, le coefficient de corrélation entre les concentrations mesurées et modélisées avec une valeur de 0,8 est élevé pour le  $\text{NO}_2$ , ce qui traduit une bonne capacité du modèle à reproduire la variabilité spatiale des concentrations.

Dans l'ensemble, ces résultats indiquent que les modélisations reproduisent correctement les mesures obtenues pour le  $\text{NO}_2$ .

Les résultats des comparaisons modèle/mesures sont présentés sous forme d'histogrammes sur la figure suivante. La valeur limite réglementaire française et la valeur guide OMS 2021 (applicables aux concentrations moyennes annuelles) ont également été reportées, à titre indicatif, sur le graphique, et symbolisées respectivement par des lignes horizontales rouge et orange.

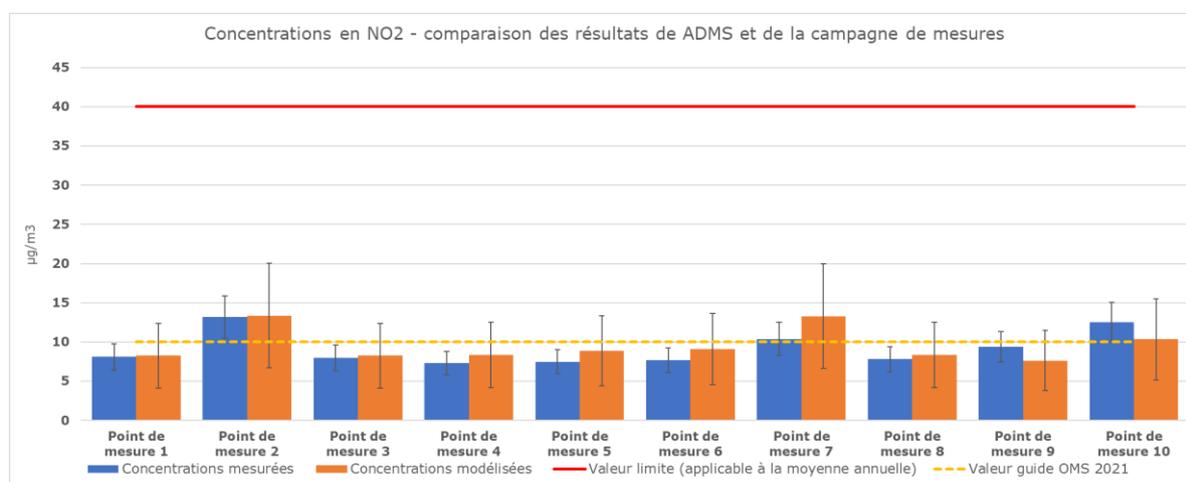


Figure 23 : Graphique présentant la comparaison modèle/mesure pour le  $\text{NO}_2$  sur chaque point de prélèvement pendant la campagne de mesure (entre le 9 et le 23 janvier 2023)

La figure précédente confirme que les concentrations sont bien reproduites par le modèle dans l'ensemble.

#### 4.4.8 Résultats de la modélisation pour le scénario état initial 2021

Les résultats des modélisations en NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> au niveau des points récepteurs sont présentés pour ce scénario état initial 2021 dans le tableau ci-après, et sont comparés aux valeurs réglementaires françaises en vigueur applicables, ainsi qu'à la valeur guide OMS - 2021. Les concentrations présentées dans cette section correspondent aux concentrations totales sur la zone, à savoir la somme des concentrations modélisées et des concentrations de fond injectées dans le modèle. Ces concentrations de fond ont été supposées homogènes sur l'année étudiée, sur l'ensemble du domaine modélisé pour cet état initial 2021.

Tableau 10 : Résultats de la modélisation - Etat initial 2021

Id	Récepteurs	Concentrations modélisées (µg/m <sup>3</sup> ) en moyenne annuelle - Etat initial 2021								
		NO2				PM10			PM2,5	
		Moyenne annuelle	Percentile 100 horaire	Percentile 99,8 horaire	Percentile 99 journalier	Moyenne annuelle	Percentile 90,4 journalier	Percentile 99 journalier	Moyenne annuelle	Percentile 99 journalier
R1	Point de mesure n°1	9,95	24,49	23,14	16,18	15,18	15,36	15,73	8,12	8,50
R2	Point de mesure n°2	23,63	76,32	74,74	47,03	17,06	19,27	20,90	9,41	12,03
R3	Point de mesure n°3	9,84	25,79	23,01	15,62	15,17	15,33	15,68	8,11	8,47
R4	Point de mesure n°4	9,55	27,82	23,89	14,23	15,10	15,21	15,40	8,08	8,31
R5	Point de mesure n°5	10,86	33,86	29,65	19,11	15,19	15,38	15,72	8,14	8,54
R6	Point de mesure n°6	10,85	36,50	31,54	18,14	15,18	15,37	15,65	8,14	8,50
R7	Point de mesure n°7	18,46	66,37	61,28	43,60	15,73	16,53	17,78	8,56	10,12
R8	Point de mesure n°8	9,97	29,29	24,85	15,81	15,14	15,28	15,55	8,10	8,41
R9	Point de mesure n°9	8,61	18,01	16,60	12,83	15,05	15,11	15,42	8,04	8,29
R10	Point de mesure n°10	17,38	57,06	54,47	32,60	16,02	17,02	17,87	8,71	9,98
R12	Ecole de Crisenoy	8,61	17,60	16,15	12,39	15,05	15,11	15,36	8,04	8,26
R12	Ecole de St Germain Laxis	9,31	21,50	20,55	13,53	15,10	15,26	15,44	8,07	8,32
Max récepteurs		23,63	76,32	74,74	47,03	17,06	19,27	20,90	9,41	12,03
<b>Valeur réglementaire française</b>		<b>40</b>	<b>-</b>	<b>200</b>	<b>-</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>-</b>	<b>25</b>	<b>-</b>
<b>Valeur guide OMS</b>		<b>10</b>	<b>200</b>	<b>-</b>	<b>25</b>	<b>15</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>5</b>	<b>15</b>

Récepteur le plus impacté

**En gras** : résultat supérieur à une valeur réglementaire française

*En italique* : résultat supérieur à une valeur guide OMS

D'après le tableau précédent, le point R2 situé sur la RN36 nord est le plus impacté. Toutefois, pour tous les polluants, la valeur réglementaire française est largement respectée sur l'ensemble des points récepteurs pris en compte dans l'étude. Les points R2, R7 et R10 présentent les plus fortes valeurs en NO<sub>2</sub>, en PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> à relier avec leur proximité directe aux axes routiers les plus fréquentés, respectivement la RN36 nord, l'autoroute A5 et la RN36 sud. Des dépassements de la valeur cible OMS sont également constatés sur certains points récepteurs, à relier avec la pollution de fond qui représente une part largement majoritaire dans ces résultats et de l'autoroute A5 qui borde la zone sud du projet.

Les cartographies de concentrations sont présentées ci-après, et disponibles en annexe page 69 en plus grand format. Au vu de ces cartographies, il ressort que :

- La valeur limite relative au dioxyde d'azote (40 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle) est respectée sur l'ensemble du domaine d'étude. L'environnement immédiat de l'autoroute A5 et de la RN36 présente les concentrations les plus élevées, la valeur guide OMS fixée à 10 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle y est même dépassée.
- Au niveau des particules en suspension (PM<sub>10</sub>) et des particules fines (PM<sub>2,5</sub>), aucun dépassement des valeurs réglementaires relatives à la moyenne annuelle (40 µg/m<sup>3</sup> pour les PM<sub>10</sub>, 25 µg/m<sup>3</sup> pour les PM<sub>2,5</sub>) n'est constaté sur l'ensemble du domaine d'étude. Les dépassements de la valeur guide OMS (15 µg/m<sup>3</sup> pour les PM<sub>10</sub>, 5 µg/m<sup>3</sup> pour les PM<sub>2,5</sub>) sont à relativiser au regard de la pollution de fond respectivement de 15 µg/m<sup>3</sup> et 8 µg/m<sup>3</sup>. Elles sont en effet dépassées sur une grande partie du territoire Francilien.

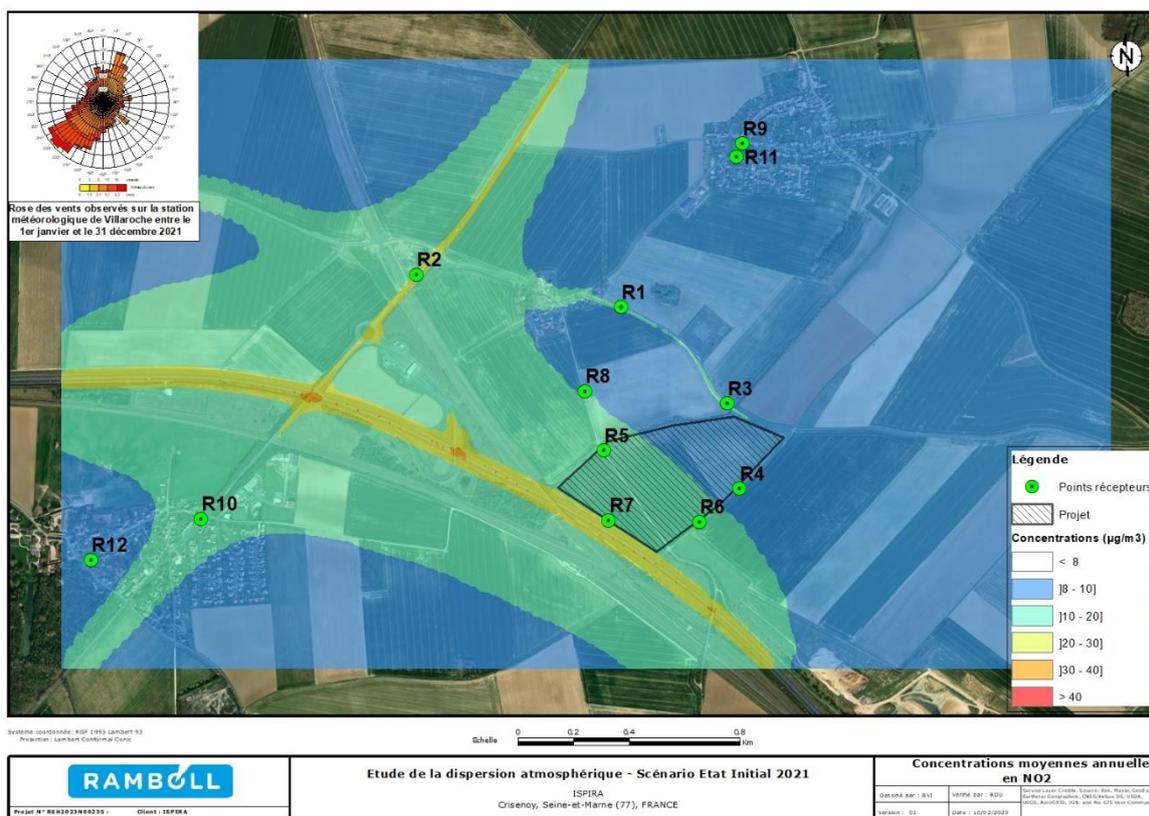


Figure 24 : Cartographie des concentrations en NO<sub>2</sub> - Etat initial 2021

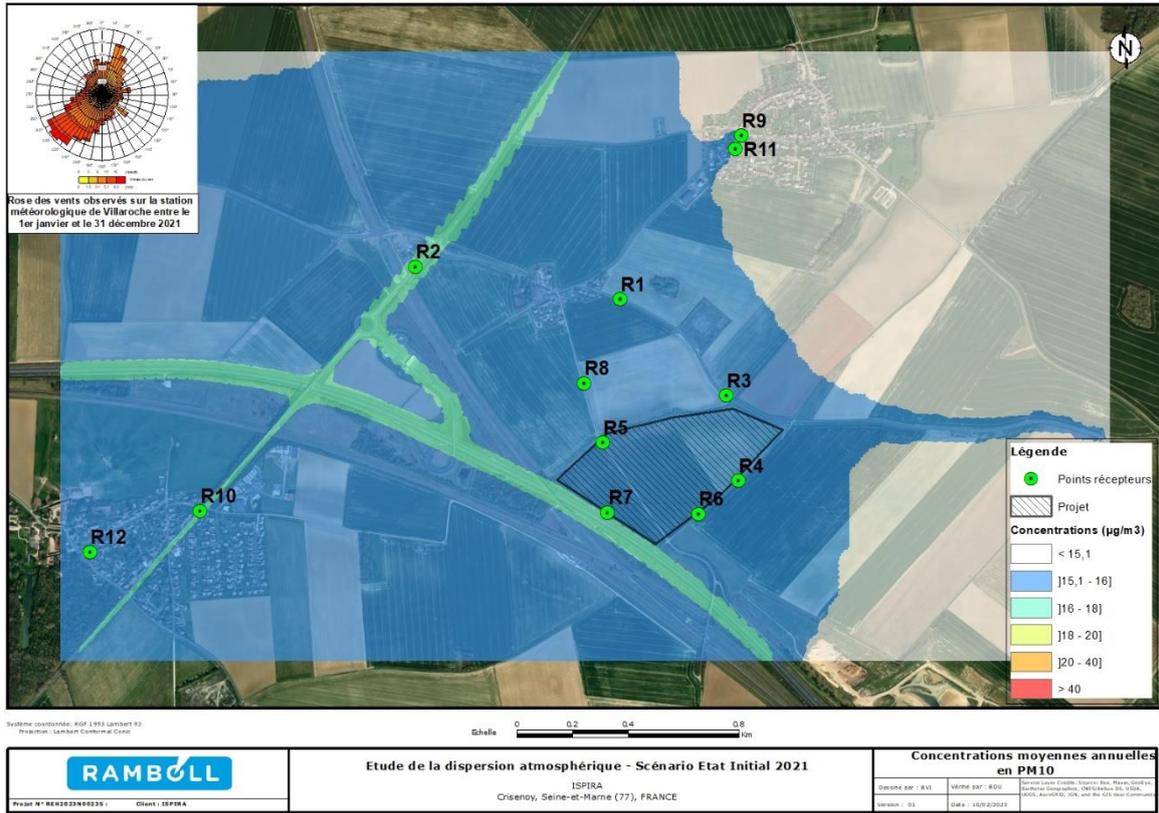


Figure 25 : Cartographie des concentrations en PM<sub>10</sub> – Etat initial 2021

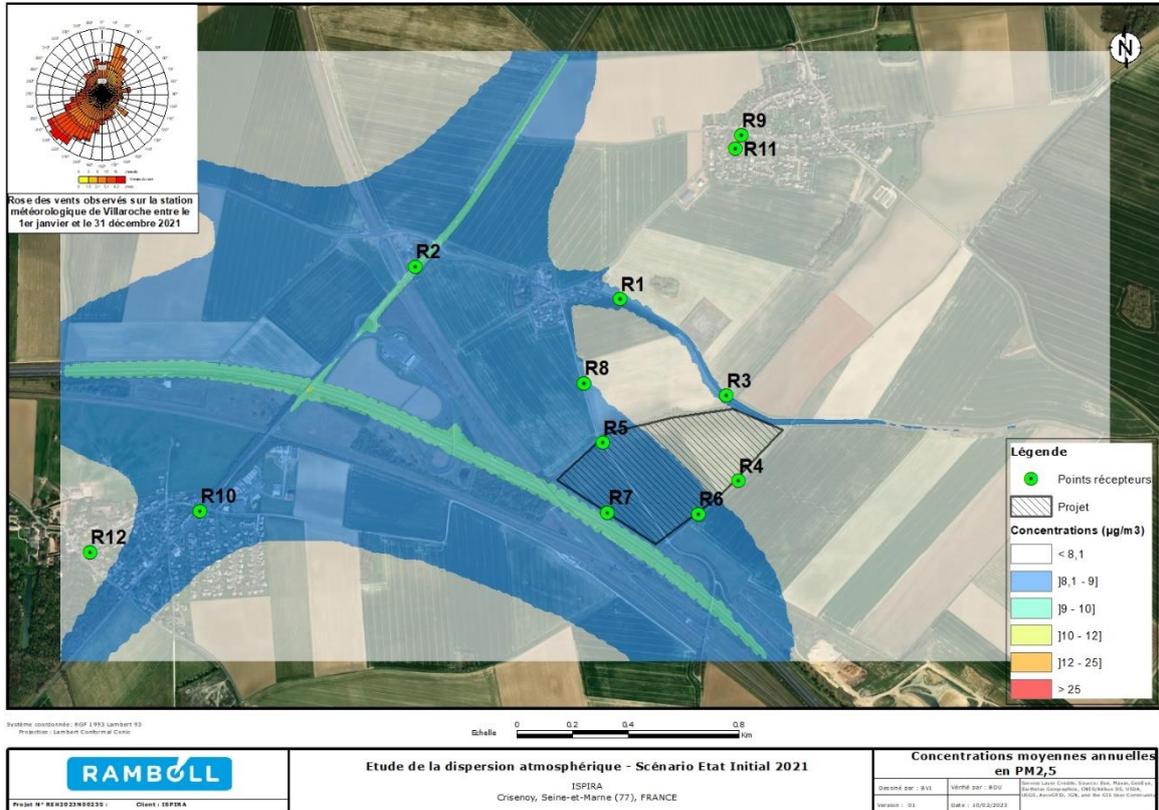


Figure 26 : Cartographie des concentrations en PM<sub>2,5</sub> – Etat initial 2021

## 5 Modélisation des états futurs

La deuxième phase de modélisation a pour objectif de caractériser l'état de la qualité de l'air à l'horizon du projet en 2027 sous la forme de scénarios prospectifs dans le cas sans projet (2027 Référence ou « 2027 R »), dans le cas avec la mise en place de la maison d'arrêt et de l'aménagement d'un contournement ainsi que d'un giratoire (2027 Projet ou « 2027 P2 »).

Il s'agit :

- De caractériser la qualité de l'air attendue en 2027 (« 2027 R ») au niveau de la zone d'étude au regard des valeurs réglementaires ;
- D'appréhender l'impact de la réalisation du projet au même horizon (« 2027 P2 ») sur la qualité de l'air ambiant

### 5.1 Définition du réseau d'étude

#### 5.1.1 Données considérées

Comme pour l'état initial, la définition du réseau d'étude pour ces états prospectifs 2027 repose sur les données fournies par le bureau d'étude TransMobilités d'après leur rapport « Etude de trafic et de faisabilité de l'accès routier d'une maison d'arrêt » daté du 22 mars 2021 et d'un complément d'information sous forme d'un document PowerPoint précisant les pourcentages en poids lourds applicables à chaque tronçon.

Concernant les données de trafic de l'autoroute A5 située à proximité sud du projet, celles-ci proviennent de données de recensement de la circulation réalisées en 2019 et fournies par la Région Ile-de-France.

#### 5.1.2 Réseau d'étude

Le réseau total pris en compte dans le calcul des émissions pour les scénarios 2027 est de 12,1 km. Il est détaillé selon les différentes projections envisagées sur la figure suivante. Il représente les tronçons pour lesquels des données trafic ont été fournies par le bureau d'étude TransMobilités. Il est constitué de :

- 9,6 km de voiries (en jaune) pour le scénario de référence 2027 et identique à l'état initial 2021 ;
- 2,5 km de voiries (en vert) correspondant à l'aménagement d'un contournement ainsi que d'un giratoire, voiries ajoutées au scénario de référence 2027 afin d'obtenir le réseau du scénario « 2027 Projet ».

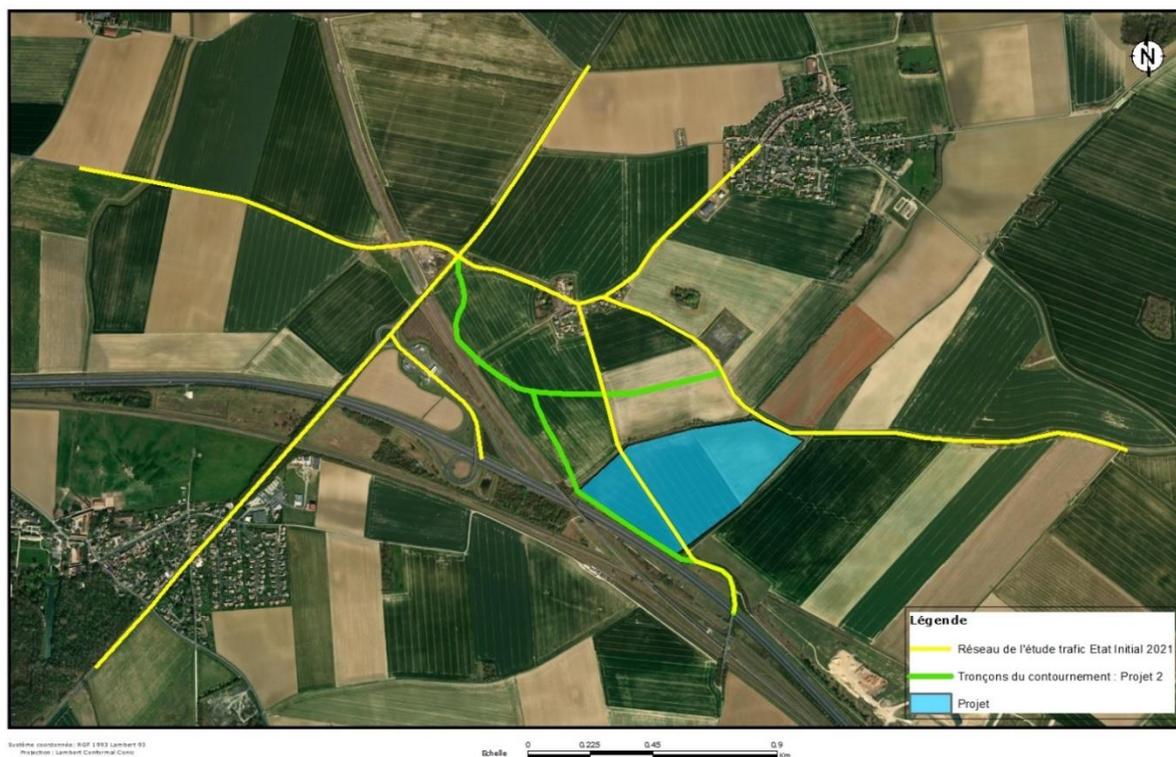


Figure 27 : Réseau d'étude disponible d'après l'étude trafic du bureau d'étude TransMobilités

En adéquation avec l'état initial 2021, il a été décidé de considérer dans les modélisations le trafic routier de l'autoroute A5, axe de circulation majeur sur la zone. Cela permet de mieux décrire les variations de la pollution de fond à l'intérieur de la zone d'étude et de disposer d'une meilleure comparaison des résultats de dispersion entre les différents scénarios, tout en restant conforme aux recommandations du CEREMA. Cependant, pour l'évolution des émissions avec et sans projet, aucun impact du projet n'étant attendu sur l'autoroute, les émissions de celle-ci ne sont pas prises en compte, afin de pouvoir mieux identifier l'impact potentiel du projet.

En rouge ci-dessous, la figure suivante présente les 2,7 km de l'autoroute A5. Au total, le réseau pris en compte dans les modélisations représente ainsi 14,8 km de voirie pour les scénarios prospectifs 2027.

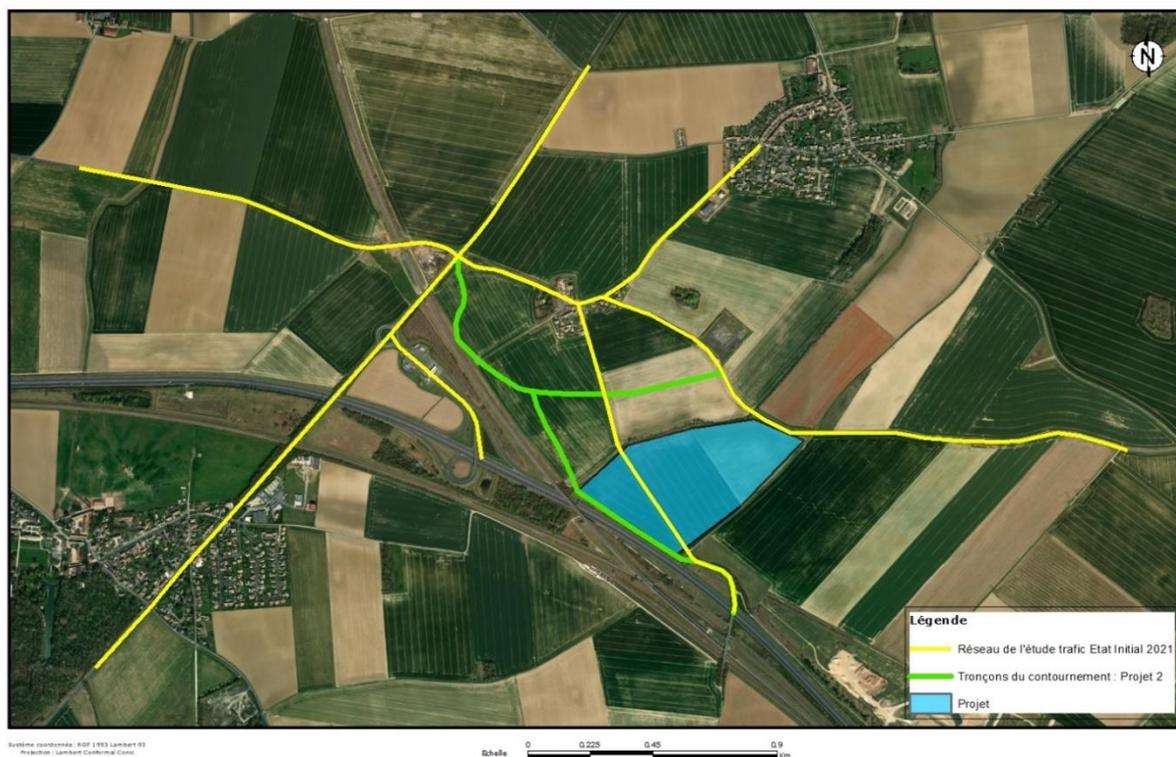


Figure 28 : Réseau pris en compte dans la modélisation

Les paragraphes suivants présentent l'évolution des émissions pour les 2 scénarios 2027 (« 2027 Référence », et « 2027 Projet ») avec un rappel des émissions de l'état initial 2021 ainsi que l'évolution de la dispersion atmosphérique pour ces mêmes projets 2027. Les polluants retenus pour l'étude sont les mêmes que ceux de l'état initial.

## 5.2 Evaluation des émissions sur la zone

### 5.2.1 Trafic considéré et caractéristiques des axes routiers

Le tableau suivant présente le trafic total considéré sur le réseau d'étude retenu, pour les scénarios 2027 pris en compte.

Tableau 11 : Nombre de kilomètres parcourus par jour pour les différents scénarios (incluant l'état initial 2021)

Scénarios	Unité	Tous véhicules	VL	PL
<b>2021</b>	<b>véh.km</b>	113 246	100 831	12 415
<b>2027 Référence</b>	<b>véh.km</b>	115 471	100 835	14 635
	<i>Evolution / 2021 (%)</i>	+ 2,0	+ 2,0	+ 1,9
<b>2027 Projet</b>	<b>véh.km</b>	120 479	105 610	14 869
	<i>Evolution / 2021 (%)</i>	+ 6,4	+ 6,8	+ 3,5
	<i>Evolution / 2027 Référence (%)</i>	+ 4,3	+ 4,7	+ 1,6

Les largeurs des voies de circulation retenues, comprises entre 4 et 40 mètres, ont été déterminées à partir des caractéristiques des voies issues de la BD TOPO de l'IGN (Institut national de

l'information géographique et forestière) et des images aériennes disponibles. Concernant les axes à construire, leur largeur a été déterminée à partir de celle des axes du même type déjà en service.

Les vitesses de circulation retenues pour chaque tronçon proviennent des valeurs réglementaires.

### 5.2.2 Parc roulant

Pour les facteurs d'émission du parc roulant, se reporter au paragraphe 4.2.2.

Pour les états futurs, l'effet de l'évolution du parc automobile est pris en compte par COPERT dans les calculs.

Un des paramètres importants pour cette étude est la part de véhicules électriques dans le parc roulant. La figure suivante montre la répartition de la part de véhicules selon la motorisation (100 % électrique, diesel, essence ou autre) dans le parc roulant français et selon l'horizon considéré (2021 et 2027).

En l'espace de 6 ans, on constate que la part des véhicules thermiques (diesel et essence) devrait baisser d'environ 6% sur la période 2021 - 2027 (96% à 90%) au profit des autres véhicules (électriques, GPL, hybrides ...).

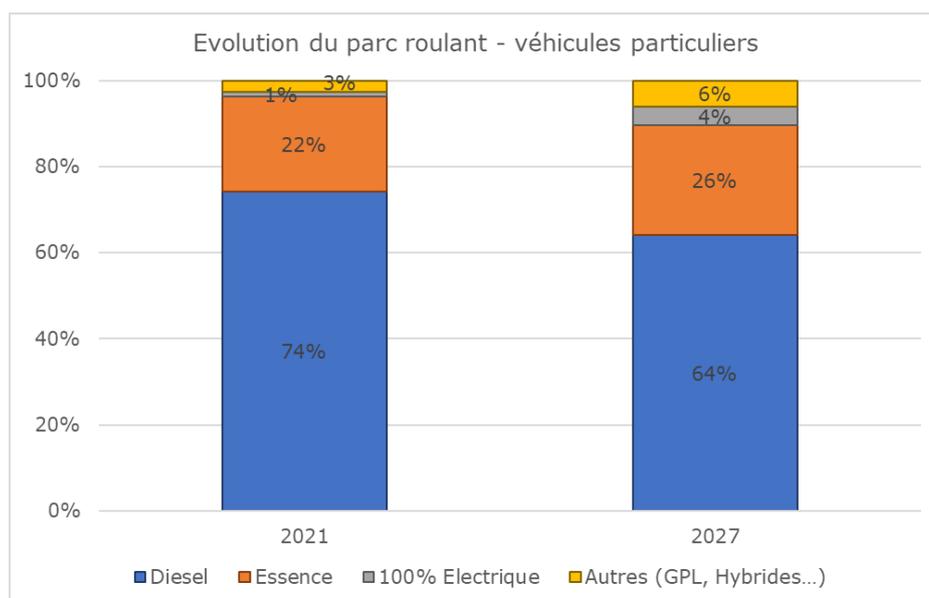


Figure 29 : Evolution du parc roulant français pour les deux horizons d'étude

### 5.2.3 Bilan des émissions

Le tableau suivant compile les émissions calculées sur la zone d'étude (hors autoroute A5) pour les deux scénarios prospectifs 2027 et pour l'ensemble des composés étudiés. A titre de comparaison, les résultats de l'état initial 2021 sont également présentés.

Tableau 12 : Bilan des émissions pour les différents scénarios, en kilogramme par an

Composés	2021 Etat initial	2027 Référence	2027 Projet
	kg/an		
<b>Oxydes d'azote</b>	8 644,0	4 447,4	4 808,5
<b>PM<sub>10</sub></b>	686,5	564,3	608,2
<b>PM<sub>2,5</sub></b>	461,7	336,7	361,9
<b>Monoxyde de carbone</b>	3 125,3	1 928,4	2 054,6
<b>COVnm</b>	1 367,8	1 128,1	1 224,3
<b>Benzène</b>	15,2	10,6	11,5
<b>Dioxyde de soufre</b>	16,0	15,6	16,5
<b>Arsenic</b>	4,4E-03	4,4E-03	4,9E-03
<b>Nickel</b>	1,0E-01	1,0E-01	1,1E-01
<b>Benzo(a)pyrène</b>	2,0E-02	1,7E-02	1,8E-02

Pour chaque composé et chaque scénario, les figures suivantes présentent une comparaison des émissions calculées :

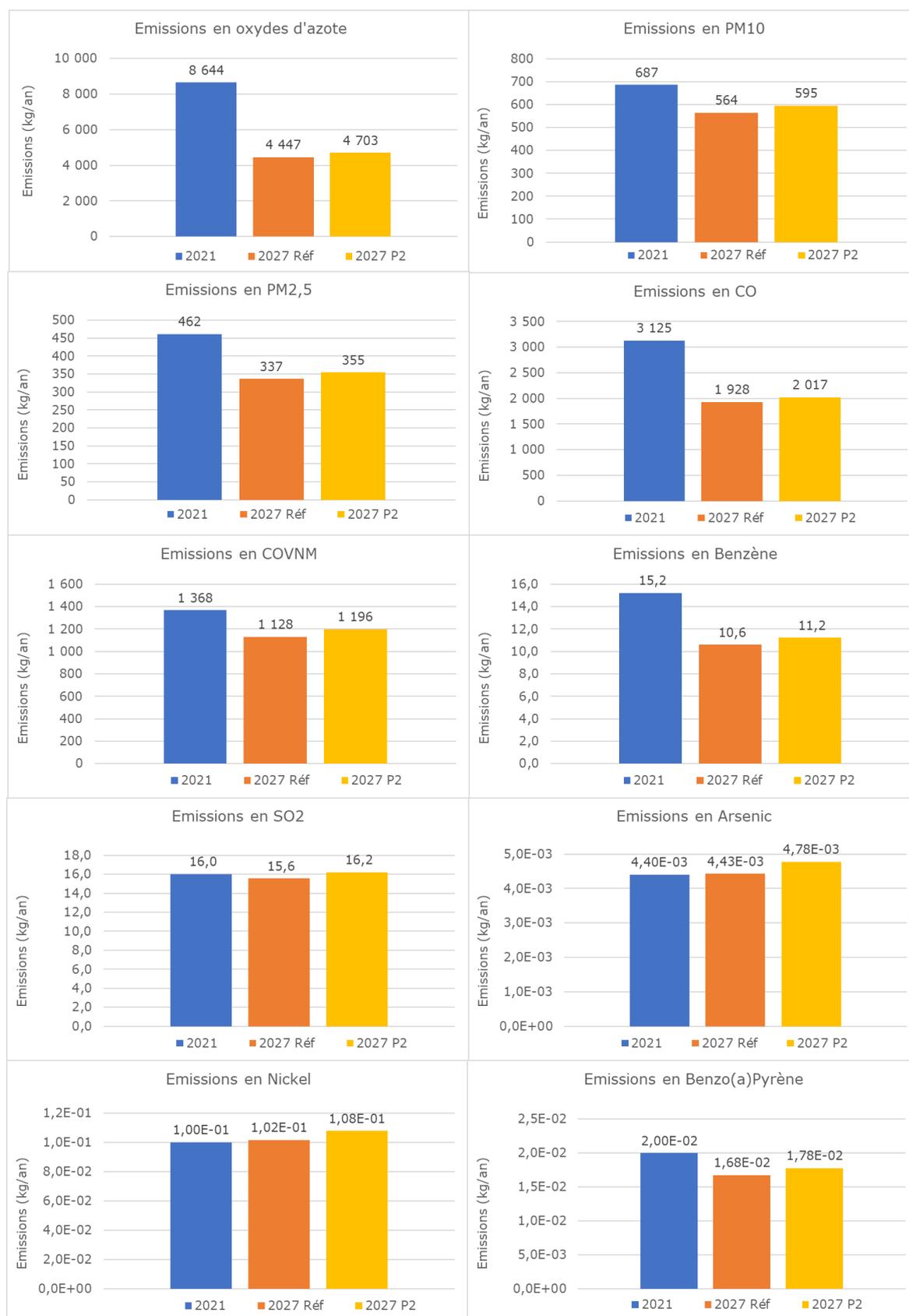


Figure 30 : Emission en kg/an selon le scénario sur le réseau d'étude

L'évolution des émissions des différents scénarios prospectifs 2027 par rapport à l'état initial 2021 est présentée sur la figure suivante :

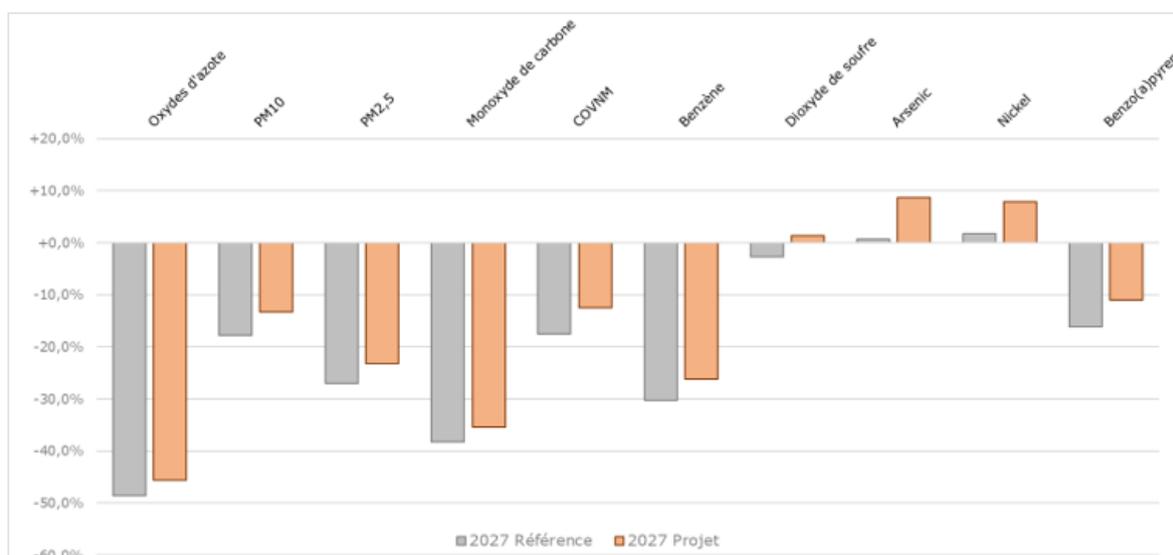


Figure 31 : Evolution des émissions par rapport à l'état initial 2021 par polluant et scénario

Le bilan et l'évolution des émissions du scénario « Référence 2027 » (voir ci-dessus en gris) par rapport à l'état initial 2021 sur le réseau d'étude retenu apportent les informations suivantes :

- Les émissions d'oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) présentent une nette tendance à la baisse, de l'ordre de 49%. Cette diminution est à relier directement avec l'amélioration du parc roulant, ainsi qu'à l'augmentation progressive de la part des véhicules électriques ;
- Dans des proportions moins marquées, cette évolution est également constatée pour les PM<sub>10</sub>, les PM<sub>2,5</sub>, le monoxyde de carbone, le dioxyde de soufre, les composés organiques non méthaniques, le benzène et le benzo(a)pyrène. Pour ces composés, la diminution des émissions est comprise entre 3% (pour le dioxyde de soufre) et 38% (pour le monoxyde de carbone).
- Les émissions des métaux lourds (arsenic et nickel), dont la part liée à l'usure est significative, connaissent une légère hausse comprise entre 0,7% (pour l'arsenic) et 1,7% (pour le nickel) due à l'augmentation du trafic par rapport à l'état initial 2021.

Le bilan et l'évolution des émissions des deux scénarios avec projet 2027 (voir sur la Figure 31 en bleu et orange) par rapport à l'état initial 2021 sur le réseau d'étude retenu apportent des conclusions semblables au paragraphe précédent entre le scénario 2027 référence et l'état initial 2021. L'impact de l'aménagement de la maison d'arrêt à travers le scénario projet « 2027 Projet » peut être analysé plus en détail en comparant ses émissions avec celles du scénario « Référence 2027 » comme présenté figure suivante :

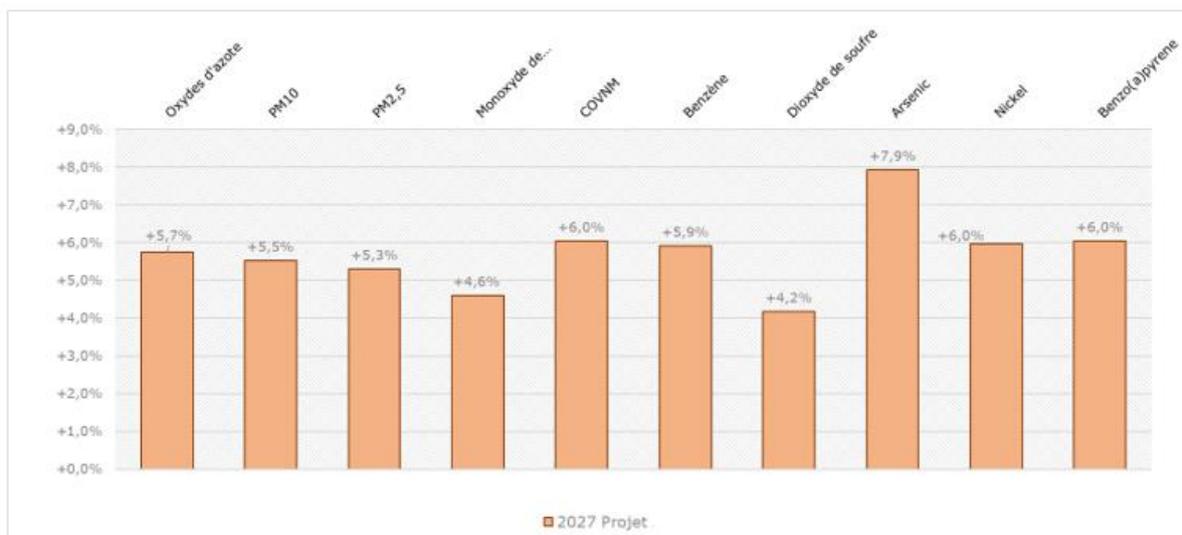


Figure 32 : Evolution des émissions par rapport au scénario de référence 2027 par polluant et scénario

D'après l'évolution nette entre le scénario projet et le scénario « Référence 2027 », ce dernier présente des émissions plus fortes par rapport au scénario « Référence 2027 » quel que soit le polluant. Cette évolution est comprise entre 5,9 % pour le dioxyde de soufre et 11,1 % pour l'arsenic.

Au-delà de ce constat chiffré pour lequel il n'existe pas de cadre réglementaire, il convient d'analyser les concentrations qui en résultent et leur répartition spatiale, afin d'évaluer plus en détail l'impact de la création de ce projet de maison d'arrêt à Crisenoy sur la qualité de l'air de l'ensemble de la zone.

### 5.3 Etude de la dispersion atmosphérique

Les polluants et indicateurs considérés ainsi que le logiciel de dispersion utilisés sont les mêmes que pour l'état initial.

#### 5.3.1 Périmètre d'étude et récepteurs

Le périmètre d'étude défini pour la modélisation de la dispersion couvre un rectangle d'environ 3,8 km par 2,2 km centré sur le projet d'aménagement qui intègre les sources d'émissions routières et couvre les zones habitées les plus proches susceptibles d'être impactées par ces émissions. La résolution du maillage de calcul utilisé pour modéliser la dispersion atmosphérique est de l'ordre de 38 à 22 m. Au total, les concentrations sont calculées au niveau d'environ 22 000 points de grille.

Par ailleurs, la zone d'étude couvrant un périmètre urbain restreint, les onze points choisis lors de la campagne de mesures ont été retenus dans cette étude et intégrés dans la modélisation. Ces points, auxquels ont été ajoutés deux écoles comme établissements sensibles (voir Tableau 7), sont représentés sur la figure suivante :

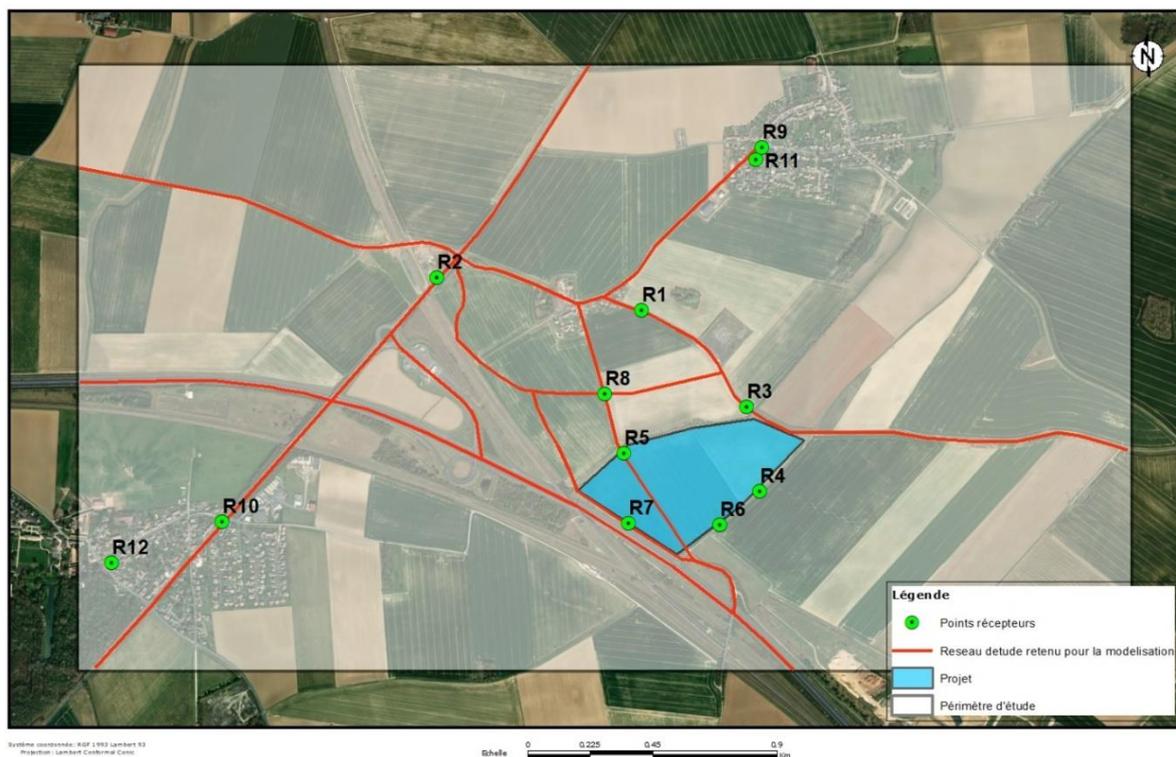


Figure 33 : Périmètre d'étude et points récepteurs - états futurs

### 5.3.2 Principales données d'entrée

Il s'agit des mêmes données que pour la modélisation de l'état initial (voir paragraphe 4.4.4).

### 5.3.3 Résultats de la modélisation pour les différents scénarios prospectifs 2027

Les résultats des modélisations en  $\text{NO}_2$ ,  $\text{PM}_{10}$  et  $\text{PM}_{2,5}$  au niveau des points récepteurs sont présentés pour les deux scénarios prospectifs 2027 dans le tableau ci-après, et sont comparés aux valeurs réglementaires françaises en vigueur applicables, ainsi qu'à la valeur guide OMS - 2021.

L'analyse des résultats repose sur :

- Le calcul des concentrations au niveau des points récepteurs présentés dans le tableau ci-dessous (en moyenne annuelle et en percentile, lorsque pertinent) ;
- Les cartographies de la pollution présentées en plus grand format en annexe page 72.

Les concentrations présentées dans cette section correspondent aux concentrations totales sur la zone, à savoir la somme des concentrations modélisées et des concentrations de fond injectées dans le modèle. Ces concentrations de fond ont été supposées homogènes sur l'année étudiée, sur l'ensemble du domaine modélisé pour ces deux scénarios prospectifs.

Tableau 13 : Résultats de la modélisation – Scénario 2027 Référence

Id	Récepteurs	Concentrations modélisées ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en moyenne annuelle – Etat initial 2021								
		NO2				PM10			PM2,5	
		Moyenne annuelle	Percentile 100 horaire	Percentile 99,8 horaire	Percentile 99 journalier	Moyenne annuelle	Percentile 90,4 journalier	Percentile 99 journalier	Moyenne annuelle	Percentile 99 journalier
R1	Point de mesure n°1	9,11	17,43	16,61	12,67	<i>15,15</i>	15,29	15,58	<i>8,09</i>	8,35
R2	Point de mesure n°2	<b>17,26</b>	<b>57,86</b>	<b>55,91</b>	<b>32,89</b>	<b>16,67</b>	<b>18,47</b>	<b>19,79</b>	<b>9,01</b>	<b>10,89</b>
R3	Point de mesure n°3	9,07	18,33	16,65	12,46	<i>15,13</i>	15,27	15,53	<i>8,08</i>	8,31
R4	Point de mesure n°4	8,91	19,80	17,37	11,68	<i>15,07</i>	15,15	15,27	<i>8,05</i>	8,18
R5	Point de mesure n°5	9,68	23,89	20,89	14,59	<i>15,13</i>	15,27	15,51	<i>8,09</i>	8,33
R6	Point de mesure n°6	9,68	26,02	22,50	13,97	<i>15,13</i>	15,26	15,44	<i>8,08</i>	8,29
R7	Point de mesure n°7	<i>14,68</i>	51,25	46,46	32,05	<i>15,50</i>	16,04	16,90	<i>8,33</i>	9,24
R8	Point de mesure n°8	9,14	20,51	17,68	12,51	<i>15,10</i>	15,20	15,39	<i>8,06</i>	8,25
R9	Point de mesure n°9	8,34	13,57	12,78	10,72	<i>15,04</i>	15,09	15,32	<i>8,02</i>	8,20
R10	Point de mesure n°10	<i>13,18</i>	39,60	37,11	22,18	<i>15,82</i>	16,61	17,30	<i>8,50</i>	9,40
R12	Ecole de Crisenoy	8,34	13,35	12,53	10,47	<i>15,04</i>	15,08	15,28	<i>8,02</i>	8,17
R12	Ecole de St Germain Laxis	8,73	15,46	14,96	11,09	<i>15,08</i>	15,20	15,34	<i>8,05</i>	8,21
Max récepteurs		<b>17,26</b>	<b>57,86</b>	<b>55,91</b>	<b>32,89</b>	<b>16,67</b>	<b>18,47</b>	<b>19,79</b>	<b>9,01</b>	<b>10,89</b>
<b>Valeur réglementaire française</b>		<b>40</b>	-	<b>200</b>	-	<b>40</b>	<b>50</b>	-	<b>25</b>	-
<b>Valeur guide OMS</b>		<b>10</b>	<b>200</b>	-	<b>25</b>	<b>15</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>5</b>	<b>15</b>

Récepteur le plus impacté

**En gras** : résultat supérieur à une valeur réglementaire française

*En italique* : résultat supérieur à une valeur guide OMS

Tableau 14 : Résultats de la modélisation – Scénario 2027 Projet

Id	Récepteurs	Concentrations modélisées ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) en moyenne annuelle – Etat initial 2021								
		NO2				PM10			PM2,5	
		Moyenne annuelle	Percentile 100 horaire	Percentile 99,8 horaire	Percentile 99 journalier	Moyenne annuelle	Percentile 90,4 journalier	Percentile 99 journalier	Moyenne annuelle	Percentile 99 journalier
R1	Point de mesure n°1	9,15	17,64	16,78	12,80	<i>15,15</i>	15,30	15,60	<i>8,09</i>	8,36
R2	Point de mesure n°2	<b>17,56</b>	<b>58,69</b>	<b>56,61</b>	<b>33,54</b>	<b>16,73</b>	<b>18,56</b>	<b>20,04</b>	<b>9,05</b>	<b>11,04</b>
R3	Point de mesure n°3	9,12	18,94	17,21	12,54	<i>15,14</i>	15,30	15,55	<i>8,08</i>	8,34
R4	Point de mesure n°4	8,92	19,86	17,39	11,68	<i>15,07</i>	15,15	15,27	<i>8,05</i>	8,18
R5	Point de mesure n°5	9,73	23,90	20,90	14,56	<i>15,14</i>	15,27	15,52	<i>8,09</i>	8,33
R6	Point de mesure n°6	9,70	26,04	22,51	14,05	<i>15,13</i>	15,26	15,44	<i>8,08</i>	8,29
R7	Point de mesure n°7	<b>14,71</b>	51,30	46,51	<b>32,11</b>	<b>15,51</b>	16,04	16,92	<b>8,33</b>	9,25
R8	Point de mesure n°8	<b>10,27</b>	30,11	26,30	14,77	<i>15,29</i>	15,54	15,87	<i>8,17</i>	8,50
R9	Point de mesure n°9	8,35	13,70	12,89	10,79	<i>15,04</i>	15,09	15,34	<i>8,02</i>	8,20
R10	Point de mesure n°10	<b>13,33</b>	40,33	37,91	22,60	<i>15,85</i>	16,67	17,38	<i>8,52</i>	9,44
R12	Ecole de Crisenoy	8,35	13,50	12,65	10,55	<i>15,04</i>	15,09	15,29	<i>8,02</i>	8,18
R12	Ecole de St Germain Laxis	8,74	15,63	15,16	11,16	<i>15,08</i>	15,20	15,35	<i>8,05</i>	8,22
Max récepteurs		17,56	58,69	56,61	33,54	16,73	18,56	20,04	9,05	11,04
<b>Valeur réglementaire française</b>		<b>40</b>	-	<b>200</b>	-	<b>40</b>	<b>50</b>	-	<b>25</b>	-
<b>Valeur guide OMS</b>		<b>10</b>	<b>200</b>	-	<b>25</b>	<b>15</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>5</b>	<b>15</b>

Récepteur le plus impacté

**En gras** : résultat supérieur à une valeur réglementaire française

*En italique* : résultat supérieur à une valeur guide OMS

Les résultats des deux tableaux précédents apportent les informations suivantes :

- **Dans l'ensemble, quel que soit le composé et le scénario considérés, aucun point ne présente des concentrations dépassant les valeurs réglementaires françaises ;**
- Dans l'ordre des plus impactés, les points R2, R7 et R10, localisés respectivement au nord-est à proximité de la RN36 nord, au sud proche de l'autoroute A5 et au sud-ouest de la future maison d'arrêt sur la RN36, présentent les concentrations les plus élevées mais ne dépassent pas les valeurs réglementaires françaises applicables.
- Quel que soit le scénario, et le composé, les valeurs guides de l'OMS parues en 2021 sont dépassées au niveau de ces mêmes points récepteurs. En effet, seuls R2, R7 et R10 dépassent la valeur guide OMS en NO<sub>2</sub> pour les 2 scénarios, tout comme R2 et R7 dépassent la valeur guide OMS du percentile journalier P99 en NO<sub>2</sub> pour les 2 scénarios. S'agissant des PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>, les douze points récepteurs dépassent les valeurs guides OMS en moyenne annuelle pour les 2 scénarios également. **Ces dépassements ne peuvent pas être associés directement à la réalisation du projet étant donné que les concentrations moyennes en fond urbain, pour les PM, sont supérieures aux valeurs guides de l'OMS sur l'ensemble de l'Ile-de-France<sup>9</sup>.** De plus, ceux-ci apparaissent sur l'ensemble des scénarios y compris celui prenant en compte la réalisation du projet.

Les figures suivantes présentent les cartographies des concentrations modélisées en NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> réalisées pour chaque scénario. Ces cartographies sont disponibles en grand format en annexe page 72.

<sup>9</sup> <https://www.airparif.asso.fr/index.php/actualite/2021/impact-des-nouveaux-seuils-de-referance-de-loms-sur-lile-de-france>

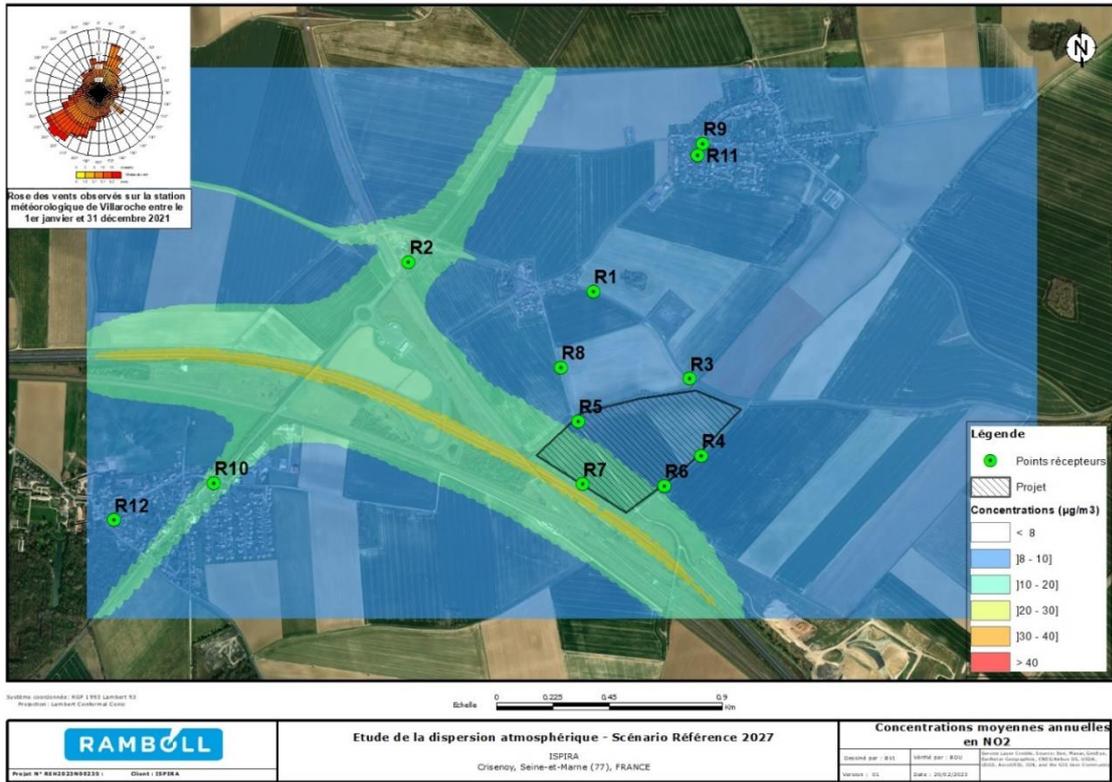


Figure 34 : Cartographie des concentrations en NO<sub>2</sub> – Scénario Référence 2027

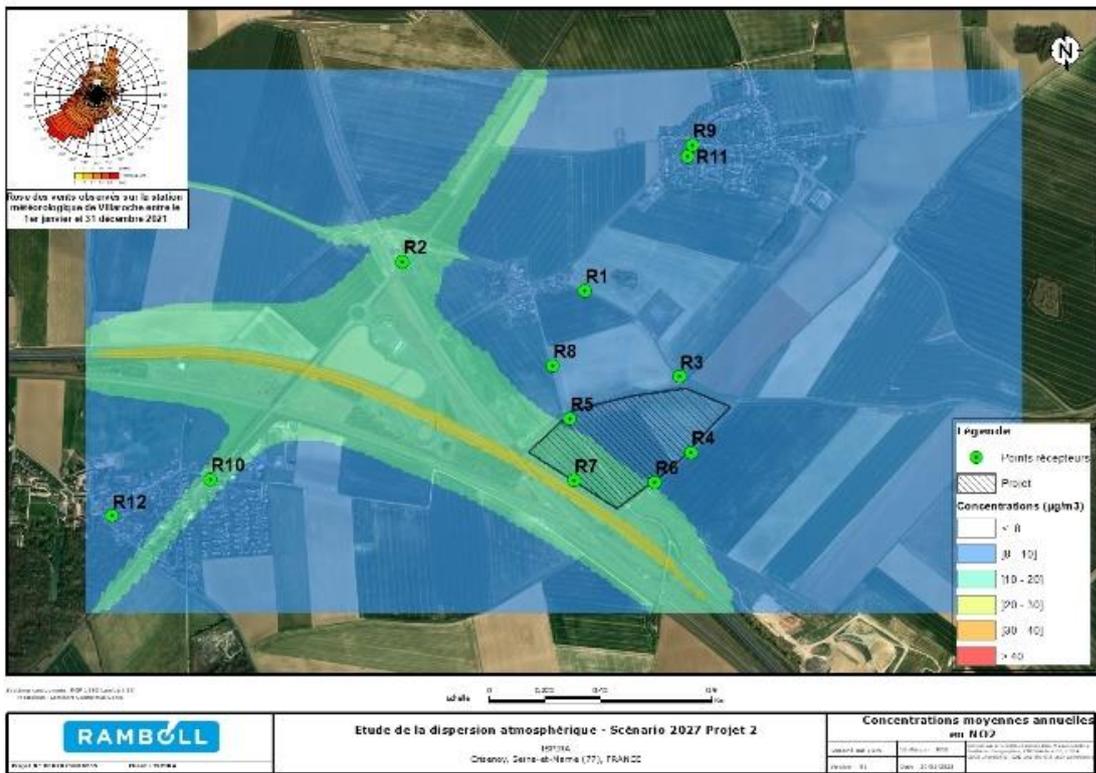


Figure 35 : Cartographie des concentrations en NO<sub>2</sub> – Scénario 2027 Projet



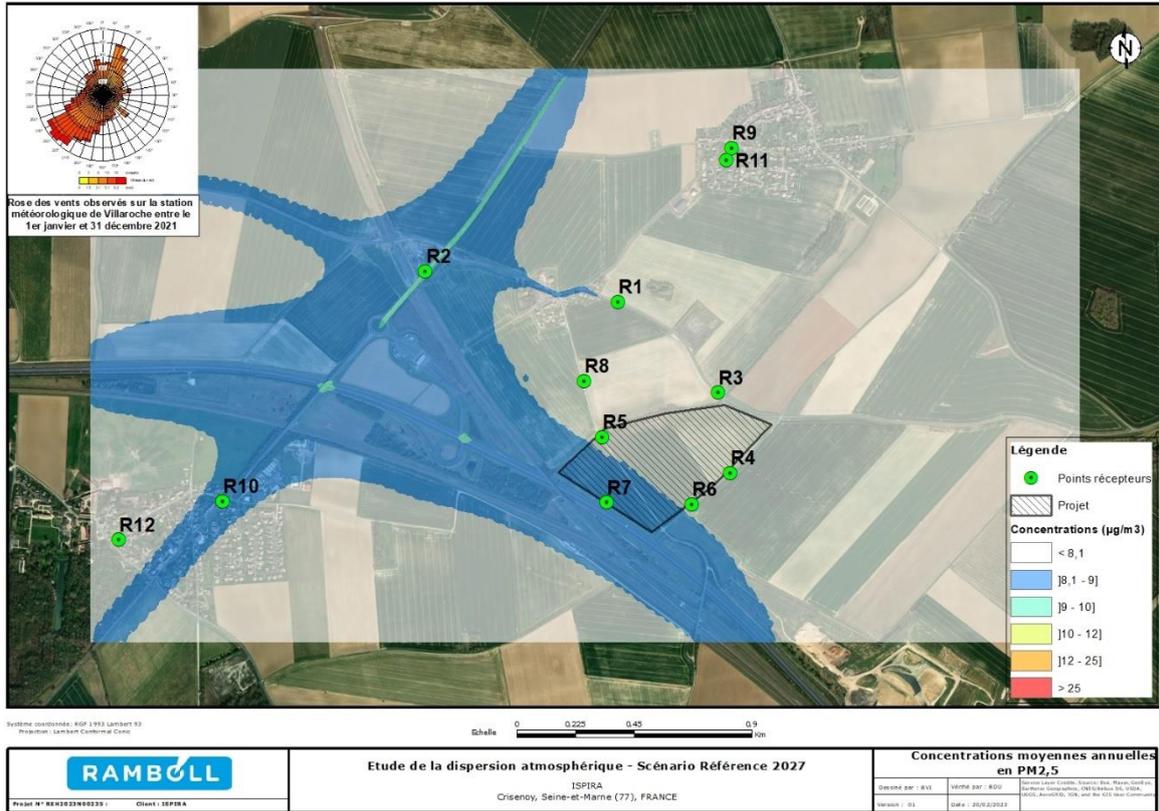


Figure 38 : Cartographie des concentrations en PM<sub>2,5</sub> – Scénario Référence 2027

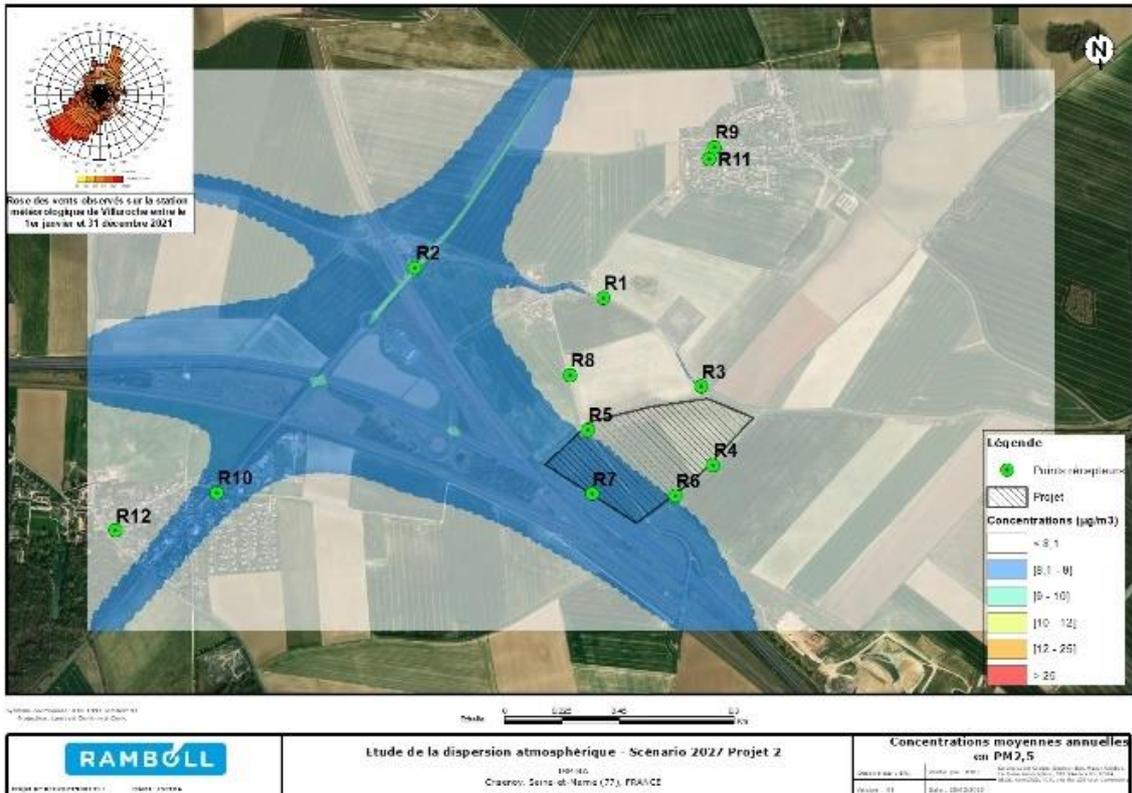


Figure 39 : Cartographie des concentrations en PM<sub>2,5</sub> – Scénario 2027 Projet

Les cartographies présentées ci-dessus et en annexe confirment les informations suivantes :

- Dans l'ensemble, et quel que soit le polluant et le scénario considérés, les concentrations les plus fortes sont logiquement rencontrées au niveau et à proximité de la RN36 et de l'autoroute A5 ;
- Les valeurs réglementaires en dioxyde d'azote, PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> sont respectées sur l'ensemble de la zone, et pour tous les scénarios étudiés ;
- Au niveau de la zone d'implantation du projet de maison d'arrêt, la moitié sud sera la plus impactée par les émissions de l'autoroute A5 bien que l'impact soit maîtrisé au vu des concentrations en jeu ;
- La valeur guide OMS parue en 2021 en dioxyde d'azote est dépassée sur une grande majorité des tronçons du réseau d'étude retenu pour la modélisation, quel que soit le scénario. Des dépassements de la valeur guide en PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> sont observés sur l'ensemble du domaine d'étude. Ces dépassements ne peuvent pas être associés directement et strictement à la réalisation du projet et des aménagements routiers liés compte tenu de l'influence de l'autoroute A5 et de la pollution de fond. De plus, des dépassements sont observés sur l'ensemble des scénarios, y compris celui ne prenant pas en compte la réalisation du projet (scénario Référence 2027).

## 6 Evaluation de l'exposition (Indice Pollution Population)

### 6.1 Bande d'étude

Le guide CEREMA indique que les Indices Pollution-Population (IPP) doivent être calculés dans les bandes d'études autour des axes routiers du réseau d'étude. La largeur de ces bandes est définie par ce même guide, en fonction du trafic attendu. Elle est indiquée dans le tableau suivant :

Tableau 15 : Largeur des bandes d'étude en fonction des TMJA

Trafic Moyen Journalier Annuel (TMJA) à l'horizon d'étude le plus lointain, en véh/j	Largeur minimale de la bande d'étude, en mètres, centrée sur l'axe de la voie
<b>T &gt; 50 000</b>	600
<b>25 000 &lt; T &lt; 50 000</b>	400
<b>10 000 &lt; T &lt; 25 000</b>	300
<b>T &lt; 10 000</b>	200

### 6.2 Méthode de calcul de l'Indice Pollution – Population

L'Indice Pollution-Population (IPP) est un indicateur qui représente l'exposition potentielle de la population à la pollution engendrée par un projet routier. L'IPP est calculé sur les zones couvertes par les bandes d'études mentionnées dans la section précédente.

Dans le cadre du projet, l'IPP a été calculé à l'aide des concentrations modélisées en NO<sub>2</sub>. Le calcul d'IPP se fait à l'aide de l'équation suivante :

$$IPP = \sum IPP_i = \sum C_i * P_i$$

Avec :

- IPPi : IPP calculé sur chaque maille ;
- Ci : concentration modélisée du polluant au niveau de chaque maille ;
- Pi : population présente dans la maille.

Le maillage de la population utilisé provient de l'Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques (INSEE)<sup>10</sup>. Il s'agit d'un maillage carroyé à 200 m contenant le nombre d'individus résidant dans le carreau. Ces données de population sont illustrées sur la Figure 40. Pour le calcul des IPP dans chacune des mailles, les concentrations en NO<sub>2</sub> ont été projetées sur les mêmes mailles.

Pour l'ensemble des scénarios étudiés, la densité de population a été estimée sur la base des données carroyées à 200 m, de l'année 2017 (dernière version). Afin de pouvoir disposer d'un indicateur comparable, il a été fait le choix délibéré de ne pas prendre en compte l'augmentation de la population associée au centre pénitentiaire. En effet, actuellement sur les bandes d'étude, la population est actuellement estimée à 382 habitants. Aussi, l'augmentation de population potentiellement attribuable au centre pénitentiaire (1 000 personnes) fausserait grandement l'interprétation ultérieure de l'IPP.

Le produit pollution × population est réalisé pour chaque maille de la bande d'étude, et la somme de ces valeurs permet d'obtenir un IPP agrégé pour chaque horizon et chaque scénario.



Figure 40 : Nombre d'individus résidant dans les bandes d'étude (source : INSEE)

<sup>10</sup> INSEE - Données carroyées FiloSoFi 2017 parues le 23 mars 2022

## 6.3 Résultats

L'histogramme ci-dessous présente les résultats du calcul de l'IPP réalisé pour l'ensemble des scénarios.

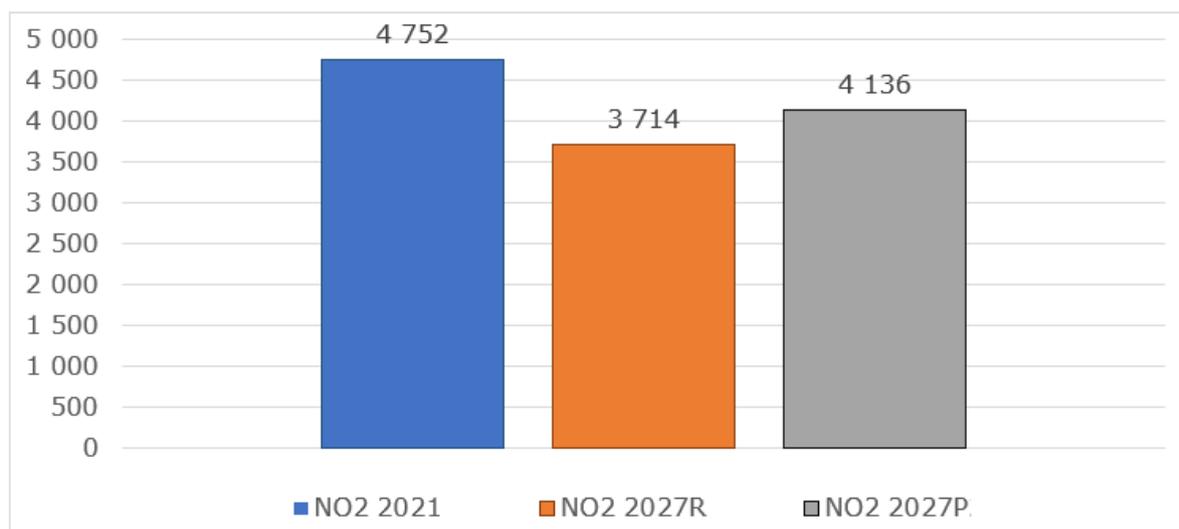


Figure 41 : Indice Pollution-Population pour les différents scénarios

L'indice étant calculé à partir de la répartition des concentrations et de la population estimée constante sur la zone d'étude, sa valeur est d'autant plus élevée que les concentrations sont fortes sur les zones les plus peuplées.

En l'absence de réalisation du projet, une nette diminution de l'IPP est constatée : celle-ci est de l'ordre de 27,9 % entre 2021 et 2027. On constate également une diminution de l'IPP entre le scénario d'état initial et le scénario projet, bien que moindre, de l'ordre de 13 %. La réalisation de la maison d'arrêt avec le contournement (scénario « 2027 Projet ») a un effet sur l'exposition des riverains selon l'indice IPP, et contribue à une augmentation de celui-ci de l'ordre de 11,3 % par rapport au scénario de référence 2027.

## 7 Evaluation des émissions associées au chauffage sur la zone d'étude

### 7.1 Polluants étudiés

Afin de pouvoir disposer d'éléments de comparaison avec le volet trafic, les composés présentés dans le paragraphe 2.3 ont été pris en compte pour les émissions de Chaudières. Parmi ces dix composés, seul le benzène n'a pas été retenu, faute de facteur d'émissions disponibles (cf. paragraphe suivant).

### 7.2 Données d'entrée utilisées

La puissance thermique totale nécessaire n'étant pas connue précisément à ce jour, celle-ci a été estimée sur la base du retour d'expérience de l'APIJ sur un précédent projet de 515 détenus, sur lequel la puissance thermique totale installée était de 3,15 MW. Au vu du nombre de détenus dans ce projet, il a été fait l'hypothèse de doubler cette puissance thermique, soit 6,3 MW.

Par analogie avec le précédent projet, il a été défini un mix énergétique 2/3 gaz et 1/3 bois, soit :

- La mise en place de chaudière(s) gaz d'une puissance totale installée de 4,2 MW ;
- La mise en place de chaudière(s) biomasse (bois) pour une puissance totale installée de 2,1 MW.

Dans les deux cas, les émissions sont estimées à l'aide des facteurs d'émissions fournis par le CITEPA selon la méthodologie OMINEA et présentés dans le Tableau 16. Cette méthode est privilégiée par rapport à une méthode de type réglementaire, car elle est représentative du fonctionnement réel et elle permet de calculer les émissions pour un plus grand nombre de polluants. Cependant, à titre informatif, les Valeurs Limites d'Emissions (VLE) applicables a priori aux projets de chaudière sont présentées dans le Tableau 17 ci-après. Ces VLE sont issues de l'arrêté du 3 août 2018 applicables aux chaudières soumises à déclaration. A noter que, Crisenoy étant situé sur le territoire du PPA d'Ile-de-France, il est possible que des VLE plus strictes soient exigées lors de l'instruction du dossier. Aussi, ces VLE sont présentées à titre indicatif.

Tableau 16 : Facteurs d'émissions OMINEA 2022 pour les chaudières de moins de 20 MW

Composé	Gaz naturel	Bois
NOx (g/GJ)	60	166
PM <sub>10</sub> (g/GJ)	0,9	46,4
PM <sub>2,5</sub> (g/GJ)	0,9	38,6
CO (g/GJ)	30	250
COVnm (g/GJ)	2,0	3,49
SO <sub>2</sub> (g/GJ)	0,5	7,99
As (mg/GJ)	0,0119	9,5
Ni (mg/GJ)	0,0032	11
B[a]P (mg/GJ)	0,0006	0,5

Tableau 17 : VLE applicables a priori aux projets de chaudières

Composé	Gaz naturel <sup>(1)</sup>	Bois <sup>(2)</sup>
NOx (mg/Nm <sup>3</sup> )	100	300
Poussières (mg/Nm <sup>3</sup> )	-	30
CO (mg/Nm <sup>3</sup> )	100	250
COVnm (mg/Nm <sup>3</sup> )	-	50
SO <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	-	200
PCDD/F ("dioxines") (ng ITEQ/Nm <sup>3</sup> )	-	0,1

(1) VLE ramenées sur gaz sec à 3 % d'O<sub>2</sub>

(2) VLE ramenées sur gaz sec à 6 % d'O<sub>2</sub>

En l'absence d'informations sur le temps de fonctionnement des installations, il est pris l'hypothèse d'une durée de fonctionnement de 50 % du temps sur l'année, soit 4 380 h par an à pleine

puissance. Ce temps de fonctionnement est supérieur à la durée standard de fonctionnement de 2 500 heures par an (appelée aussi « durée d'utilisation équivalente à pleine puissance »), au vu du retour d'expérience de l'APIJ qui indique un temps de fonctionnement plus long que la moyenne sur les établissements pénitentiaires.

### 7.3 Bilan des émissions

Le tableau suivant compile les émissions calculées à l'horizon 2027 pour la partie trafic selon le projet (P2), la part des émissions des chaudières au gaz naturel, la part des émissions des chaudières bois, et les émissions totales cumulées. La figure suivante représente ces mêmes éléments de manière graphique.

Tableau 18 : Bilan des émissions projetées, en kilogramme par an

Composés (kg/an)	2027 Projet Trafic	2027 chauff part gaz naturel	2027 chauff part bois	2027 total
<b>Oxydes d'azote</b>	3 688,8	3 973,5	5 496,7	13 159,1
<b>PM<sub>10</sub></b>	470,7	59,6	1 536,4	2 066,8
<b>PM<sub>2,5</sub></b>	280,7	59,6	1 278,2	1 618,5
<b>Monoxyde de carbone</b>	1 600,0	1 986,8	8 278,2	11 864,9
<b>COVnm</b>	934,7	132,5	115,6	1 182,7
<b>Dioxyde de soufre</b>	13,0	33,1	264,6	310,7
<b>Arsenic</b>	3,7E-03	7,9E-01	3,1E+02	3,2E+02
<b>Nickel</b>	8,4E-02	2,1E-01	3,6E+02	3,6E+02
<b>Benzo(a)pyrène</b>	1,4E-02	4,0E-02	1,7E+01	1,7E+01

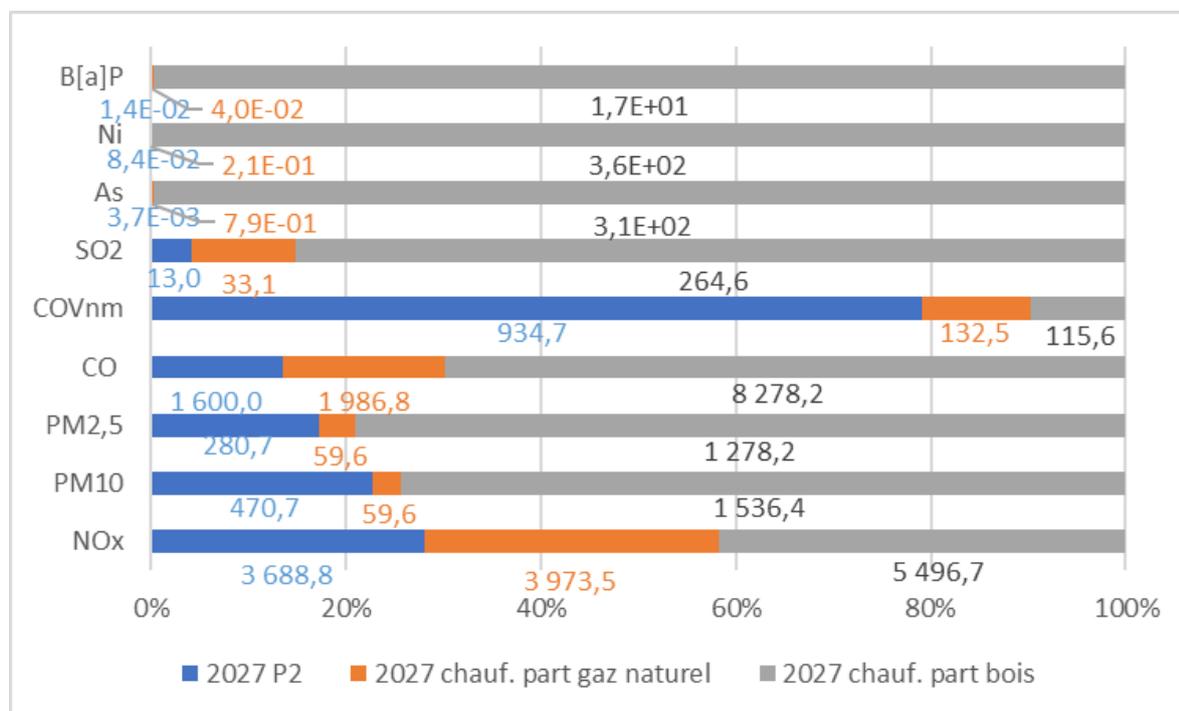


Figure 42 : Emissions totales (en kg/an) associées au projet, incluant trafic (P2), chaudière(s) gaz et chaudière(s) bois

## 7.4 Analyse du bilan des émissions

Même si la part bois ne représente qu'un tiers de la puissance totale installée, les émissions associées au bois sont systématiquement supérieures à celles du gaz, exception faite des COVnm, où la contribution du bois est légèrement inférieure à celle du gaz. Pour les autres polluants, le ratio bois/gaz varie de 1,4 pour les NO<sub>x</sub> à 1 700 pour le nickel. Ceci est directement à relier aux facteurs d'émissions plus élevés pour le combustible bois par rapport au gaz. Pour les PM<sub>2,5</sub>, le ratio est de 21, quant aux PM<sub>10</sub>, le ratio est de 26.

Lorsque l'on compare les émissions issues des chaudières (gaz+bois) par rapport à celles du scénario P2 pour le trafic, il s'avère que :

- Les émissions associées aux chaudières sont minoritaires (environ 20 %) uniquement pour les COVnm ;
- Les émissions d'arsenic, nickel et benzo[a]pyrène sont quasi exclusivement (>99 %) associées aux chaudières, la contribution du trafic étant quasi-nulle ;
- Les émissions en oxydes d'azote, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, monoxyde de carbone et dioxyde de soufre sont majoritairement associées aux chaudières, la contribution du trafic étant minoritaire (entre 4 % pour le SO<sub>2</sub> et 28 % pour les NO<sub>x</sub>).

En définitive, à l'exception des COVnm, les émissions du projet associées aux chaudières seront significativement plus élevées que celles du trafic, et ce, tant pour les polluants d'intérêt principal (NO<sub>x</sub> et PM principalement), que pour les polluants traces (arsenic, nickel, B[a]P). Au sein même de la contribution des chaudières, les chaudières bois sont les principales contributrices, et cela, même avec l'hypothèse d'une puissance installée deux fois plus faible que les chaudières gaz. En l'absence d'informations plus précises sur la localisation et les caractéristiques des chaudières projetées, il n'est pas possible d'évaluer précisément l'impact sur la qualité de l'air, comme cela a été le cas pour le trafic avec les modélisations. Il faut toutefois avoir à l'esprit que la réglementation existante pour les chaudières intègre des exigences tant d'un point de vue hauteur de cheminée que de vitesse d'éjection des gaz, et ce, afin de favoriser la dispersion atmosphérique. Aussi, à émissions équivalentes, l'impact associé aux chaudières sera d'une manière globale plus diffus que l'impact du trafic.

## 8 Conclusions

La campagne de mesures s'est déroulée du 9 au 23 janvier 2023 et a concerné les polluants suivants : dioxyde d'azote, particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>.

Les concentrations moyennes, médianes, minimales, maximales sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 19 : Synthèse des résultats

Polluant	Concentration (µg/m <sup>3</sup> )				Valeur limite comparable	Valeur OMS
	Moyenne	Médiane	Maximum	Minimum		
NO <sub>2</sub>	9,2	8,1	13,2	7,3	40 µg/m <sup>3</sup> (annuelle)	10 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>10</sub>	7,8				40 µg/m <sup>3</sup> (annuelle)	15 µg/m <sup>3</sup>
PM <sub>2,5</sub>	5,7				25 µg/m <sup>3</sup> (annuelle)	5 µg/m <sup>3</sup>

Pour le **dioxyde d'azote**, principal traceur des émissions du trafic routier, les concentrations les plus fortes mesurées sont logiquement relevées, au regard de l'influence que le trafic routier a sur ce polluant, au niveau des points situés à proximité d'axes routiers structurants, ici la route nationale 36 et l'autoroute A5. Les concentrations modélisées en NO<sub>2</sub>, principal traceur des émissions du trafic routier, montrent un respect de la valeur limite fixée à 40 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle sur l'ensemble des points récepteurs et des scénarios considérés (état initial et états projetés). Des dépassements de la valeur cible OMS sont constatés sur certains points récepteurs, principalement en raison de la pollution de fond qui représente une part largement majoritaire dans ces résultats.

S'agissant des **particules PM<sub>10</sub>**, une concentration moyenne de 7,8 µg/m<sup>3</sup> a été mesurée sur site. La valeur limite fixée à 50 µg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière n'a pas été dépassée durant la campagne de mesure. Il en va de même pour les **PM<sub>2,5</sub>**, dont la concentration moyenne durant la campagne s'élève à 5,7 µg/m<sup>3</sup>, et l'objectif de qualité en moyenne journalière de 15 µg/m<sup>3</sup>. Au regard des modélisations réalisées pour ces polluants, aucun dépassement des valeurs réglementaires relatives à la moyenne annuelle (40 µg/m<sup>3</sup> pour les PM<sub>10</sub>, 25 µg/m<sup>3</sup> pour les PM<sub>2,5</sub>) n'est constaté sur l'ensemble du domaine d'étude pour chacun des scénarios considérés. Les dépassements de la valeur guide OMS (15 µg/m<sup>3</sup> pour les PM<sub>10</sub>, 5 µg/m<sup>3</sup> pour les PM<sub>2,5</sub>) sont quant à eux à relativiser au regard de la pollution de fond, respectivement de 15 µg/m<sup>3</sup> et 8 µg/m<sup>3</sup>, et non imputables au projet (avec ou sans déviation).

Ainsi, au regard du respect des valeurs réglementaires françaises sur la zone pour l'ensemble des scénarios, la qualité de l'air est compatible avec l'implantation du projet de centre pénitentiaire. D'après les modélisations, nous conseillons pour favoriser la qualité de l'air intérieur au stade de la conception du centre, de minimiser les prises d'air neuf (ventilation naturelle ou mécanique) en partie sud du projet au profit de la partie nord, plus éloignée de l'autoroute.

En ce qui concerne l'exposition des riverains à proximité du centre, l'Indice Pollution Population, croisant densité de population et concentrations en NO<sub>2</sub>, a été calculé afin d'estimer l'évolution de leur exposition. En l'absence de réalisation du projet, une nette diminution de l'IPP est constatée : celle-ci est de l'ordre de 27,9 % entre 2021 et 2027. On constate également une diminution de l'IPP entre le scénario d'état initial et le scénario projet, bien que moindre, de l'ordre de 13 %. La réalisation de la maison d'arrêt avec le contournement (scénario « 2027 Projet ») a un effet sur l'exposition des riverains selon l'indice IPP, et contribue à une augmentation de celui-ci de l'ordre de 11,3 % par rapport au scénario de référence 2027. Cette augmentation est toutefois à relativiser au regard des concentrations projetées sur la zone.

Par ailleurs, une estimation des émissions des futures chaudières du centre pénitentiaire a été réalisée. Il en ressort que, à l'exception des COVnm, les émissions du projet associées aux chaudières seront significativement plus élevées que celles du trafic, et ce, tant pour les polluants d'intérêt principal (NOx et PM principalement), que pour les polluants traces (arsenic, nickel, B[a]P) ; la contribution des chaudières bois à ces émissions étant prépondérante. A noter que la traduction en termes d'impact sur la qualité de l'air n'est pas triviale car la réglementation existante pour les chaudières intègre des exigences tant d'un point de vue hauteur de cheminée que de vitesse d'éjection des gaz, et ce, afin de favoriser la dispersion atmosphérique. Aussi, à émissions équivalentes, l'impact sur la qualité de l'air associé sera d'une manière globale plus diffus que l'impact du trafic.

## 9 Annexe 1 : Présentation des méthodes de mesure

Les méthodes de mesure (analyse et prélèvement) sont présentées ci-dessous pour les trois polluants mesurés : NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>.

### DIOXYDE D'AZOTE

Le dioxyde d'azote NO<sub>2</sub> est mesuré à l'aide d'un échantillonneur passif long term de marque Passam dans lequel il diffuse et est piégé sur un support solide imprégné de triéthanolamine (TEA).

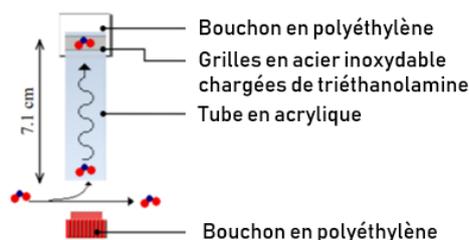


Figure 43 : Principe de l'échantillonneur passif Passam

L'analyse est ensuite conduite par spectrophotométrie dans le visible à 542 nm par le laboratoire Passam AG.

### PARTICULES (PM<sub>10</sub> ET PM<sub>2,5</sub>)

La mesure en continu des particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> a été réalisée à l'aide d'une station de suivi de la qualité de l'air extérieur pouvant mesurer en continu ces polluants : le capteur NEMO® (Next Environmental Monitoring) QAE. La fréquence d'échantillonnage est de 10 minutes.

Tableau 20 : Caractéristiques du Nemo QAE

Caractéristiques techniques du capteur interne	
PM <sub>10</sub> / PM <sub>2,5</sub>	
Méthode de détection/Type de capteur	Laser néphélomètre
Canaux de mesure	0 – 1 000 µg/m <sup>3</sup>
Pas de temps	10 min

Figure 44 : Nemo QAE

## 10 Annexe 2 : Fiches descriptives des points de mesure

1		APIJ		
<b>Caractérisation du site</b>				
Désignation du site	Point 1	Coordonnées géographiques	Latitude	48,59008N
			Longitude	2,73494E
<b>Conditions d'exposition</b>				
Type de milieu	Rural	Début de la mesure	Fin de la mesure	
Distance à la voie la plus proche	1 m (D57)	09/01/2023	23/01/2023	
Type de support	Panneau de signalisation			
<b>Illustrations</b>				
 				
<b>Résultats</b>				
Composés mesurés	n° de tube/matériel	Heure de pose	Heure de dépose	
NO <sub>2</sub>	123	11h29	10h55	

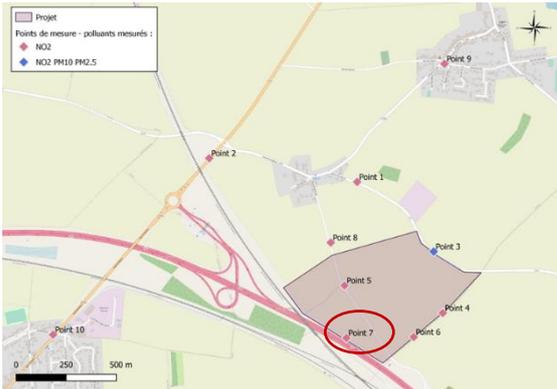
2		APIJ		
<b>Caractérisation du site</b>				
Désignation du site	Point 2	Coordonnées géographiques	Latitude	48,59113N
			Longitude	2,72493E
<b>Conditions d'exposition</b>				
Type de milieu	Rural	Début de la mesure	Fin de la mesure	
Distance à la voie la plus proche	3 m (N36)	09/01/2023	23/01/2023	
Type de support	Panneau annonçant le rond-point			
<b>Illustrations</b>				
 				
<b>Résultats</b>				
Composés mesurés	n° de tube/matériel	Heure de pose	Heure de dépose	
NO <sub>2</sub>	103	10h24	10h35	

3		APIJ		
<b>Caractérisation du site</b>				
Désignation du site	Point 3	Coordonnées géographiques	Latitude	48,58694N
			Longitude	2,74013E
<b>Conditions d'exposition</b>				
Type de milieu	Rural	Début de la mesure	Fin de la mesure	
Distance à la voie la plus proche	3 m (D57) 625 m (E54)	09/01/2023	23/01/2023	
Type de support	Poteau électrique			
<b>Illustrations</b>				
				
<b>Résultats</b>				
Composés mesurés	n° de tube/matériel	Heure de pose	Heure de dépose	
NO <sub>2</sub>	145	11h37	11h01	
	106			
	151			
PM <sub>10</sub> et PM <sub>2,5</sub>	QAE3	11h39	11h01	

4		APIJ		
<b>Caractérisation du site</b>				
Désignation du site	Point 4	Coordonnées géographiques	Latitude	48,58416N
			Longitude	2,74076E
<b>Conditions d'exposition</b>				
Type de milieu	Rural	Début de la mesure	Fin de la mesure	
Distance à la voie la plus proche	290 m (D57) 405 m (E54)	09/01/2023	23/01/2023	
Type de support	Piquet			
<b>Illustrations</b>				
				
<b>Résultats</b>				
Composés mesurés	n° de tube/matériel	Heure de pose	Heure de dépose	
NO <sub>2</sub>	139	11h59	11h08	

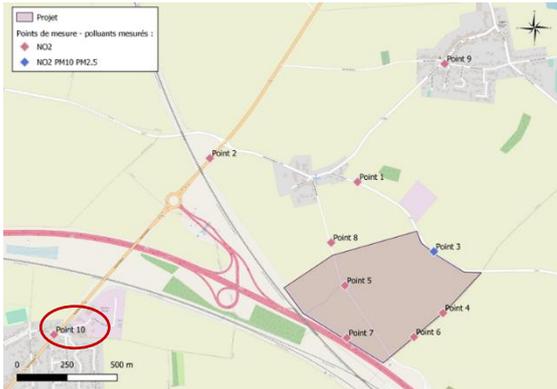
5		APIJ		
<b>Caractérisation du site</b>				
Désignation du site	Point 5	Coordonnées géographiques	Latitude	48,58539N
			Longitude	2,73411E
<b>Conditions d'exposition</b>				
Type de milieu	Rural	Début de la mesure	Fin de la mesure	
Distance à la voie la plus proche	1 m (Rte de Moisenay) 245 m (E54)	09/01/2023	23/01/2023	
Type de support	Piquet			
<b>Illustrations</b>				
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>				
<b>Résultats</b>				
Composés mesurés	n° de tube/matériel	Heure de pose	Heure de dépose	
NO <sub>2</sub>	137	11h12	11h30	

6		APIJ		
<b>Caractérisation du site</b>				
Désignation du site	Point 6	Coordonnées géographiques	Latitude	48,58307N
			Longitude	2,7388E
<b>Conditions d'exposition</b>				
Type de milieu	Rural	Début de la mesure	Fin de la mesure	
Distance à la voie la plus proche	115 m (Rte de Moisenay) 215 m (E54)	09/01/2023	23/01/2023	
Type de support	Poteau électrique			
<b>Illustrations</b>				
 				
<b>Résultats</b>				
Composés mesurés	n° de tube/matériel	Heure de pose	Heure de dépose	
NO <sub>2</sub>	149	12h12	11h14	

7		APIJ		
<b>Caractérisation du site</b>				
Désignation du site	Point 7	Coordonnées géographiques	Latitude	48,58302N
			Longitude	2,73425E
<b>Conditions d'exposition</b>				
Type de milieu	Rural	Début de la mesure	Fin de la mesure	
Distance à la voie la plus proche	20 m (E54)	09/01/2023	23/01/2023	
Type de support	Piquet			
<b>Illustrations</b>				
 				
<b>Résultats</b>				
Composés mesurés	n° de tube/matériel	Heure de pose	Heure de dépose	
NO <sub>2</sub>	147	10h57	11h38	

8		APIJ		
<b>Caractérisation du site</b>				
Désignation du site	Point 8	Coordonnées géographiques	Latitude	48,58733N
			Longitude	2,73317E
<b>Conditions d'exposition</b>				
Type de milieu	Rural	Début de la mesure	Fin de la mesure	
Distance à la voie la plus proche	3 m (Rte de Moisenay) 400 m (E54)	09/01/2023	23/01/2023	
Type de support	Piquet			
<b>Illustrations</b>				
 				
<b>Résultats</b>				
Composés mesurés	n° de tube/matériel	Heure de pose	Heure de dépose	
NO <sub>2</sub>	108	11h21	11h26	

9		APIJ		
<b>Caractérisation du site</b>				
Désignation du site	Point 9	Coordonnées géographiques	Latitude	48,59544N
			Longitude	2,74082E
<b>Conditions d'exposition</b>				
Type de milieu	Rural	Début de la mesure	Fin de la mesure	
Distance à la voie la plus proche	2 m (Rte des Bordes et Rue des Buttes)	09/01/2023	23/01/2023	
Type de support	Lampadaire			
<b>Illustrations</b>				
 				
<b>Résultats</b>				
Composés mesurés	n° de tube/matériel	Heure de pose	Heure de dépose	
NO <sub>2</sub>	124	10h11	10h25	

10		APIJ		
<b>Caractérisation du site</b>				
Désignation du site	Point 10	Coordonnées géographiques	Latitude	48,58312N
			Longitude	2,71441E
<b>Conditions d'exposition</b>				
Type de milieu	Rural	Début de la mesure	Fin de la mesure	
Distance à la voie la plus proche	1 m (D636)	09/01/2023	23/01/2023	
Type de support	Lampadaire			
<b>Illustrations</b>				
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>				
<b>Résultats</b>				
Composés mesurés	n° de tube/matériel	Heure de pose	Heure de dépose	
NO <sub>2</sub>	102	10h36	10h50	

# 11 Annexe 3 : Rapport d'analyse du laboratoire PASSAM

## Rapport d'essai de mesure de la pollution de l'air

**passam ag**

air quality monitoring

### NO2 Mesure du dioxyde d'azote par un échantillonneur passif

**informations client**

client: ISPIRA  
ID client: FIX  
contact: Marie GUIBERT  
projet: APIJ Crisenoy  
référence:

**échantillonneurs passifs**

date de réception: 24.01.2023  
type: tube (Palms)  
polluant: NO2  
limite de détection: 0.75 ug/m3 (14 jours)  
aux d'échantillonnage: 0.734 [ml/min]  
filtre de protection: oui

**analyse**

méthode: SP01 photomètre, Salzmann  
analyte: NO2  
date: 30.01.2023  
lieu: passam ag

**rapport de test**

créé le: 31.01.2023  
créé par: K. Bodel  
vérifié le: 01.02.2023  
vérifié par: C. Panier  
nom de fichier: FIX012301  
pages: 1

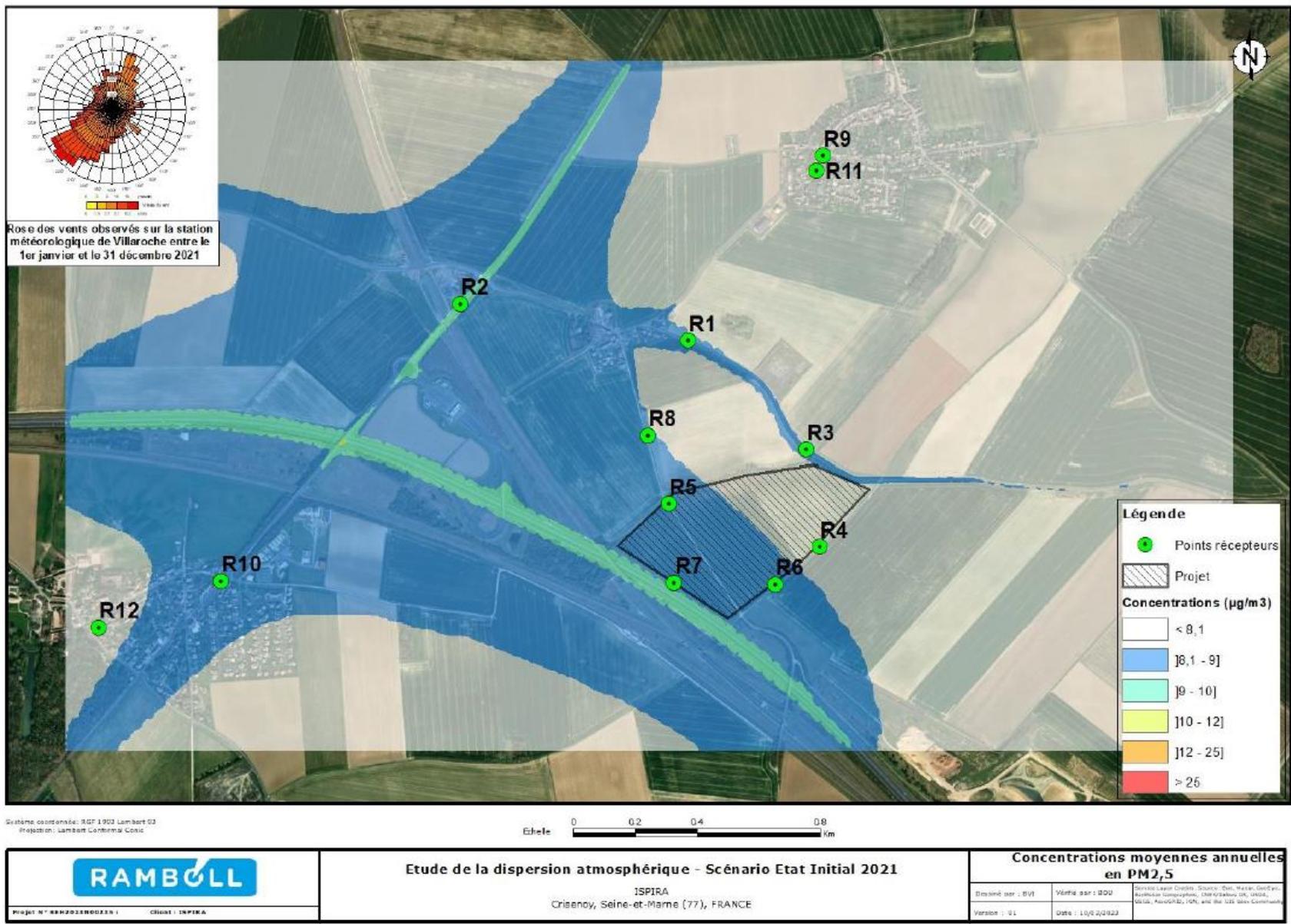


notes: s'applique à l'échantillon tel que reçu; les résultats inférieurs à la limite de détection sont indiqués par "<" et la valeur associée; cette méthode est accréditée selon ISO/IEC 17025  
incertitude des mesures <25%; taux d'échantillonnage basé sur 20 °C; plus d'informations sur www.passam.ch

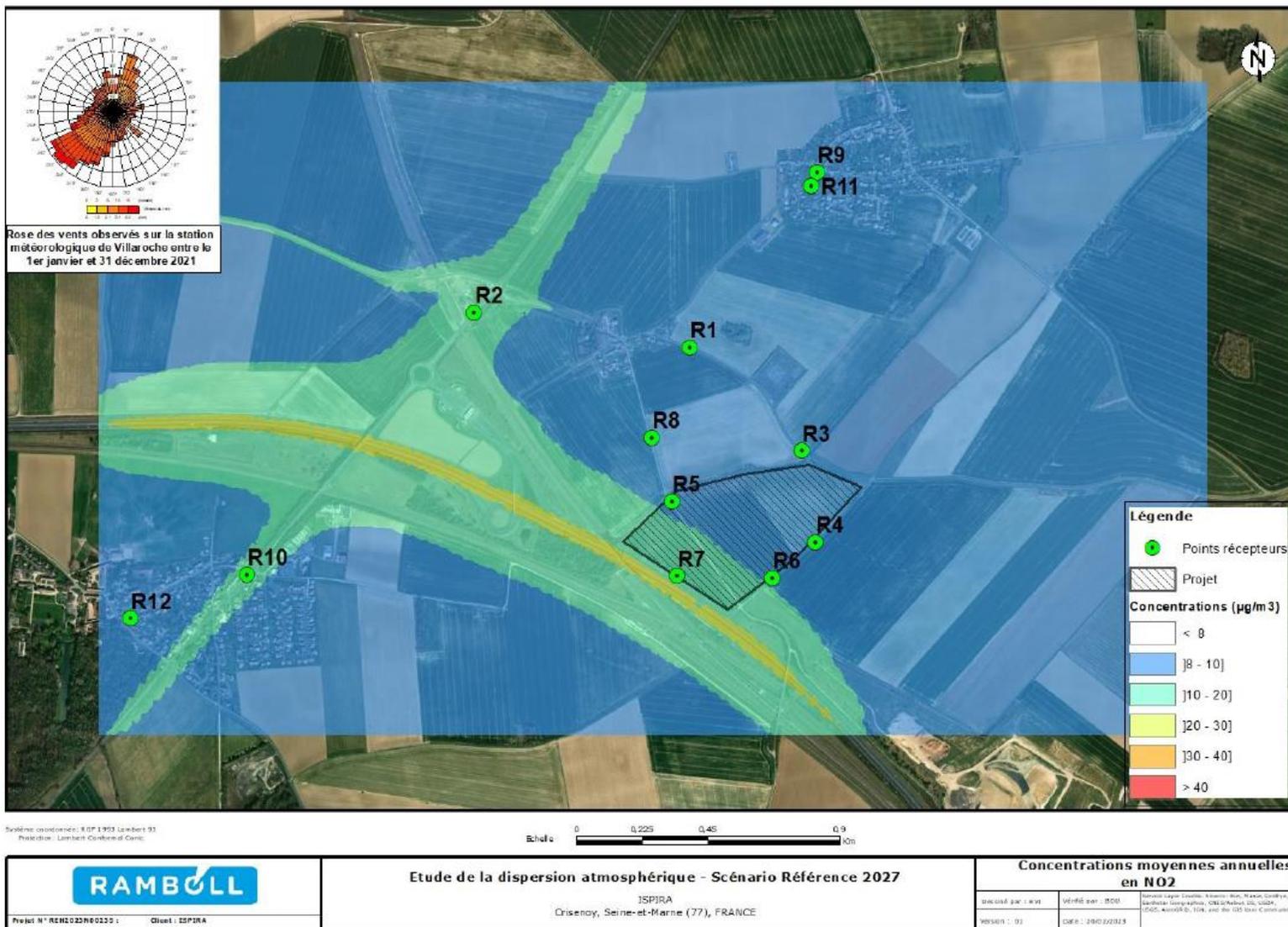
site de mesure	échantillonneur passif		période de mesure					mesure			résultat		Commentaire sur l'analyse
	ID	lot no.	début		fin		temps d'expo. [h]	blanc [ABS]	échantillon dilution	échantillon valeur [ABS]	m analyte/ sampler [ug]	C NO2 [ug/m3]	
Point 1	FIX-123	44735	09/01/2023	11:29	23/01/2023	10:55	335.4	0.001	1	0.051	0.11		
Point 2	103	44735	09/01/2023	10:24	23/01/2023	10:35	336.2	0.001	1	0.082	0.18		
Point 3a	145	44735	09/01/2023	11:37	23/01/2023	11:01	335.4	0.001	1	0.051	0.11		
Point 3b	106	44735	09/01/2023	11:37	23/01/2023	11:01	335.4	0.001	1	0.049	0.11		
Point 4	139	44735	09/01/2023	11:59	23/01/2023	11:08	335.2	0.001	1	0.046	0.10		
Point 5	137	44735	09/01/2023	11:12	23/01/2023	11:30	336.3	0.001	1	0.047	0.10		
Point 6	149	44735	09/01/2023	12:12	23/01/2023	11:14	335.0	0.001	1	0.048	0.10		
Point 7	147	44735	09/01/2023	10:57	23/01/2023	11:38	336.7	0.001	1	0.065	0.14		
Point 8	108	44735	09/01/2023	11:21	23/01/2023	11:26	336.1	0.001	1	0.049	0.11		
Point 9	124	44735	09/01/2023	10:11	23/01/2023	10:25	336.2	0.001	1	0.059	0.13		
Point 10	102	44735	09/01/2023	10:36	23/01/2023	10:50	336.2	0.001	1	0.078	0.17		
Blanc	151	44735	09/01/2023	11:37	23/01/2023	11:01	335.4	0.001	1	0.001	< 0.01		

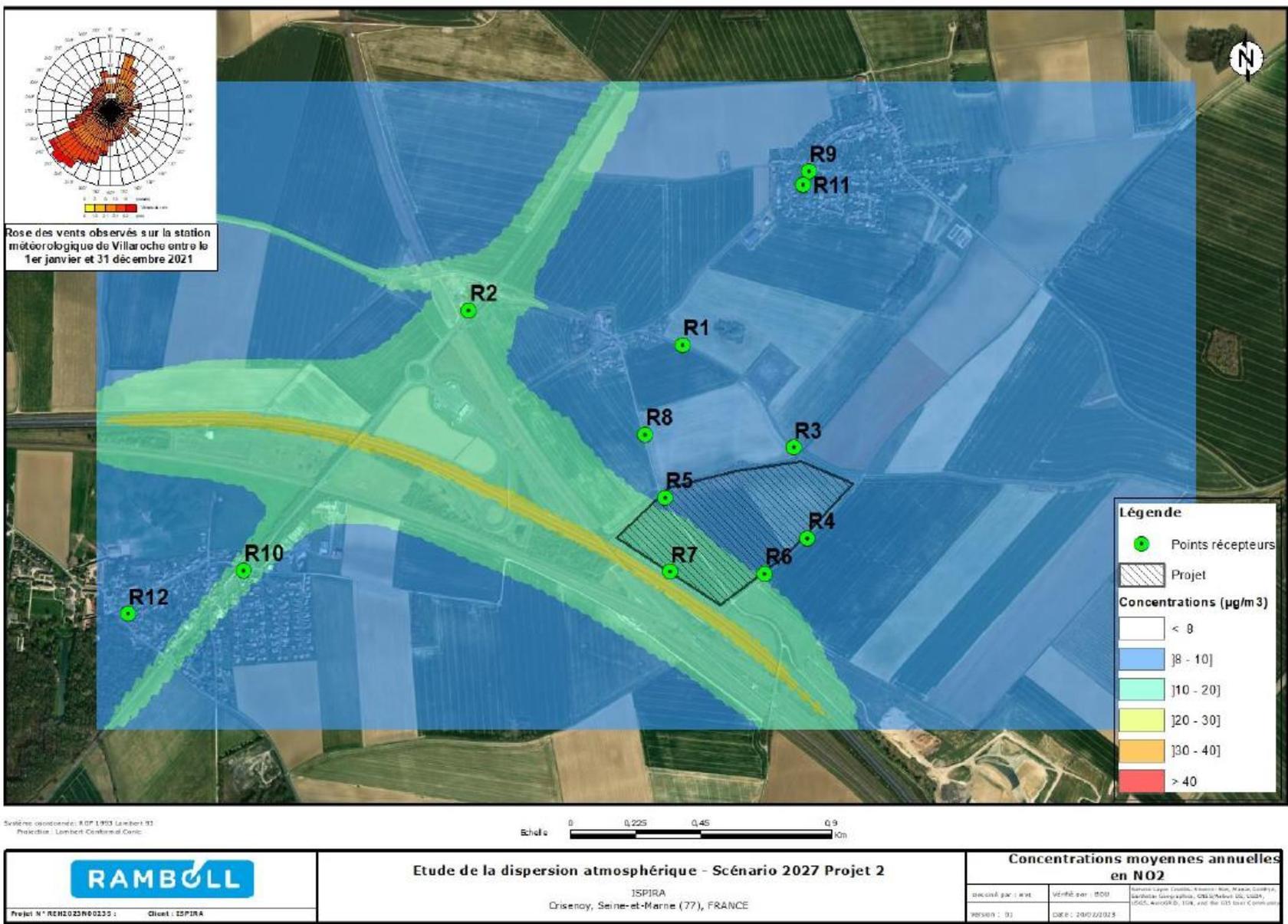


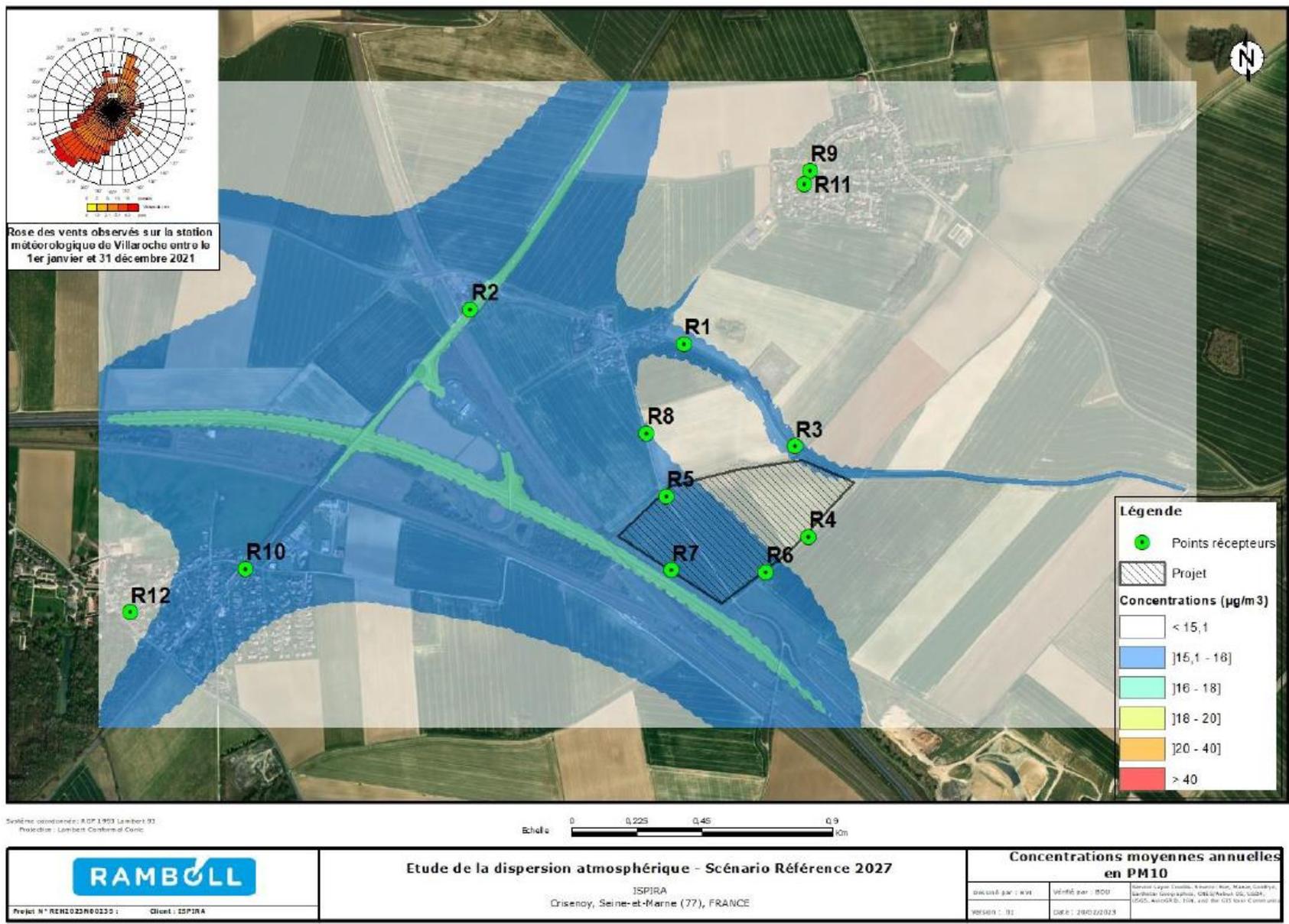


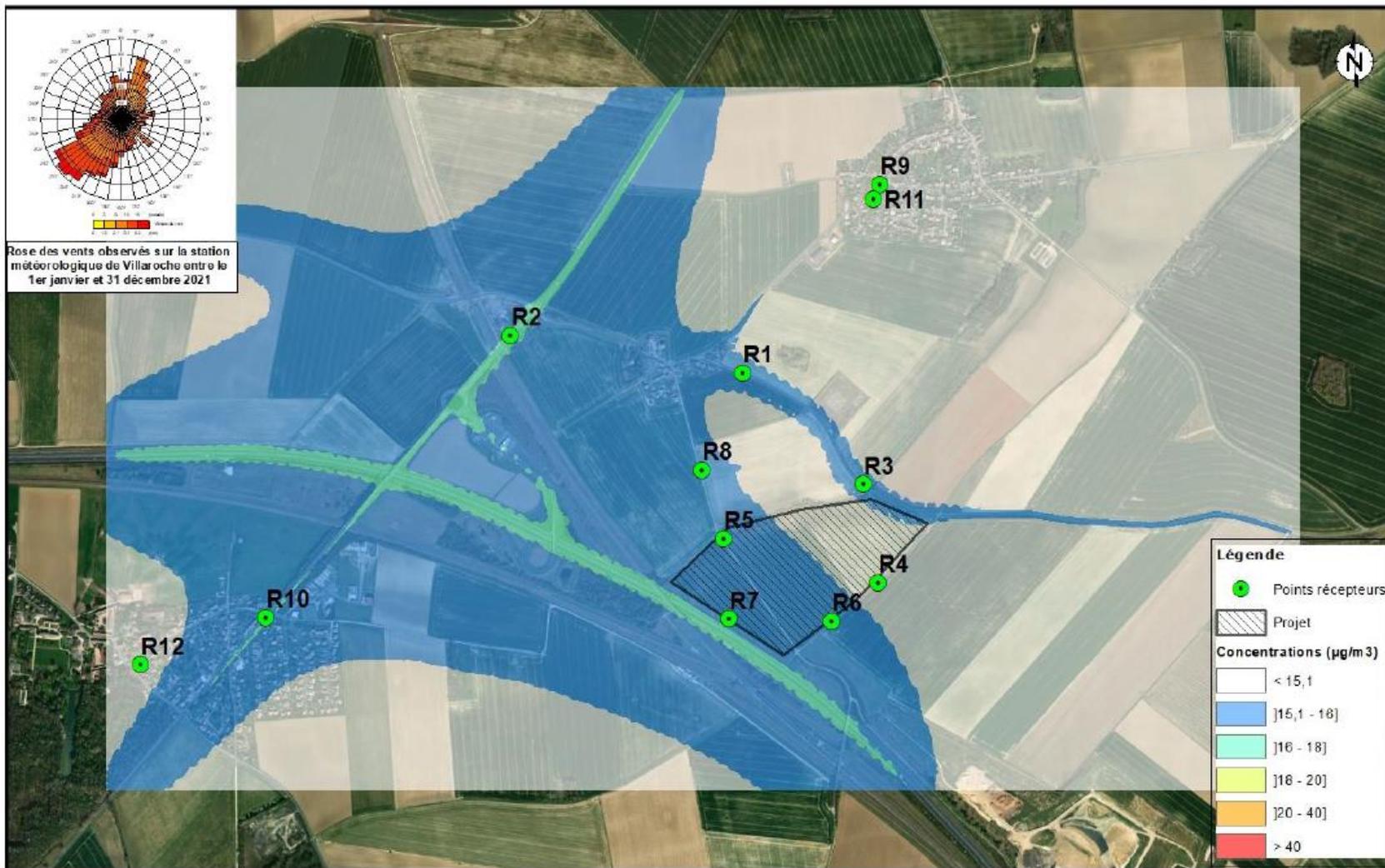


### 13 Annexe 5 : Cartographies des concentrations modélisées pour les états futurs (2027)









Système coordonnées : RGF 1993 Lambert 93  
Projection : Lambert Conformé de France

Echelle 0 0,225 0,45 0,9 Km

Projet N° REN2023N00255 : Client : ISPIRA

**Etude de la dispersion atmosphérique - Scénario 2027 Projet 2**

ISPIRA  
Crisenoy, Seine-et-Marne (77), FRANCE

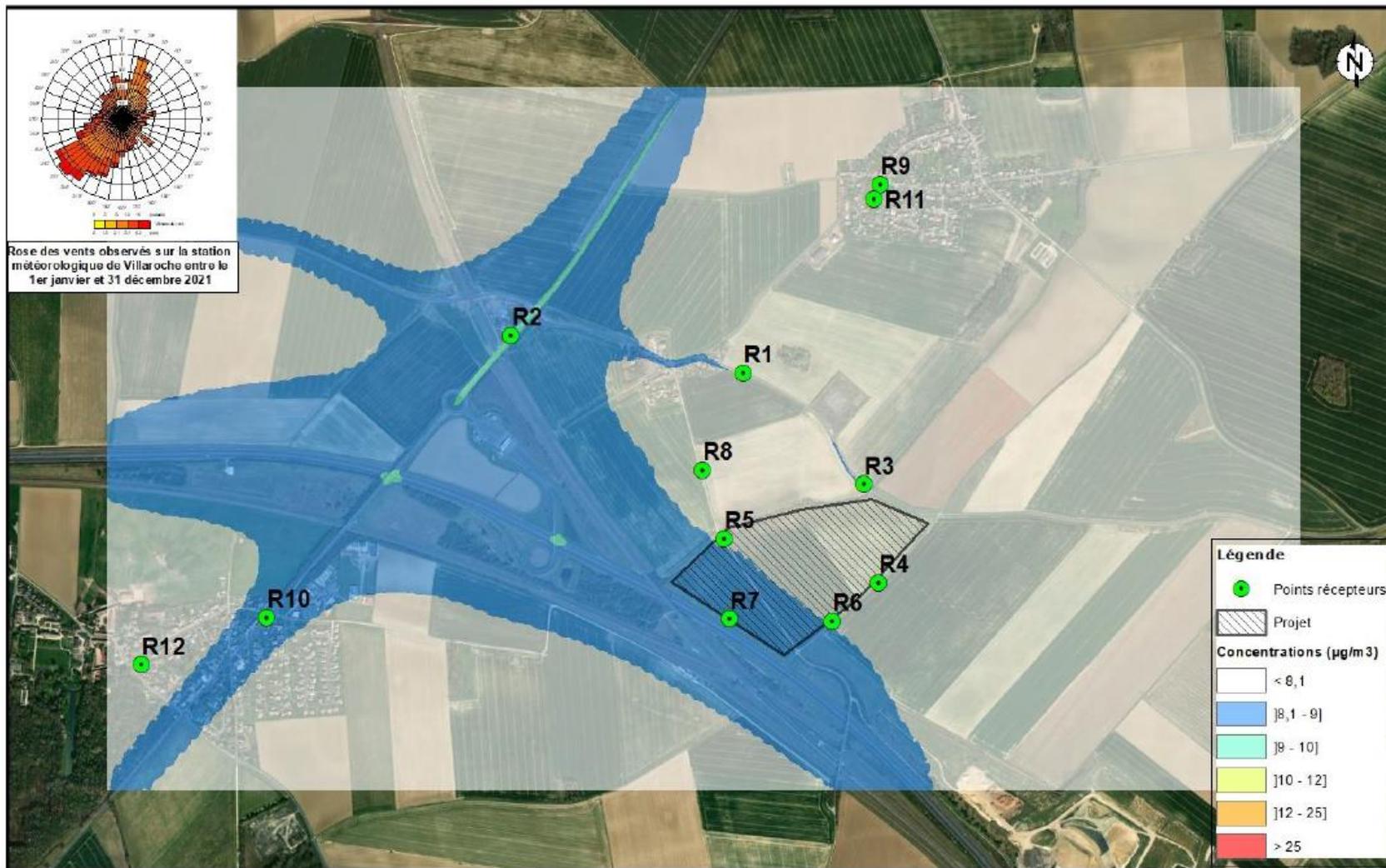
Concentrations moyennes annuelles en PM10		
document.gis : wpt	version : 001	document.gis : Location : Crisenoy (77), France (77000)
version : 01	DATE : 20/02/2023	document.gis : Nom : Crisenoy (77), France (77000)



Système coordonnées : RGF 1993 Lambert 93  
 Projection : Lambert Conformal Conic

Echelle : 0 0,225 0,45 0,9 km

	<b>Etude de la dispersion atmosphérique - Scénario Référence 2027</b> ISPIRA Crisenoy, Seine-et-Marne (77), FRANCE	<b>Concentrations moyennes annuelles en PM<sub>2,5</sub></b>	
		Date de la par : 04/01/2023 Version : 01	Vérifié par : ISM Date : 28/01/2023



Système coordonnées : UTM 18Q UTM Lambert 93  
 Projection : Lambert Conformal Conic

Echelle 0 0,225 0,45 0,9 km

	<b>Etude de la dispersion atmosphérique - Scénario 2027 Projet 2</b>		<b>Concentrations moyennes annuelles en PM<sub>2,5</sub></b>	
	ISPIRA Crisenoy, Seine-et-Marne (77), FRANCE		Révisé par : BDD Révisé : 01	Validé par : BDD Validé : 01
Projet N° REN2023000233 Client : ESPIRA			Date : 2023/02/23	Révisé par : BDD Révisé : 01