



Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires et étude de la qualité de l'air



Marseille • Lyon • Paris

[www.cia-air.fr](http://www.cia-air.fr)

## Projet Mixte datacenter et entrepôt multi-étagé dans la zone ACTISUD

Marseille (13)

Mars 2024

Version C

SEGRO

CONSEIL INGÉNIERIE AIR  
BUREAU D'ÉTUDES



# Sommaire

<b>Partie 1. Contexte du projet et réglementation.....</b>	<b>6</b>	<b>6. Modélisation de la dispersion atmosphérique.....</b>	<b>28</b>
<b>1. Contexte du projet .....</b>	<b>7</b>	<b>6.1. Méthodologie des calculs .....</b>	<b>28</b>
<b>2. Réglementation.....</b>	<b>9</b>	<b>6.2. Résultats des modélisations.....</b>	<b>29</b>
<b>3. Evaluation des enjeux et des voies d'exposition.....</b>	<b>10</b>	6.2.1. Modélisation du dioxyde d'azote.....	29
3.1. Délimitation de la zone d'étude.....	10	6.2.2. Modélisation des particules PM10 .....	36
3.2. Caractérisation des populations et usages.....	10	6.2.3. Modélisation des particules PM2.5.....	42
3.2.1. Description de la population.....	10	<b>7. Évaluation de l'impact sanitaire simplifié : Indice IPP.....</b>	<b>48</b>
3.2.2. Localisation des habitations .....	10	<b>7.1. Objectif de l'IPP .....</b>	<b>48</b>
3.2.3. Localisation des populations vulnérables .....	11	<b>7.2. Données utilisées dans le calcul de l'IPP.....</b>	<b>48</b>
3.2.4. Les usages.....	11	7.2.1. Population.....	48
3.2.5. Les autres émetteurs.....	11	7.2.2. Concentration en dioxyde d'azote .....	48
3.2.6. Etat de la qualité de l'air.....	12	<b>7.3. Présentation des résultats de L'IPP du NO<sub>2</sub>.....</b>	<b>48</b>
<b>Partie 1. Evaluation des émissions liées au trafic routier .....</b>	<b>19</b>	7.3.1. Indice Pollution Population cumulé dans la bande d'étude .....	48
<b>4. Méthodologie du calcul des émissions routières et du calcul des coûts collectifs .....</b>	<b>20</b>	7.3.2. Etude des gammes de concentrations auxquelles la population est exposée.....	49
4.1. Calculs des émissions routières.....	20	<b>Partie 2. Evaluation des émissions des groupes électrogènes .....</b>	<b>50</b>
4.2. Analyse des coûts collectifs.....	21	<b>8. Sources de rejet .....</b>	<b>51</b>
4.2.1. La pollution atmosphérique.....	21	<b>9. Evaluation des dangers et relation dose-réponse.....</b>	<b>54</b>
4.2.2. Les émissions de gaz à effet de serre .....	22	9.1. Définitions.....	54
4.2.1. Valeurs tutélaires.....	23	9.2. Choix des polluants traceurs pour la quantification du risque.....	54
<b>5. Calcul des émissions de polluants et de la consommation énergétique .....</b>	<b>24</b>	9.3. Schéma conceptuel .....	57
5.1. Données d'entrée.....	24	<b>10. Evaluation de l'état des milieux .....</b>	<b>57</b>
5.1.1. Données de trafic.....	24	10.1. Mesures in-situ .....	57
5.1.2. Répartition du parc automobile .....	24	10.2. Conclusion sur la dégradation des milieux .....	59
5.1.3. Définition du domaine d'étude .....	24	<b>11. Modélisation de la dispersion atmosphérique .....</b>	<b>60</b>
5.1.4. Evolution du trafic routier dans la bande d'étude .....	25	11.1. Outil de modélisation .....	60
5.1.5. Bilan de la consommation énergétique .....	25	11.2. Paramètres de la modélisation .....	61
5.2. Bilan des émissions en polluants.....	26	11.2.1. Domaine d'étude.....	61
5.3. Analyse des coûts collectifs.....	27	11.2.2. Données météorologiques .....	61
5.3.1. Coûts liés à la pollution de l'air .....	27	11.2.3. Formulation des écarts-types .....	63
5.3.2. Coûts liés à l'effet de serre additionnel .....	27	11.2.4. Topographie .....	63
5.3.3. Coûts collectifs globaux .....	27	11.2.5. Caractéristiques des sources d'émission.....	64
		11.2.6. Récepteurs .....	64

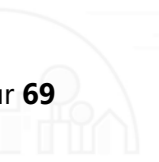


<b>11.3. Résultats de la modélisation</b> .....	<b>65</b>
11.3.1. Cartographie des résultats .....	65
11.3.2. Résultats aux droit des récepteurs.....	67
11.3.3. Quantification des expositions.....	67
<b>11.4. Comparaison aux valeurs guides</b> .....	<b>68</b>
<b>12. Conclusion</b> .....	<b>68</b>

Indice	Date	Nature de l'évolution	Rédaction	Vérification	Validation
<b>A</b>	13/10/2023	Etude d'impact – version originale	NB	PJ	PYN
<b>B</b>	27/11/2023	Reprise suite relecture	PJ	PYN	

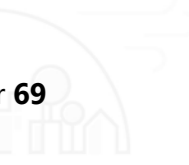
# Liste des figures

Figure 1 : Localisation du projet - Marseille (13).....	7	Figure 25 : Rose des vents - Station simulée proche du projet (a) 2021 - station météorologique Marignane (b) 1991-2010 .....	62
Figure 2 : Plan du projet de construction immobilière (source : dossier PC - Atelier 4+) - Marseille (13).....	8	Figure 26 : Découpage topographique utilisé - Source : ARIA Relief .....	63
Figure 3 : Rayon d'affichage et zone d'étude .....	10	Figure 27 : Localisation des récepteurs discrets choisis pour la modélisation .....	64
Figure 4 : Bâti à proximité de la zone d'étude .....	11		
Figure 5 : localisation des établissements sensibles à proximité de la zone d'étude - Géoportail.....	11		
Figure 6 : Évolution des recommandations de l'OMS - Source Air PARIF .....	13		
Figure 7 : Cartographie des stations de mesures fixes de qualité de l'air d'AtmoSud .....	14		
Figure 8 : Évolution des concentrations de polluants règlementés par rapport à l'année de référence 2000 (base 100) en région Provence-Alpes-Côte-d'Azur - AtmoSud .....	15		
Figure 9 : Concentrations moyennes annuelle 2019 en dioxyde d'azote dans la zone étudiée - Modélisées par AtmoSud .....	16		
Figure 10 : Concentrations moyennes annuelle 2019 en particules PM10 dans la zone étudiée - Modélisées par AtmoSud .....	17		
Figure 11 : Concentrations moyennes annuelle 2019 en particules PM2.5 dans la zone étudiée - Modélisées par AtmoSu .....	18		
Figure 15 : Méthodologie de calcul des émissions du trafic routier .....	20		
Figure 16 : Domaine d'étude et bandes d'étude associées .....	24		
Figure 17 : Consommation énergétique totale sur le domaine d'étude .....	25		
Figure 18 : Rose des vents des données météorologiques utilisées - Fournies par NUMTECH - Période chaude : du 21/06/2021 au 06/09/2021.....	28		
Figure 19 : Localisation du projet.....	51		
Figure 20 : Plan masse du Datacenter.....	52		
Figure 21 : Elévations Nord Est / Sud Ouest.....	53		
Figure 22 : Schéma conceptuel de la voie d'exposition par inhalation du Datacenter .....	57		
Figure 12 : Points de mesures réalisées dans le cadre d'un projet porté par le GPMM .....	57		
Figure 13 : Concentrations en dioxyde d'azote mesurées à proximité de la zone d'étude - Source : GPMM.....	58		
Figure 14 : Concentrations en PM10 mesurées à proximité de la zone d'étude - Source : GPMM.....	58		
Figure 23 : Démarche générale de la modélisation de la dispersion atmosphérique.....	60		
Figure 24 : Domaine d'étude.....	61		



# Liste des tableaux

Tableau 1 : Répartition de la population dans le rayon d'affichage – Filosofi – INSEE .....	10	Tableau 23 : Concentrations moyennes annuelle dans l'air au niveau des récepteurs pour les composés émis ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).....	67
Tableau 2 : Concentrations moyennes annuelles mesurées dans l'air ambiant par AtmoSud et comparaison avec les valeurs réglementaires, objectifs de qualité et valeurs guides de l'OMS.....	14	Tableau 24 : Résultats des concentrations moyennes inhalées .....	67
Tableau 3 : Evolution du trafic dans la bande d'étude.....	25	Tableau 24 : Comparaison des concentrations dans l'air dues aux rejets des cheminées avec les valeurs guides de l'OMS .....	68
Tableau 4 : Emissions moyennes journalières sur le domaine d'étude .....	26	Tableau 24 : Comparaison des concentrations dans l'air (pollution de fond + fonctionnement des cheminées) avec les valeurs guides de l'OMS.....	68
Tableau 5 : Emissions moyennes journalières en gaz à effet de serre sur le domaine d'étude.....	26		
Tableau 6 : Coûts liés à la pollution de l'air.....	27		
Tableau 7 : Coûts liés à l'effet de serre additionnel .....	27		
Tableau 8 : Coûts collectifs globaux.....	27		
Tableau 9 : Concentrations de fond intégrées aux modélisations – moyenne annuelle 2019 de la station AtmoSud Marseille Longchamp .....	28		
Tableau 10 : Phénomènes pris en compte dans la modélisation des concentrations grâce au logiciel ARIA IMPACT 1.8(modèle de calcul AIM) .....	28		
Tableau 11 : Statistiques des concentrations en dioxyde d'azote modélisées dans la bande d'étude pour tous les horizons et scénarios étudiés .....	29		
Tableau 12 : Statistiques des concentrations en particules PM10 modélisées dans la bande d'étude pour tous les horizons et scénarios étudiés .....	36		
Tableau 13 : Statistiques des concentrations en particules PM2,5 modélisées dans la bande d'étude pour tous les horizons et scénarios étudiés .....	42		
Tableau 14 : IPP cumulé du NO <sub>2</sub> dans la bande d'étude .....	48		
Tableau 15 : Nombre d'habitants exposés à différentes gammes de concentrations.....	49		
Tableau 16 : Choix des polluants traceurs.....	55		
Tableau 17 : Description des substances retenues .....	56		
Tableau 18 : Station météo et données récoltées .....	61		
Tableau 19 : Fréquence d'apparition de chaque classe de vitesse de vent .....	62		
Tableau 20 : Températures moyennes mensuelles relevées sur la station simulée en 2021 et à Marignane 1991-2010 .....	62		
Tableau 21 : Caractéristiques des rejets .....	64		
Tableau 22 : Concentrations et flux en polluants .....	64		



# Partie 1. Contexte du projet et réglementation

## 1. Contexte du projet

Le présent rapport d'étude s'inscrit dans le cadre du projet mixte de datacenter et entrepôt multi-étagé dans la zone Actisud dans le 16<sup>ième</sup> arrondissement de Marseille. La localisation et le plan du projet sont présentés ci-contre.

Cette étude est réalisée pour le compte de l'entreprise de SEGRO URBAN LOGISTICS MR1, porteur du projet.

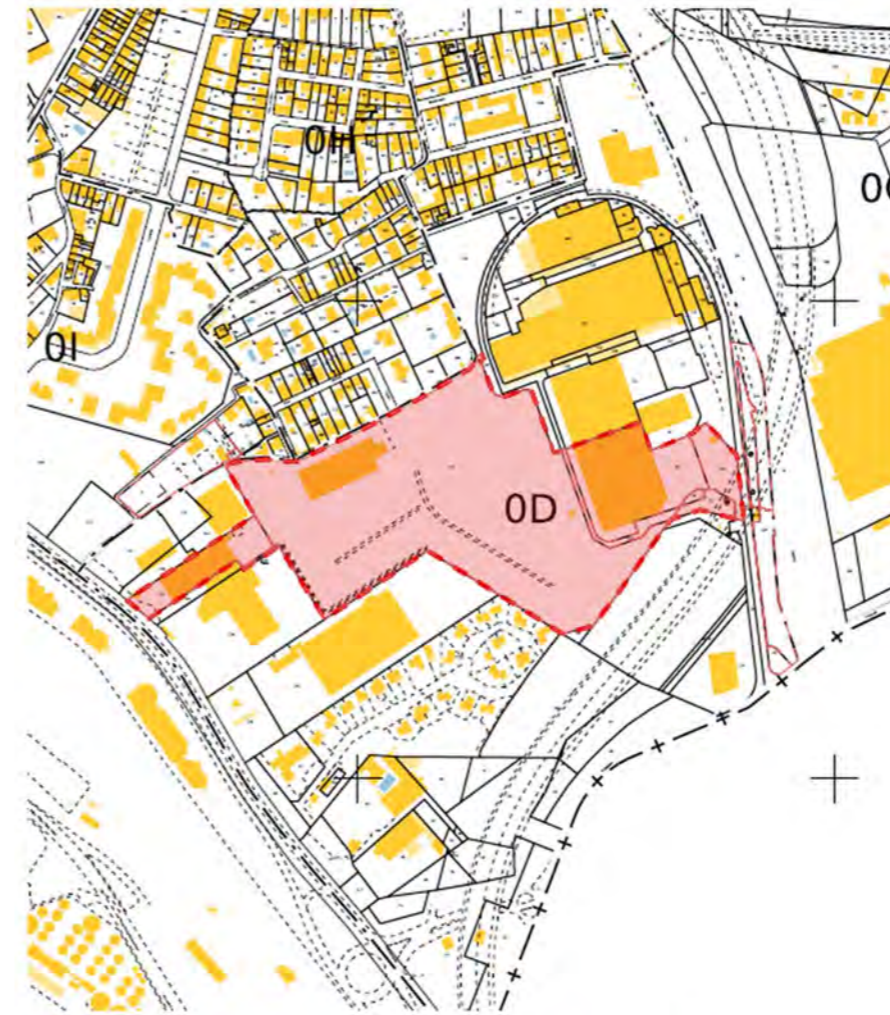
Le projet de construction est situé dans la zone Actisud. Il s'agit d'un projet mixte proposant :

- Un datacenter;
- Un entrepôt sur 3 niveaux ;
- Un parking silo dédié à l'entrepôt ;

Le projet est soumis à autorisation au titre des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement et relève de la directive IED pour le fonctionnement des groupes électrogènes qui seraient utilisées uniquement en mode secours du réseau électrique.

Le projet est détaillé dans la PJ 46 du dossier.

La présente étude s'inscrit dans l'évaluation des impacts des émissions atmosphériques du projet liées au trafic généré par le projet global et les émissions des groupes électrogènes du datacenter.



Adresse: ZA Actisud, 90 Chemin du Ruisseau Mirabeau / 13016 Marseille

Référence cadastrale de l'unité foncière: S°910 OD Parcelles 84, 90, 91, 131, 144, 145, 153, 156  
Surface cadastrale après divisions primaires: 54 723 m<sup>2</sup>

Figure 1 : Localisation du projet - Marseille (13)

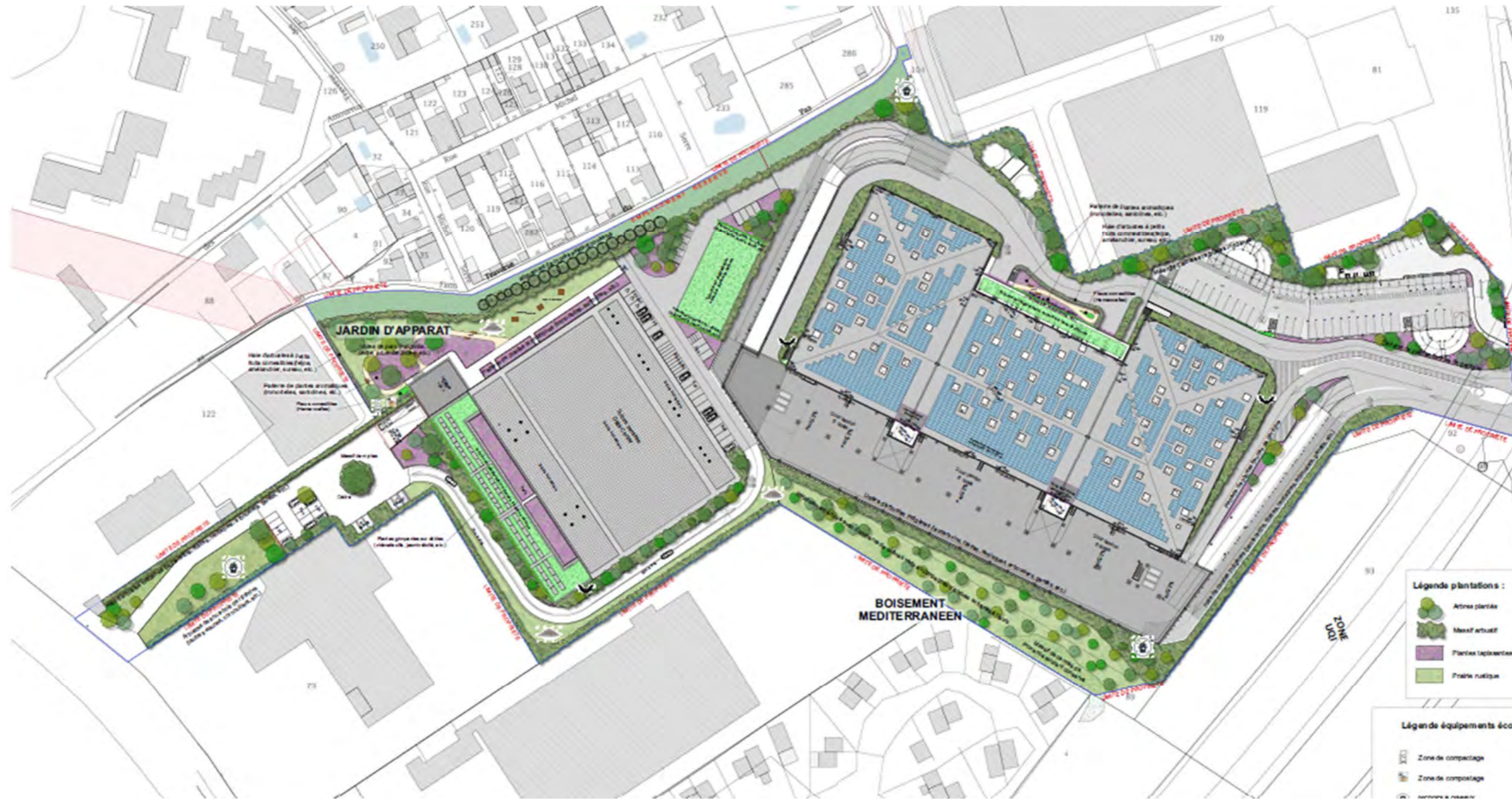


Figure 2 : Plan du projet de construction immobilière (source : dossier PC - Atelier 4+) - Marseille (13)





## 2. Réglementation

Cette étude a été réalisée suivant la méthodologie préconisée dans les guides des ministères de la santé et de l'environnement :

- Guide méthodologique sur l'Evaluation des Risques Sanitaires liés aux substances chimiques dans l'étude d'impact des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement. INERIS – V2003 ;
- Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires – démarche intégrée pour la gestion des émissions de substances chimiques par les installations classées. INERIS, Deuxième édition – Septembre 2021 ;
- La note d'information n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 pour l'aide à la sélection des VTR
- Note méthodologique du 22 février 2019 relative aux volets air et santé des études d'impact des infrastructures routières

Les grandes étapes d'une Evaluation du Risques Sanitaires (ERS), sur lesquelles se base la présente étude sont les suivantes :

- Caractérisation du site et de son environnement ;
- Inventaire des substances par catégorie de rejet, détermination des flux à l'émission et choix de « traceurs du risque » ;
- Identification du danger : étude de la dangerosité des substances pour l'homme et de la relation dose-réponse ;
- Evaluation des expositions ;
- Caractérisation du risque ;
- Analyse des incertitudes.

## 3. Evaluation des enjeux et des voies d'exposition

### 3.1. Délimitation de la zone d'étude

Le projet de datacenter et d'entrepôt multi-étagé est situé dans la zone Actisud sur la commune de Marseille. La zone d'étude est considérée égale au rayon d'affichage ICPE de 3km, représentée sur la cartographie suivante.

Les communes de Marseille et des Pennes-Mirabeau sont concernées par le rayon d'affichage du site.



Figure 3 : Rayon d'affichage et zone d'étude

### 3.2. Caractérisation des populations et usages

#### 3.2.1. Description de la population

La population susceptible d'être impactée par les rejets du projet est celle résidant ou travaillant à proximité du site.

Le tableau ci-dessous décrit la répartition de la population dans le rayon d'affichage. Les données sont issues du Fichier Localisé social et fiscal (Filosofi données carroyées de 200 m de l'INSEE)

Tableau 1 : Répartition de la population dans le rayon d'affichage – Filosofi - INSEE

Classe d'âge (ans)	0-3	4-5	6-10	11-17	18-24	25-39	40-54	55-64	65-79	80 +	TOTAL
Nombre d'individus	5 011	2 560	6 368	8 321	5 677	14 206	15 782	8 520	8 353	4 124	78 925

Classe d'âge (ans)	0-17	18-64	65 et plus
Nombre d'individus	22 261	44 186	12 478

La fréquence d'exposition choisie est de 365 jours et 24h/24, ce qui correspond à une hypothèse très sécuritaire.

#### 3.2.2. Localisation des habitations

La zone d'étude est fortement urbanisée et comprend de nombreuses zones d'habitations, essentiellement au nord-Ouest du site. Il s'agit principalement de zones pavillonnaires mais également d'immeubles de grande hauteur. Les premières zones d'habitations bordent le site du projet.

La carte ci-après montre le bâti aux alentours de la zone d'étude.

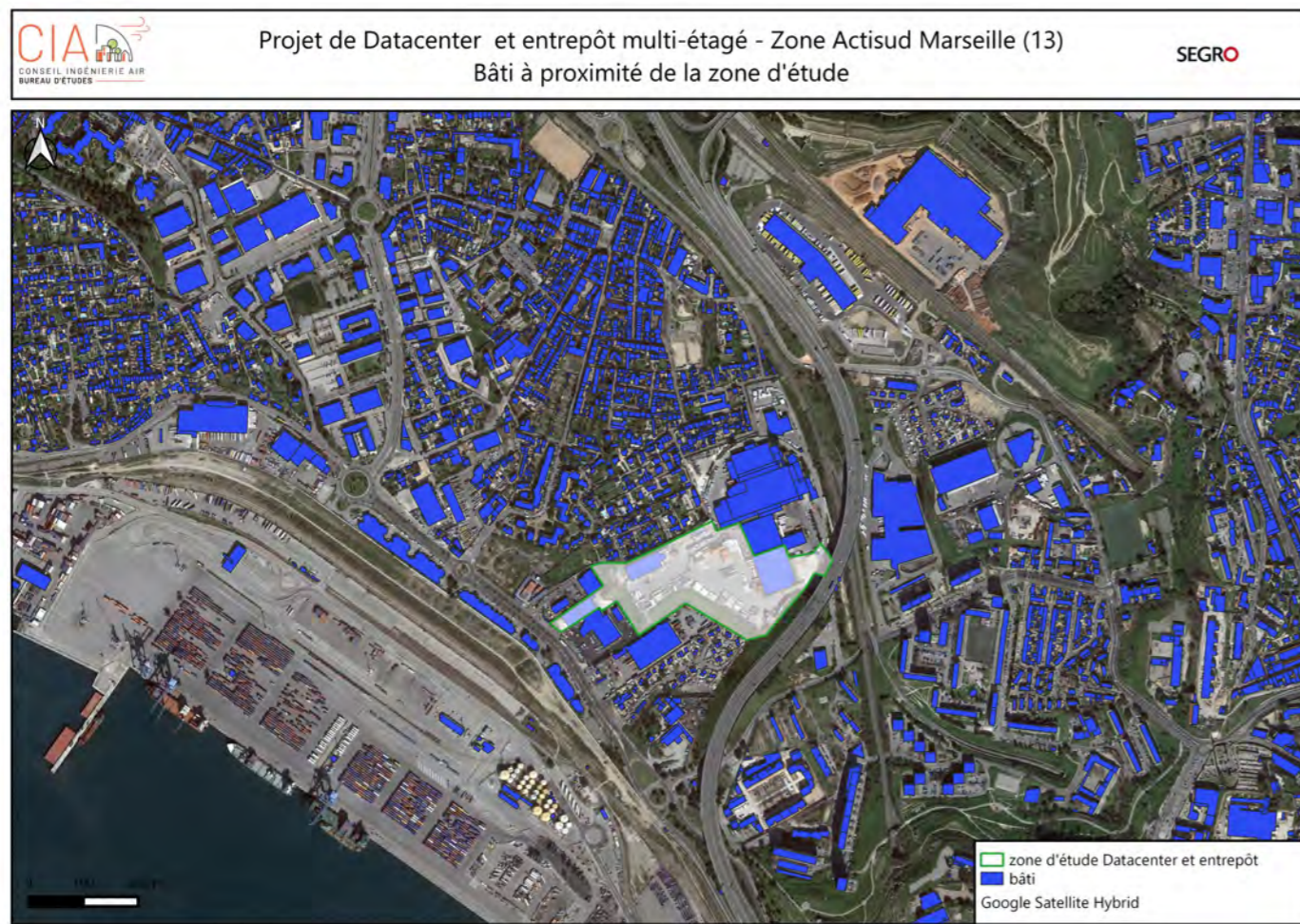


Figure 4 : Bâti à proximité de la zone d'étude

### 3.2.3. Localisation des populations vulnérables

Une recherche des établissements sensibles (établissements recevant des personnes dites « vulnérables » : crèches, établissements scolaires, maisons de retraite, centre de soins...) éventuellement présents à proximité du site a été effectuée.

Plusieurs établissements sensibles (scolaires et maisons de retraite) sont recensés dans la zone d'étude. Le plus proche est situé à 600 m au nord des installations du Datacenter.

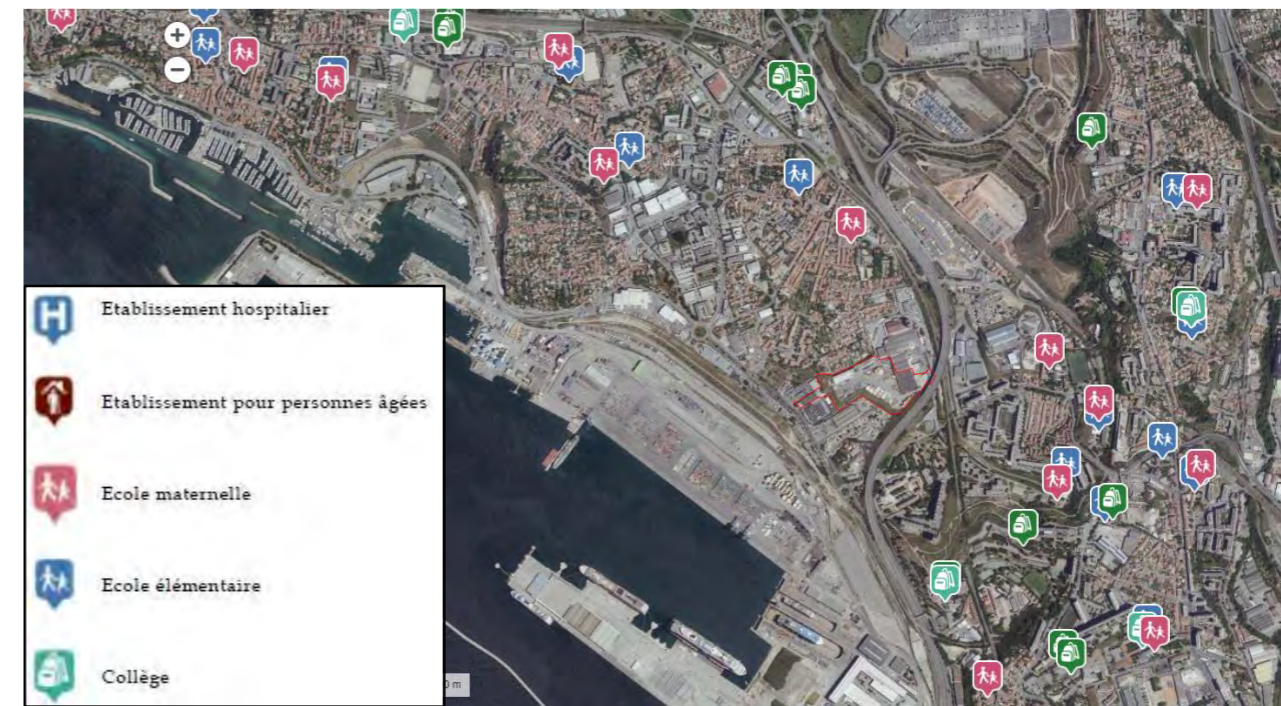


Figure 5 : localisation des établissements sensibles à proximité de la zone d'étude – Géoportail

### 3.2.4. Les usages

Il n'y a pas de zone de culture ou d'élevage dans le secteur. Les habitations de type pavillonnaire présentes dans les environs du site sont toutefois susceptibles d'abriter des jardins potagers privés.

### 3.2.5. Les autres émetteurs

#### 3.2.5.1. Transport routier

Le site est situé à proximité d'axe routier majeur. Le principal est l'autoroute A55, contournant le site par le sud et l'est du site et également le départementale D5 qui servira d'accès principal au Datacenter.

#### 3.2.5.2. Transport ferroviaire

Une voie de transport ferroviaire desservant les terminaux portuaires chemine à environ 130 m au sud du site. La ligne de chemin de fer desservant la gare du Canet se situe également à l'Est du site.

#### 3.2.5.3. Transport aérien

L'aéroport le plus proche est celui de Marseille Provence, situé à environ 20 km au Nord du site.

#### 3.2.5.4. Transport maritime

Le site est situé à proximité de la zone portuaire de Marseille, avec le bassin Mirabeau au sud de la zone d'étude.

### 3.2.6. Etat de la qualité de l'air

#### 3.2.6.1. Valeurs et seuils réglementaires

Source : décret n°2010-1250 du 12 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air

Les niveaux de concentration de chacune des substances polluantes sont évalués par référence à des seuils réglementaires définis comme suit.

Définition des seuils réglementaires de référence

NORMES DE QUALITE	DEFINITION
« Objectif de qualité »	Niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble
« Valeur cible »	Niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble
« Valeur limite »	Niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble

Polluants	Type de seuil	Valeur	Durée considérée
<b>PM2.5</b>		10 µg/m <sup>3</sup>	Moyenne annuelle
		25 µg/m <sup>3</sup>	Moyenne annuelle
<b>PM10</b>		30 µg/m <sup>3</sup>	Moyenne annuelle
		40 µg/m <sup>3</sup>	Moyenne annuelle
		50 µg/m <sup>3</sup>	Moyenne journalière / à ne pas dépasser plus de 35 fois par an
<b>Dioxyde d'azote (NO2)</b>		40 µg/m <sup>3</sup>	Moyenne annuelle
		200 µg/m <sup>3</sup>	Moyenne horaire / A ne pas dépasser plus de 35 fois par an
<b>Ozone</b>		120 µg/m <sup>3</sup>	Moyenne sur 8h
		120 µg/m <sup>3</sup>	En moyenne sur 8h / A ne pas dépasser plus de 25 jours par an
<b>Benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)</b>		2 µg/m <sup>3</sup>	Moyenne annuelle
		5 µg/m <sup>3</sup>	Moyenne annuelle
<b>Dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)</b>		50 µg/m <sup>3</sup>	Moyenne annuelle
		125 µg/m <sup>3</sup>	Moyenne journalière / A ne pas dépasser plus de 3 fois par an
		350 µg/m <sup>3</sup>	Moyenne horaire / A ne pas dépasser plus de 24 fois par an
<b>Benzo(a)pyrène</b>		1 ng/m <sup>3</sup>	Moyenne annuelle
<b>Monoxyde de carbone</b>		10 000 µg/m <sup>3</sup>	Maximum de la moyenne sur 8h
<b>Nickel (Ni)</b>		20 ng/m <sup>3</sup>	Moyenne annuelle
<b>Arsenic</b>		6 ng/m <sup>3</sup>	Moyenne annuelle

### 3.2.6.2. Recommandations de l'OMS

Le 22 septembre 2021, l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a publié de nouvelles lignes directrices en matière de qualité de l'air : Les données accumulées par l'organisation montrant que la pollution atmosphérique ayant des effets néfastes sur la santé à des concentrations encore plus faibles que ce qui était admis jusqu'alors. L'OMS a donc abaissé la quasi-totalité de ses seuils de référence.

Les lignes directrices de l'OMS ont été établies suivant un processus rigoureux d'examen et d'évaluation des données factuelles. Les données les plus récentes nécessaires à l'établissement des lignes directrices ont été obtenues après la revue systématique et la synthèse de plus de 500 articles scientifiques.

En effet, depuis la précédente édition des lignes directrices (2005), la quantité et la qualité des données factuelles montrant une incidence de la pollution atmosphérique sur différents aspects de la santé ont sensiblement augmenté.

C'est pourquoi, après un examen systématique des données accumulées, la majorité des seuils de référence actualisés ont été abaissés par rapport à ceux établis il y a 15 ans. Les anciens seuils de référence et ceux par lesquels ils sont remplacés en 2021 sont récapitulés dans le graphique ci-dessous.

Source Air PARIF

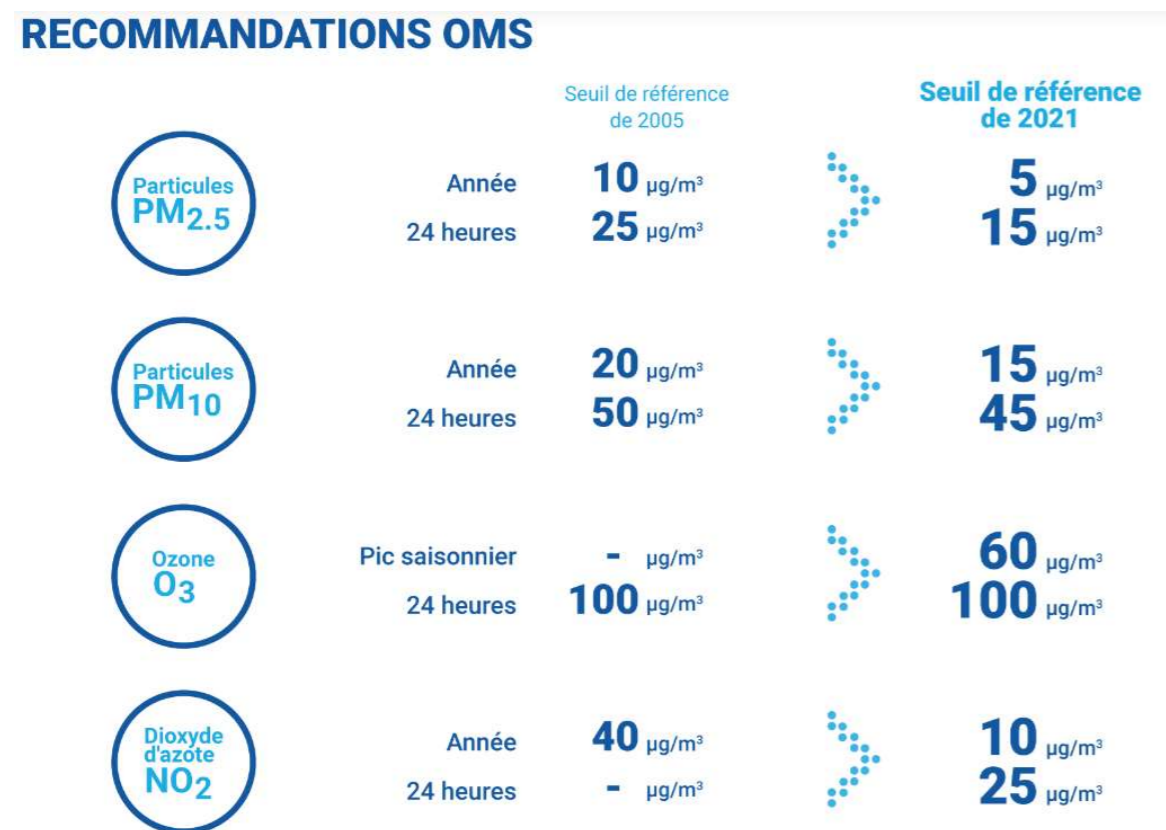


Figure 6 : Évolution des recommandations de l'OMS - Source Air PARIF

### 3.2.6.3. Concentrations mesurées par l'AASQA en air ambiant aux alentours de la zone d'étude

A titre informatif, les concentrations moyennes annuelles des polluants d'intérêt, mesurées par AtmoSud à proximité de la zone d'étude, sont reportées dans le tableau ci-après. Les données des stations de mesures suivantes sont présentées lorsqu'elles sont disponibles :

- La station urbaine trafic : Marseille Rabatau ;
- La station urbaine de fond : Marseille Longchamp, représentative de la pollution de fond à Marseille ;
- Les stations urbaines de fond Marseille Place Verneuil et Marseille Saint-Louis : Les plus proches du projet ;

Le cas échéant, les mesures de stations plus lointaines sont présentées.

En comparant ces concentrations moyennes annuelles, aux critères nationaux de la qualité de l'air et aux valeurs guides de l'OMS (mises à jour en septembre 2021), des dépassements sont observés :

- Des dépassements des valeurs réglementaires françaises sont observés pour les NOx, le NO<sub>2</sub>, les particules PM10 et PM2,5 et le benzène ;
- Des dépassements des valeurs guides de l'OMS sont observés concernant le NO<sub>2</sub> et les particules (PM10 et PM2,5) ;

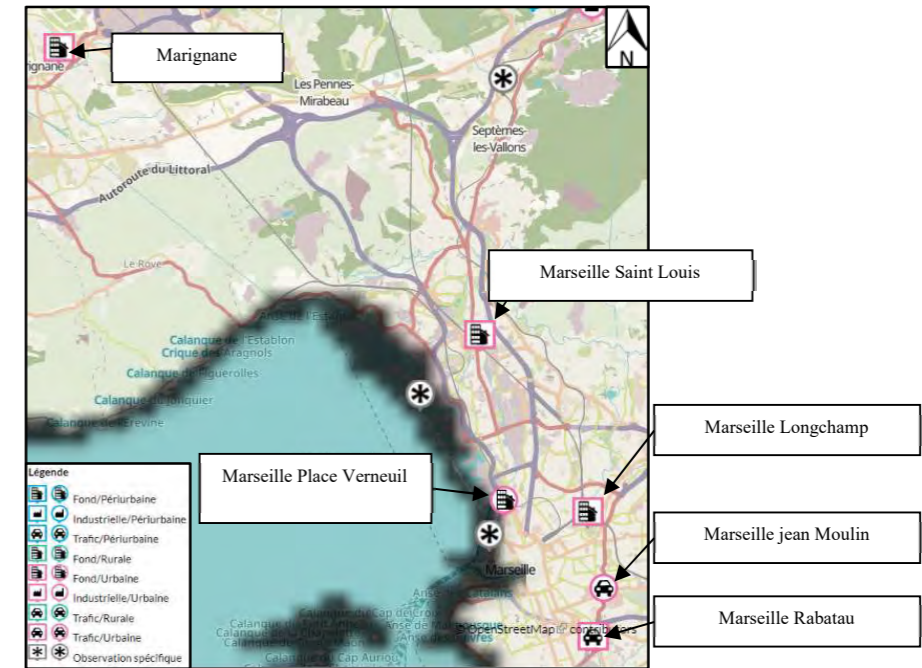


Figure 7 : Cartographie des stations de mesures fixes de qualité de l'air d'AtmoSud

Tableau 2 : Concentrations moyennes annuelles mesurées dans l'air ambiant par AtmoSud et comparaison avec les valeurs réglementaires, objectifs de qualité et valeurs guides de l'OMS

Composé	Station AtmoSud	Typologie de la station	Concentration moyenne annuelle	Nouvelles recommandations de l'OMS (2021)	Règlementation et objectif de qualité	Année	Unité
Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	Marseille Saint Louis	Fond Urbaine	32,8	> 10 µg/m <sup>3</sup>	> 40 µg/m <sup>3</sup> (objectif de qualité et valeur seuil réglementaire)	-	µg/m <sup>3</sup>
	Marseille Longchamp	Fond Urbaine	26,1				
	Marseille Rabatau	Trafic Urbaine	44,9				
	Marseille Place Verneuil	Fond Urbaine	32,0				
Monoxyde d'azote (NO)	Marseille Saint Louis	Fond Urbaine	11,3	-	-	2019	µg/m <sup>3</sup>
	Marseille Longchamp	Fond Urbaine	5,7				
	Marseille Place Verneuil	Fond Urbaine	10,9				
	Marseille Rabatau	Trafic Urbaine	33,5				
Oxydes d'azote (NOx)	Marseille Saint Louis	Fond Urbaine	50,2	-	> 30 µg/m <sup>3</sup> (protection de la végétation)	-	µg/m <sup>3</sup>
	Marseille Longchamp	Fond Urbaine	34,8				
	Marseille Place Verneuil	Fond Urbaine	48,7				
	Marseille Rabatau	Trafic Urbaine	96,2				
Particules PM2,5	Marseille Longchamp	Fond Urbaine	9,7	> 5 µg/m <sup>3</sup>	> 10 µg/m <sup>3</sup> (objectif de qualité)	2021	µg/m <sup>3</sup>
	Marseille Saint Louis	Fond Urbaine	10,4			2019	
	Marseille Place Verneuil	Fond Urbaine	12,3			2020	
	Marseille Rabatau	Trafic Urbaine	12,5				
Particules PM10	Marseille Saint Louis	Fond Urbaine	20,5	> 15 µg/m <sup>3</sup>	> 30 µg/m <sup>3</sup> (objectif de qualité)	-	µg/m <sup>3</sup>
	Marseille Longchamp	Fond Urbaine	17,9				
	Marseille Rabatau	Trafic Urbaine	33,2				
Arsenic (métal, dans les PM10)	Marseille Longchamp	Fond Urbaine	0,35	-	-	2019	ng/m <sup>3</sup>
Nickel (métal, dans les PM10)			2,33	-	-		
Cadmium (métal, dans les PM10)			0,1	-	-		
Benzo(a)pyrène (dans les PM10)	Marseille Longchamp	Fond Urbaine	0,15	-	-	2019	µg/m <sup>3</sup>
	Marseille Rabatau	Trafic Urbaine	0,26	-	-		
Benzène	Marseille Longchamp	Fond Urbaine	1,08	-	-	-	µg/m <sup>3</sup>
	Marseille Rabatau	Trafic Urbaine	2,32	-	> 2 µg/m <sup>3</sup> (objectif de qualité)		
Monoxyde de carbone (CO)	Marignane	Fond Urbaine	0,263	-	-	-	Moyenne horaire mg/m <sup>3</sup>
Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> )	Marseille Longchamp	Fond Urbaine	2,3	-	-	-	µg/m <sup>3</sup>
	Marseille Place Verneuil	Fond Urbaine	1,4	-	-		
Ozone (O <sub>3</sub> )	Marseille Longchamp	Fond Urbaine	58,1	-	-	-	µg/m <sup>3</sup>

D'après le document « Porter à connaissance – Qualité de l'air 2021 » d'AtmoSud (Juillet 2022) :

Ces 20 dernières années une baisse des concentrations est observée en région Provence-Alpes-Côte-d'Azur pour le dioxyde d'azote, les particules (PM10 et PM2,5) ainsi que le dioxyde de soufre. Cette évolution est présentée dans le graphique ci-contre<sup>1</sup>. Il faut noter que l'ozone tend vers une augmentation des concentrations au fil des ans.

Cette diminution, selon AtmoSud, est due à la réduction des émissions dans tous les secteurs d'activité en raison des changements réglementaires et des initiatives mises en place dans les territoires, telles que les Plans de Protection de l'Atmosphère (PPA).

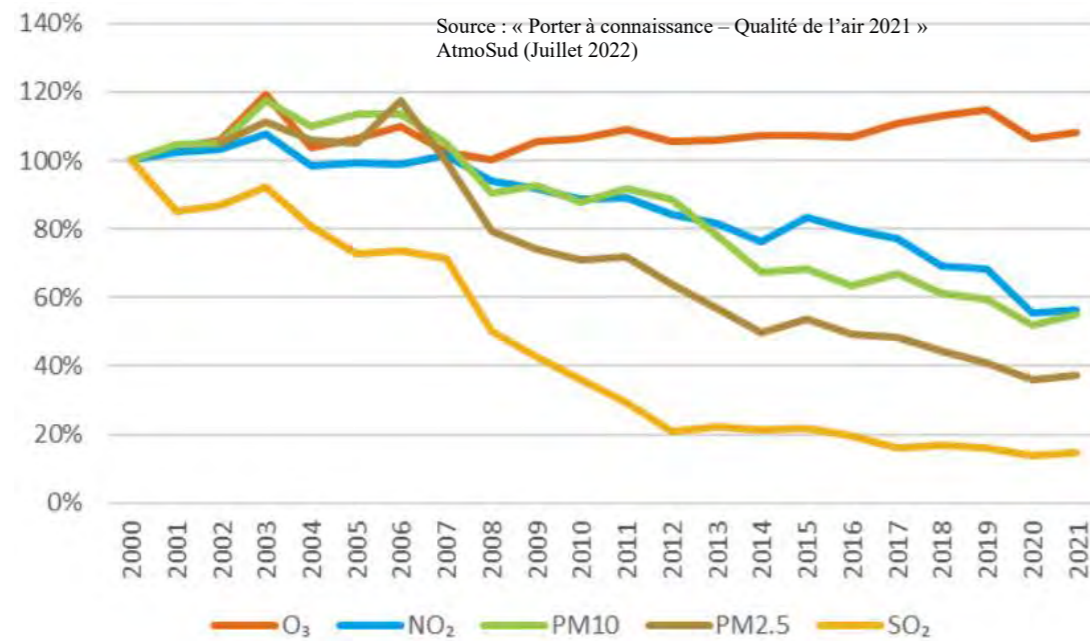


Figure 8 : Évolution des concentrations de polluants réglementés par rapport à l'année de référence 2000 (base 100) en région Provence-Alpes-Côte-d'Azur - AtmoSud

### 3.2.6.4. Concentrations modélisées par l'AASQA dans la zone d'étude

Les cartes ci-après présentent les concentrations moyennes 2019 en particules (PM10 et PM2,5) et en NO<sub>2</sub> modélisées par AtmoSud dans la zone étudiée.

Selon AtmoSud, dans la ville de Marseille, c'est à proximité des axes routiers que les concentrations les plus élevées en dioxyde d'azote sont observées, avec une population d'autant plus exposée dans la ville selon la configuration des bâtiments. En effet, au niveau des grandes agglomérations et des sections interurbaines, le trafic reste important, même si des aménagements et des efforts sont réalisés (L2, augmentation de l'offre des transports en commun, requalification de quartier – Eco quartiers, de voirie, BHNS<sup>2</sup>).

Ainsi, dans la bande d'étude, il est observé le long des axes des dépassements de la valeur limite réglementaire en NO<sub>2</sub> (40 µg/m<sup>3</sup>) ainsi que des dépassements de l'objectif de qualité des particules PM10 (30 µg/m<sup>3</sup>) et des PM2,5 (10 µg/m<sup>3</sup>).

Il faut noter que globalement sur le territoire modélisé par AtmoSud, les concentrations dépassent les valeurs seuils mises à jour de l'OMS pour le dioxyde d'azote et les particules.

<sup>1</sup> D'après le document « Porter à connaissance – Qualité de l'air 2021 » d'AtmoSud (Juillet 2022) : « Le graphe est construit à partir des données d'observations dans les stations de mesures. Le point annuel est obtenu à partir des mesures du polluant considéré, moyennées sur l'ensemble des stations. La moyenne de l'année 2000 est ramenée à une base de 100%. Les évolutions sur les années suivantes sont construites en calculant les moyennes des pentes pour éviter l'influence des arrêts et démarrage de mesures et rendre compte de la tendance générale pour l'ensemble de la région. »

<sup>2</sup> BHNS : Bus à Haut Niveau de Service.

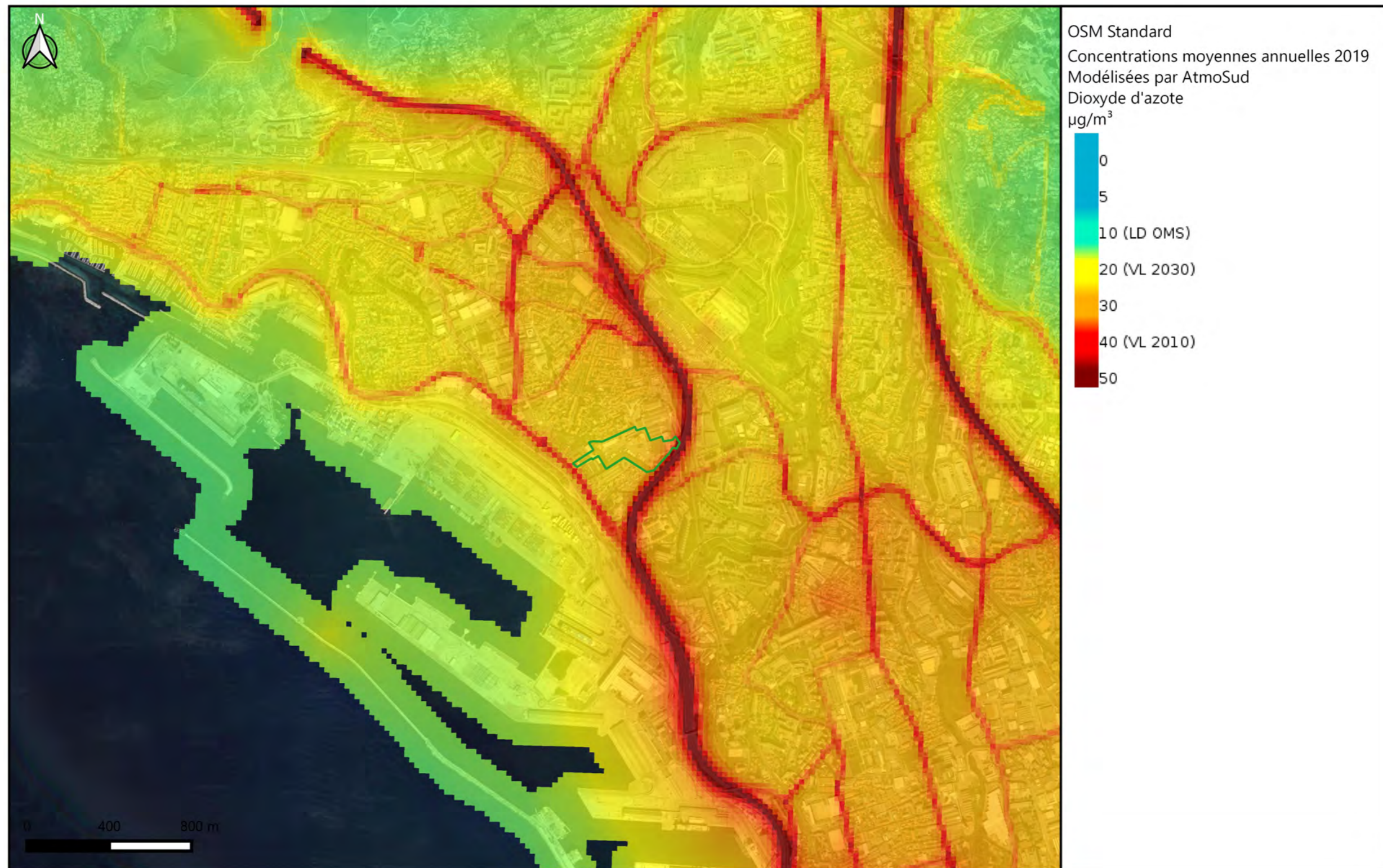


Figure 9 : Concentrations moyennes annuelle 2019 en dioxyde d'azote dans la zone étudiée - Modélisées par AtmoSud



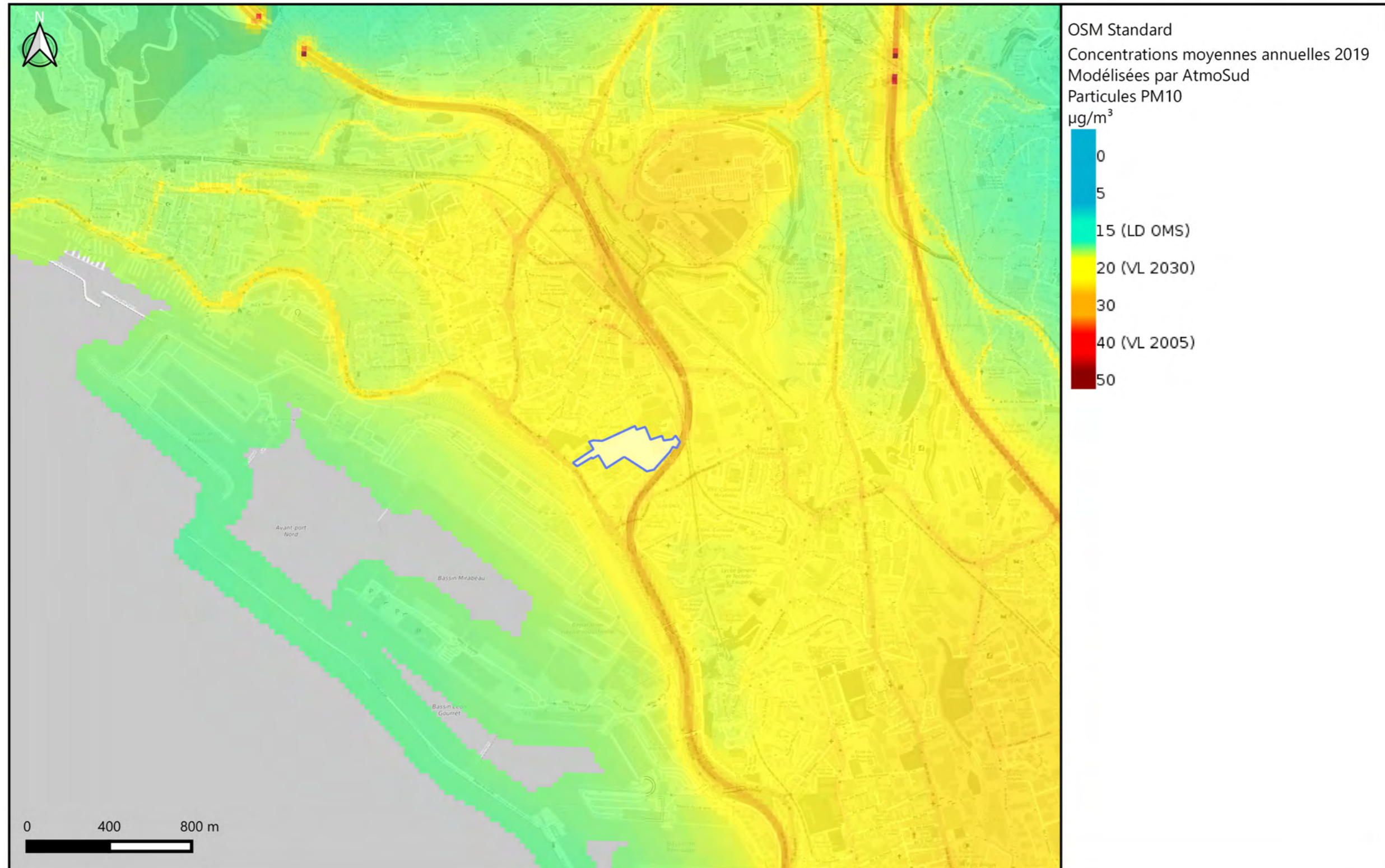


Figure 10 : Concentrations moyennes annuelle 2019 en particules PM10 dans la zone étudiée - Modélisées par AtmoSud

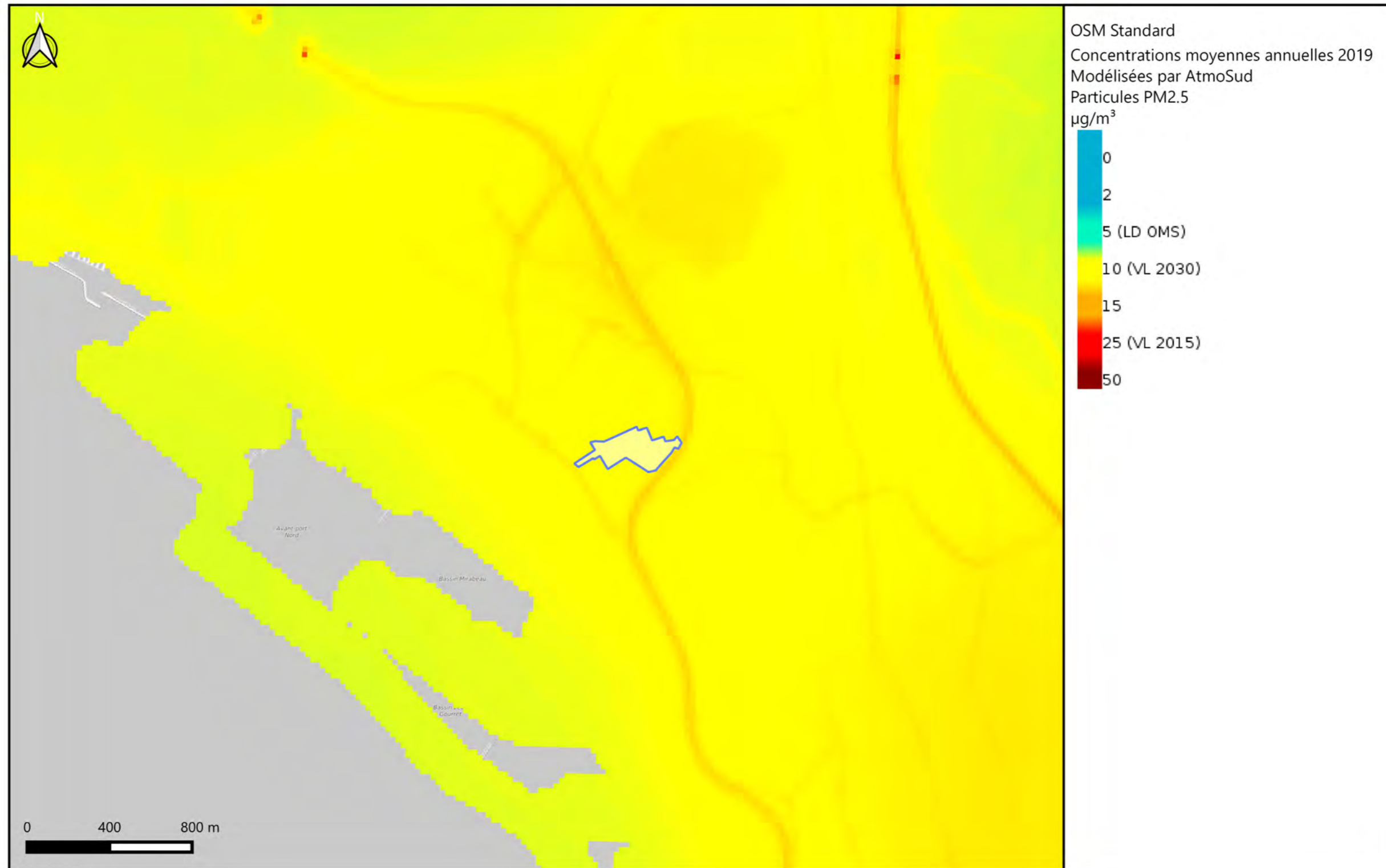
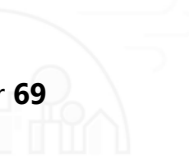


Figure 11 : Concentrations moyennes annuelle 2019 en particules PM2.5 dans la zone étudiée - Modélisées par AtmoSu



# Partie 1. Evaluation des émissions liées au trafic routier

## 4. Méthodologie du calcul des émissions routières et du calcul des coûts collectifs

### 4.1. Calculs des émissions routières

Le calcul des émissions polluantes et de la consommation énergétique est réalisé à partir du logiciel **TREFIC™** distribué par Aria Technologies. Cet outil de calcul intègre la méthodologie **COPERT V** issue de la recherche européenne (European Environment Agency) qui remplace sa précédente version COPERT III (intégrée dans l'outil ADEME-IMPACT fourni par l'ADEME).

- La méthodologie COPERT V est basée sur l'utilisation de facteurs d'émission qui traduisent en émissions et consommation l'activité automobile à partir de données qualitatives (vitesse de circulation, type de véhicule, durée du parcours...).
- La méthode intègre plusieurs types d'émissions :
- Les émissions à chaud produites lorsque les « organes » du véhicule (moteur, catalyseur) ont atteint leur température de fonctionnement. Elles dépendent directement de la vitesse du véhicule ;
- Les émissions à froid produites juste après le démarrage du véhicule lorsque les « organes » du véhicule (moteur et dispositif de traitement des gaz d'échappement), sont encore froids et ne fonctionnent donc pas de manière optimale. Elles sont calculées comme des surémissions par rapport aux émissions « attendues » si tous les organes du véhicule avaient atteint leur température de fonctionnement (les émissions à chaud) ;
- Les surémissions liées à la pente, pour les poids-lourds ;
- Les surémissions liées à la charge des poids-lourds.

Elle intègre aussi :

- Les corrections pour traduire les surémissions pour des véhicules anciens et/ou ayant un kilométrage important, et ce pour les véhicules essences catalysés ;
- Les corrections liées aux améliorations des carburants.

Le logiciel TREFIC intègre également la remise en suspension des particules sur la base d'équations provenant de l'EPA et en y associant le nombre de jours de pluie annuel sur le site étudié.

Les vitesses très faibles (inférieures à 10 km/h) sont en dehors de la gamme de validité des facteurs d'émissions de la méthode COPERT V (gamme de validité de 10 à 130 km/h). TREFIC™ associe un coefficient multiplicatif aux facteurs d'émissions déterminées à 10 km/h selon la méthode COPERT V pour redéfinir les facteurs d'émissions des vitesses inférieures. Ce coefficient correspond au ratio entre la vitesse basse de validité, soit 10km/h, et la vitesse de circulation pour laquelle le facteur est estimé (par exemple pour une vitesse de circulation de 5 km/h, le coefficient appliqué est de 2). Toutefois, pour les vitesses inférieures à 3km/h, les incertitudes sont trop importantes et les facteurs d'émissions ne peuvent être recalculés.

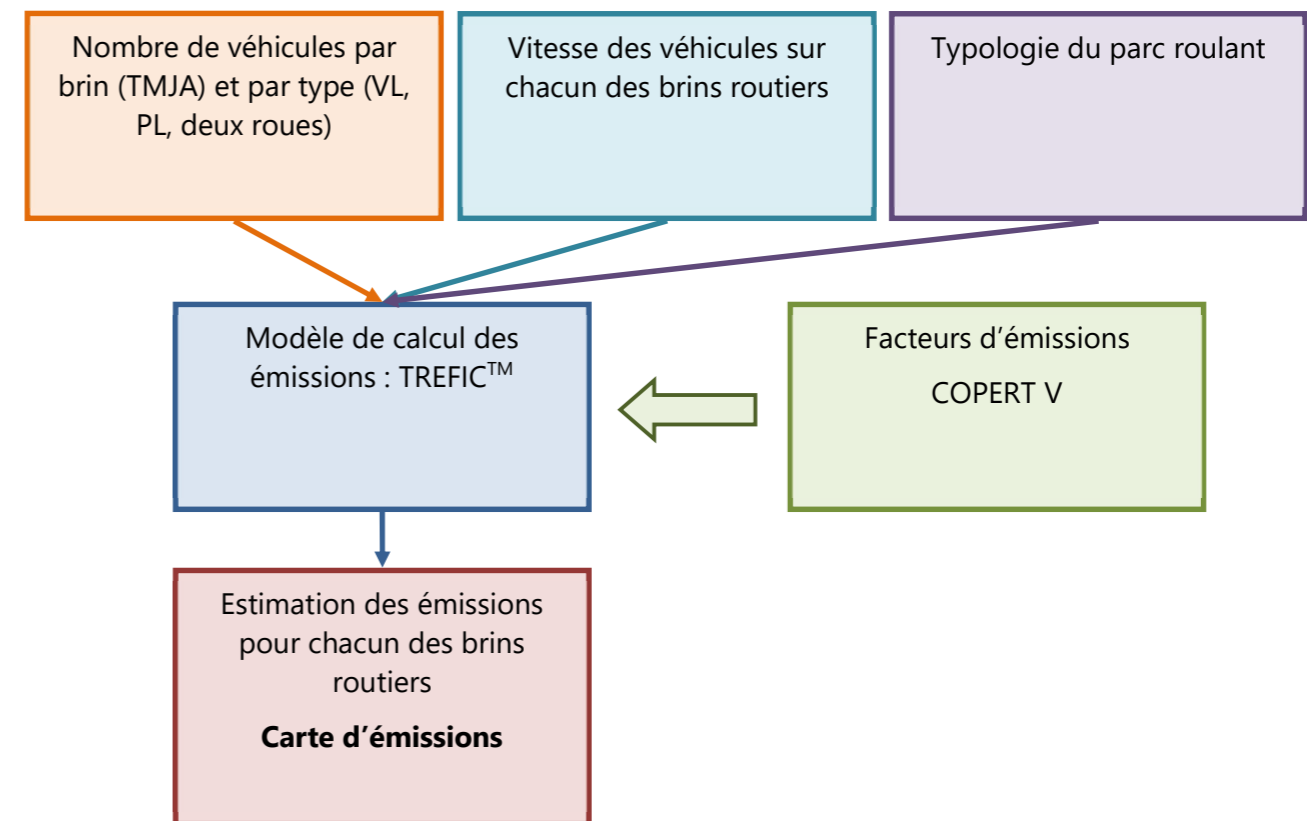


Figure 12 : Méthodologie de calcul des émissions du trafic routier

## 4.2. Analyse des coûts collectifs

Les émissions de polluants atmosphériques issus du trafic routier sont à l'origine d'effets variés : effets sanitaires, impact sur les bâtiments, atteintes à la végétation et réchauffement climatique.

L'instruction du 25 mars 2004 relative aux méthodes d'évaluation économique des grands projets d'infrastructure de transport a officialisé les valeurs des coûts externes établies par le rapport « Boîteux II ». Ces valeurs ne couvrent pas tous les effets externes mais elles concernent notamment la pollution locale de l'air sur la base de ses effets sanitaires. Ainsi, le rapport fournit pour chaque type de trafic (poids lourds, véhicules particuliers, véhicules utilitaires légers) et pour quelques grands types d'occupation humaine (urbain dense, urbain diffus, rural), une valeur de l'impact, principalement sanitaire, de la pollution atmosphérique.

Cette instruction est annulée et remplacée par celle du 16 juin 2014 qui présente le cadre général de l'évaluation des projets de transports, en application des dispositions des articles L.1511-1 à L.1511-6 du code des transports et du décret n°84-617 du 17 juillet 1984. La note technique du 27 juin 2014 présente entre autre, la méthodologie à appliquer pour la monétarisation des émissions liées directement ou indirectement au trafic routier en s'appuyant sur :

- « L'évaluation socioéconomique des investissements publics » de septembre 2013 du commissariat à la stratégie et à la prospective (mission présidée par Emile Quinet) ;
- « La valeur tutélaire du carbone » de septembre 2009 du centre d'analyse stratégique (mission présidée par Alain Quinet).

Deux externalités sont étudiées :

- La pollution atmosphérique afin d'intégrer les effets sur la santé, le bâti et la végétation ;
- Les émissions de gaz à effet de serre pour évaluer le coût du réchauffement climatique.

Afin d'aider à conduire les évaluations, des fiches outils sont disponibles sur les éléments clés. Elles contiennent notamment les valeurs de référence communes qui sont prescrites pour le calculs des indicateurs socio-économiques standardisés. Une mise à jour de certaines de ces fiches outils a eu lieu le 3 août 2018 et/ou le 3 mai 2019. L'analyse des coûts collectifs prend en compte ces mises à jour.

### 4.2.1. La pollution atmosphérique

La monétarisation des effets de la pollution atmosphérique repose sur l'analyse de quatre polluants ou famille de polluants : le SO<sub>2</sub>, les NO<sub>x</sub>, les PM<sub>2.5</sub> et les COVNM. Les impacts suivants sont considérés dans la monétarisation :

- Particules (PM<sub>2.5</sub>) : effets sanitaires (mortalité et morbidité) ;
- NO<sub>x</sub> : effets sur la santé (via nitrates et O<sub>3</sub>), eutrophisation des milieux et effet fertilisation des sols agricoles (via nitrates), pertes de cultures (via O<sub>3</sub>) ;
- SO<sub>2</sub> : santé (via sulfates), acidification des milieux, pertes de cultures ;
- COVNM : effets sanitaires (via O<sub>3</sub>), pertes de cultures (via O<sub>3</sub>).

Les valeurs tutélaires par type de véhicules sont calculées à partir de la somme des coûts en €/véh.km de chaque polluant. Chaque coût (défini par polluant) correspond au produit du facteur d'émission (en g/km) par le coût marginal (en €/g) des impacts sanitaires et environnementaux des émissions du polluant considéré (Équation 1).

$$Valeur\ Tutélaire_v = \sum_p^n (F_{vp} * C_p) \quad \text{Équation 1}$$

Avec :

*v* : type de véhicule

*p* : polluant considéré

*F<sub>vp</sub>* : facteur d'émission d'un type de véhicule *v* pour le polluant *p* (en g/km)

*C<sub>p</sub>* : coût marginal du polluant *p* (en €/g)

*Valeur tutélaire<sub>v</sub>* : valeur tutélaire du type de véhicule *p* (en €/km)

Les effets sanitaires étant intrinsèquement liés à la présence ou non de population, les valeurs tutélaires sont ensuite modulées en fonction de la densité. Le tableau ci-dessous reprend les facteurs associés et les densités de population considérées.

Facteurs multiplicatifs de densité de population pour le calcul des coûts sanitaire lorsque l'infrastructure passe d'une zone à l'autre :

Interurbain à urbain diffus	Urbain diffus à urbain	Urbain à urbain dense	Urbain dense à urbain très dense
*10	*3	*3	*3

Densité de population des zones traversées par l'infrastructure

hab/km <sup>2</sup>	Interurbain	Urbain diffus	Urbain	Urbain dense	Urbain très dense
<b>Fourchette</b>	< 37	37-450	450-1 500	1500 -4 500	> 4500

Afin d'intégrer la variabilité des émissions en fonction de la vitesse de circulation, les facteurs d'émission de chaque polluant sont pondérés par un coefficient dépendant des classes de densité précédemment décrites. Il est en effet considéré que la vitesse décroît en fonction de l'augmentation de l'urbanisation (et donc de la densité de population). Le tableau suivant reprend les différents coefficients. Ces ajustements sont basés sur les facteurs d'émission COPERT V.

Coefficients de vitesse pour le calcul des facteurs d'émissions lorsque l'infrastructure passe d'une zone à une autre

	Interurbain à urbain diffus	Urbain diffus à urbain	Urbain à urbain dense	Urbain dense à urbain très dense
<b>VL NOx</b>	/1,5	/1,3	*1	*1,5
<b>VL PM2.5</b>	/1,5	/1,7	*1	*1,3
<b>PL NOx</b>	*1,1	*1,2	*1	*1,6
<b>PL PM2.5</b>	*1	*1,2	*1	*2

NB : les facteurs des VP sont également appliqués aux deux roues et VUL ; de même, les facteurs PL sont appliqués aux bus également.

Les valeurs tutélaires sont estimées en euro 2015 sur la base d'un parc roulant de 2015. La variation annuelle des valeurs tutélaires au-delà de 2015 correspond à la somme des pourcentages de variation des émissions routières et du PIB par habitant.

La note méthodologique conseille d'utiliser comme taux d'évolution pour les émissions routières :

Taux d'évolution pour les émissions routières

	VL	PL
<b>Diminution annuelle des émissions polluantes de 2015 à 2030</b>	-4,50%	-4,00%
<b>Diminution annuelle des émissions polluantes de 2030 à 2050</b>	-0,50%	-2,50%
<b>Diminution annuelle des émissions polluantes de 2050 à 2070</b>	-0,50%	0,00%

En l'absence de la directive sur les plafonds d'émission et afin d'être cohérent avec la réalité des émissions automobiles, la baisse des émissions est estimée pour la période de 2020 à 2030 selon le même procédé que

de 2010 à 2020, soit sur la base des facteurs d'émissions (COPERT V) et du parc automobile français disponibles jusqu'en 2030 (parc IFFSTAR). Cette méthodologie aboutie à une baisse annuelle similaire, soit 4,5% pour les VL et 4% pour les PL. A partir de 2030 jusqu'en 2070, les émissions sont considérées comme constantes ce qui constitue une hypothèse majorante mais conforme à la note méthodologique pour les PL et une baisse de 0,5% par an pour les VL. Au-delà de 2070, les émissions sont considérées comme constantes pour les VL et les PL.

Concernant la variation du PIB par habitant, il est estimé sur la base :

- Des projections INSEE de la population française jusqu'en 2060 ;
- D'un PIB variant jusqu'en 2030 selon l'évolution du PIB de ces 15 dernières années ;

D'un PIB croissant au-delà de 2030 au taux de 1,5% (hypothèse courante en socio-économie).

#### 4.2.2. Les émissions de gaz à effet de serre

Suite aux conclusions de la commission de France Stratégie présidée par Alain Quinet, le coût de la tonne de CO<sub>2</sub> (ou CO<sub>2</sub> équivalent) est de :

- 53€ 2015 la tonne de CO<sub>2</sub> en 2018
- 246€ 2015 la tonne de CO<sub>2</sub> en 2030
- 491€ 2015 la tonne de CO<sub>2</sub> en 2040.

Ces valeurs reprennent les recommandations de la commission Quinet (54€2018 en 2018, 250€2018 en 2030, 500€2018 en 2040) en les rapportant aux conditions économiques de 2015.

La valeur tutélaire du carbone évolue selon un rythme linéaire entre 2018 et 2030 ainsi qu'entre 2030 et 2040. Au-delà de 2040, le coût du carbone augmente au rythme de 4,5% par an pour atteindre 763€2015 en 2050 et 1184€2015 en 2060. Cette valeur reste constante à 1184€2015 au-delà de 2060.

## 4.2.1. Valeurs tutélaires

### Coûts liés à la qualité de l'air

Le tableau suivant présente les valeurs tutélaires liées aux émissions polluantes du transport routier.

Valeurs tutélaires (€/100 véh.km) déclinées par type de véhicule

€ <sub>2015</sub> /100 véh.km	Urbain très dense	Urbain dense	Urbain	Urbain diffus	Interurbain
<b>VP</b>	11,6	3,2	1,3	1,1	0,8
<b>VP Diesel</b>	14,2	3,9	1,6	1,3	1
<b>VP Essence</b>	4,4	1,3	0,6	0,4	0,3
<b>VP GPL</b>	3,7	1	0,4	0,3	0,1
<b>VUL</b>	19,8	5,6	2,4	2	1,7
<b>VUL Diesel</b>	20,2	5,7	2,5	2	1,8
<b>VUL Essence</b>	6,3	1,8	0,7	0,5	0,3
<b>PL diesel</b>	133	26,2	12,4	6,6	4,4
<b>Deux-roues</b>	6,7	1,9	0,8	0,6	0,5
<b>Bus</b>	83,7	16,9	8,3	4,5	3,1

Les valeurs tutélaires, faisant une distinction entre la motorisation des VP et VUL (essence, diesel ou GPL), ont été pondérées en fonction de la répartition du parc roulant des années étudiées et de la typologie du parc (urbain, rural ou autoroutier).

Les données sont regroupées dans le tableau suivant :

Répartition du type de motorisation en fonction de l'année et de la typologie de l'axe routier – Parc AMS Trefic  
5.2.1

Parc	Urbain			Rural			Autoroutier			
	Année	2023	2025	2045	2023	2025	2045	2023	2025	2045
<b>VP Essence</b>		43,9%	44,7%	16,2%	39,9%	41,2%	14,9%	31,4%	31,3%	11,2%
<b>VP Diesel</b>		49,6%	45,5%	12,1%	53,6%	48,9%	12,9%	61,5%	58,2%	14,5%
<b>VP Hybride</b>		5,6%	8,5%	64,2%	5,6%	8,7%	64,7%	6,1%	9,2%	65,6%
<b>VP GPL</b>		0,7%	1,0%	4,7%	0,7%	1,0%	4,7%	0,8%	1,1%	4,7%
<b>VP GNC</b>		0,2%	0,2%	2,9%	0,2%	0,2%	2,8%	0,2%	0,3%	3,9%
<b>VUL essence</b>		3,6%	5,4%	64,3%	4,4%	6,7%	68,4%	4,2%	5,9%	66,0%
<b>VUL diesel</b>		96,4%	94,6%	35,7%	95,6%	93,3%	31,6%	95,8%	94,1%	34,0%
<b>PL Diesel</b>		92,7%	88,1%	19,0%	95,9%	92,5%	27,6%	96,8%	94,1%	29,0%
<b>PL Essence</b>		0,2%	0,5%	4,9%	0,2%	0,3%	4,1%	0,1%	0,3%	4,1%
<b>PL Biodiesel</b>		0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
<b>PL GNC</b>		7,0%	11,4%	76,1%	4,0%	7,1%	68,3%	3,1%	5,6%	66,9%

Variation annuelle du PIB par tête et des émissions pour chaque horizon d'étude

	2023	2025	2045
<b>Pourcentage annuel d'évolution des émissions depuis 2015</b>	-4,50%	-4,50%	-2,52%
<b>Pourcentage annuel d'évolution du PIB par tête depuis 2015</b>	0,77%	1,07%	1,60%
<b>Pourcentage annuel d'évolution total</b>	-3,73%	-3,43%	-0,92%

## Coût unitaire lié à l'effet de serre additionnel

Les valeurs tutélaires de la note méthodologique de 2014 sont récapitulées ci-dessous (actualisée le 03 mai 2019) :

Valeur tutélaires de la tonne de CO<sub>2</sub>

	T CO <sub>2</sub> en euro 2015
<b>2023</b>	133,4
<b>2025</b>	165,6
<b>2045</b>	611,9

Les émissions de CO<sub>2</sub> du projet sont estimées à partir des facteurs d'émissions de COPERT V.

Les valeurs sont recalculées et présentées dans le tableau suivant pour les VP et VUL.

Les valeurs tutélaires pour les horizons 2023, 2025 et 2045 sont modulées en fonction des variations annuelles du PIB par habitant et des émissions récapitulées dans le tableau suivant :

Valeur tutélaires (en €<sub>2015</sub>/100 véh.km) déclinées par type de véhicule par année et par typologie de voie

Catégorie	Année	Typologie	Urbain Très dense	Urbain dense	Urbain	Urbain diffus	Interurbain
			(€/100 véh.km)	(€/100 véh.km)	(€/100 véh.km)	(€/100 véh.km)	(€/100 véh.km)
VP	2023	Urbain	9,4	2,6	1,1	0,9	0,7
		Rural	9,8	2,7	1,1	0,9	0,7
		Autoroutier	10,6	2,9	1,2	1,0	0,7
	2025	Urbain	9,2	2,6	1,1	0,8	0,6
		Rural	9,5	2,7	1,1	0,9	0,7
		Autoroutier	10,6	2,9	1,2	1,0	0,7
	2045	Urbain	6,9	2,0	0,9	0,6	0,5
		Rural	7,1	2,0	0,9	0,6	0,5
		Autoroutier	10,6	2,9	1,2	1,0	0,7
VUL	2023	Urbain	19,7	5,5	2,4	1,9	1,7
		Rural	19,5	5,5	2,4	1,9	1,7
		Autoroutier	19,6	5,5	2,4	1,9	1,7
	2025	Urbain	19,5	5,5	2,4	1,9	1,7
		Rural	19,2	5,4	2,4	1,9	1,7
		Autoroutier	19,4	5,5	2,4	1,9	1,7
	2045	Urbain	15,5	4,4	1,9	1,5	1,3
		Rural	14,5	4,1	1,8	1,4	1,2
		Autoroutier	15,0	4,3	1,8	1,4	1,2

## 5. Calcul des émissions de polluants et de la consommation énergétique

### 5.1. Données d'entrée

#### 5.1.1. Données de trafic

Les entrants indispensables à la réalisation de l'étude prévisionnelle sont les données issues de modélisations de trafic réalisées dans la zone d'étude du projet. Il s'agit du Trafic Moyen Journalier Annuel, de la vitesse réglementaire des véhicules, ainsi que de la part de poids-lourds, et ce pour chacun des tronçons routiers considérés. Les données sont issues de l'étude de trafic réalisée par Trafalgare. Les différents scénarios ont été étudiés aux horizons suivants :

- Actuel 2023 ;
- 2025 :
  - Mise en service ;
  - Situation de référence sans projet : au fil de l'eau ;
- 2045 :
  - Mise en service sur le long terme (+20 ans) ;
  - Situation de référence sans projet : au fil de l'eau ;

#### 5.1.2. Répartition du parc automobile

Le parc automobile donne la distribution par type de voie (urbain, route et autoroute) des différentes catégories de véhicules (VP, VUL, PL, 2R), par combustible (essence ou diesel), par motorisation et par norme (EURO). La répartition du parc roulant, à l'horizon étudié, est extraite des statistiques disponibles du parc français. Pour la répartition des véhicules utilitaires légers, il a été fait le choix de considérer un pourcentage moyen national de 23 % des véhicules légers.

Le parc roulant utilisé est celui issu de COPERT V et des données actualisées de l'IFSTTAR avec un parc roulant allant jusqu'à 2050.

#### 5.1.3. Définition du domaine d'étude

En termes de qualité de l'air, le domaine d'étude est composé du projet lui-même et de l'ensemble du réseau routier subissant, du fait de la réalisation du projet, une modification (augmentation ou réduction) des flux de trafic significative.

Ces variations sont considérées comme significatives si elles sont supérieures à :

- $\pm 500$  véhicules/jours, pour les TMJA < 5000 véhicules/jour ;
- $\pm 10$  % d'impact sur les TMJA, pour des TMJA > 5000 véhicules/jour ;

Pour une question de cohérence du domaine d'étude, certains brins subissant des variations de trafics non significatives ont pu être retenus.

L'ensemble des brins retenus permet de définir une bande d'étude pour les polluants étudiés : il s'agit d'une zone tampon entourant les axes pris en compte. La largeur de la bande d'étude est définie selon les trafics routiers, conformément au guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières de février 2019.

Ici, la largeur de la bande d'étude du NO<sub>2</sub> est de 300 mètres et celle des particules (PM10 et PM<sub>2,5</sub>) est de 200 mètres, toutes deux sont centrées sur le réseau routier.

Le domaine d'étude et les bandes d'études sont présentés dans la Figure 13.

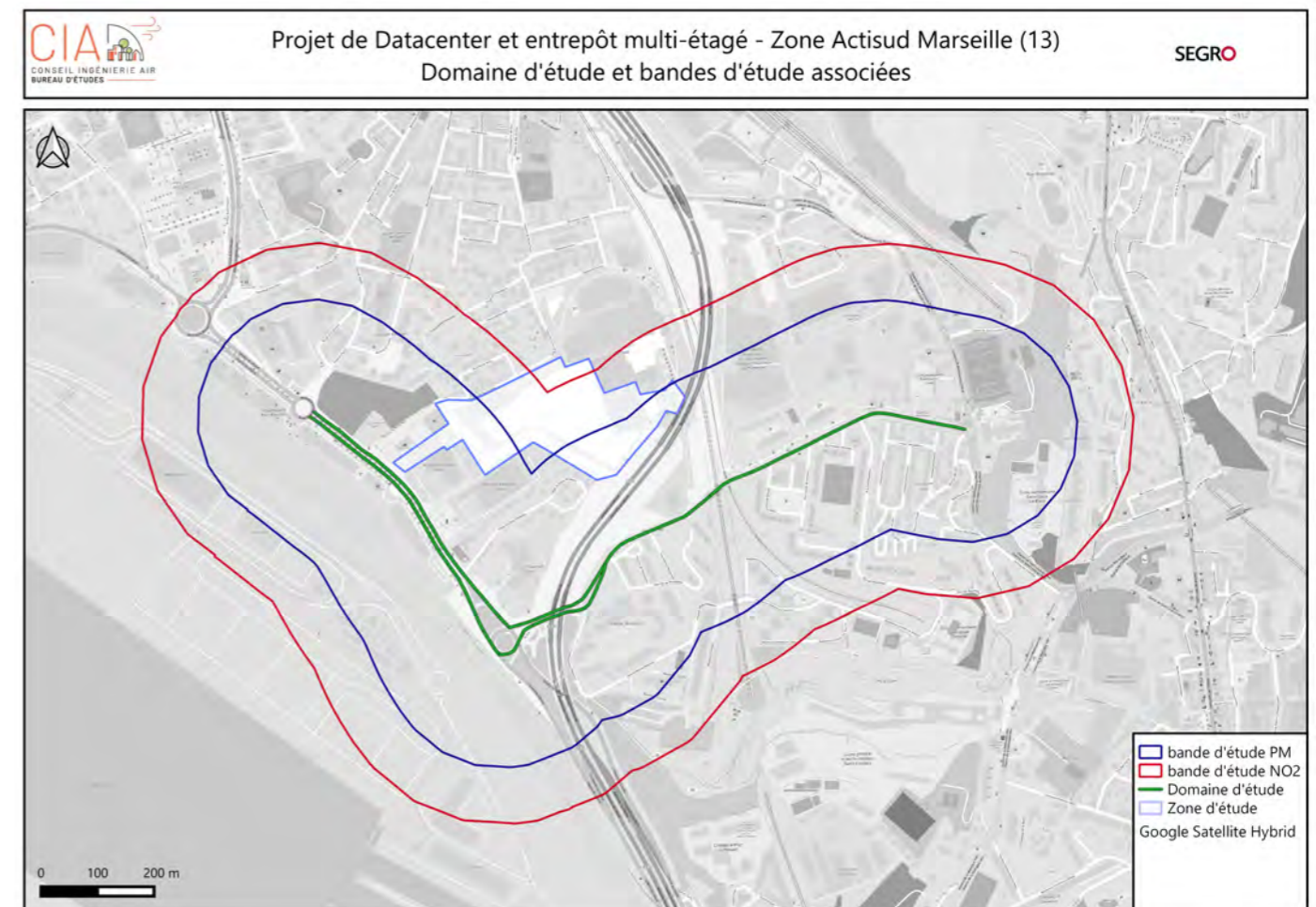


Figure 13 : Domaine d'étude et bandes d'étude associées



### 5.1.4. Evolution du trafic routier dans la bande d'étude

Tableau 3 : Evolution du trafic dans la bande d'étude

Scénario	Année	Veh.Km parcourus	Impact	
Actuel	2023	21 693	-	
Référence : « au fil de l'eau »	2025	21 407	-1,3%	/ Actuel
Projet		21 814	1,9%	/ Référence
Référence : « au fil de l'eau »	2045	18 714	-13,7%	/ Actuel
Projet		19 188	2,5%	/ Référence

Au fil de l'eau, le trafic routier du domaine d'étude diminue par rapport à la situation actuelle 2023, diminuant de -1,3 % en 2025 et de -13,7 % en 2045.

L'impact global du projet sur le nombre de véhicules.kilomètres parcourus du domaine d'étude est de +1,9% par rapport à la situation de référence en 2025 et de +2,5 % en 2045. Globalement le projet a peu d'impact sur le trafic routier du domaine d'étude.

### 5.1.5. Bilan de la consommation énergétique

Le bilan énergétique du projet prend en compte la consommation de carburant liée au trafic routier.

Le graphique suivant présente les résultats de la consommation énergétique journalière sur le domaine d'étude. Le total est exprimé en tonnes équivalent pétrole (TEP).

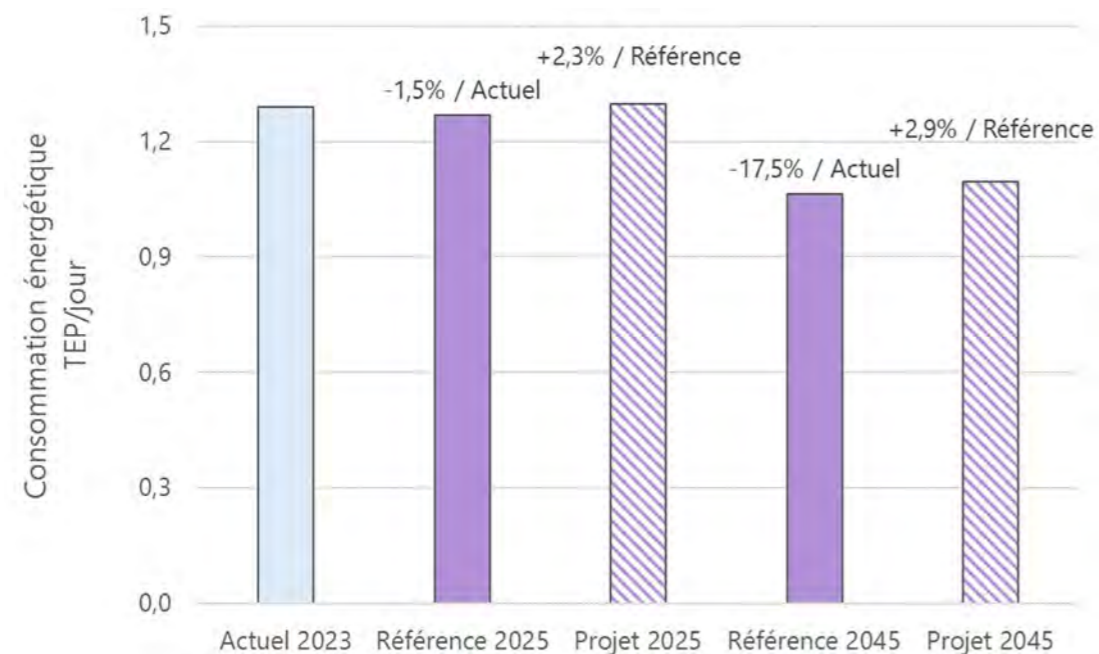


Figure 14 : Consommation énergétique totale sur le domaine d'étude

Au fil de l'eau, la consommation énergétique (TEP/jour) diminue par rapport à la situation actuelle de -1,5% en 2025 et de -17,5 % en 2045. Ceci est dû à la diminution du trafic routier au fil de l'eau à ces horizons.

L'impact du projet sur la consommation énergétique totale du domaine d'étude tend vers une augmentation par rapport à la situation de référence : +2,3 % en 2025 et de +2,9 % en 2045. Globalement, le projet a peu d'impact sur la consommation de TEP/jour, en cohérence avec l'évolution du nombre de véhicules.kilomètres parcourus du domaine d'étude, présentée précédemment.

## 5.2. Bilan des émissions en polluants

Le bilan des émissions en polluants (et leurs variations), pour l'ensemble du domaine d'étude aux horizons étudiés pour tous les types de véhicules est présenté dans le Tableau 4.

Au cours du temps des diminutions des émissions des polluants, liée à l'amélioration technologique du parc roulant au fil du temps. Le nickel et l'arsenic font exception : étant davantage émis par les surémissions (usure, entretien des voies), ceux-ci sont peu concernés par l'évolution du parc roulant au fil de l'eau.

En situation de projet par rapport à la situation de référence, les émissions des polluants (tous types de véhicules) augmentent jusqu'à -2,8 % en 2025 et jusqu'à 4,2 % en 2045, en cohérence avec l'augmentation du trafic routier en situation de projet.

Tableau 4 : Emissions moyennes journalières sur le domaine d'étude

Sur l'ensemble du projet	CO	NOx	NMVOC	SO <sub>2</sub>	PM10_IIASA	PM2_5_IIASA	benzene	benzo_a_pyrene	Nickel	Arsenic
	kg/j	kg/j	kg/j	kg/j	kg/j	kg/j	kg/j	g/j	g/j	g/j
<b>Actuel 2023</b>	4,7E+00	8,8E+00	2,3E-01	4,6E-02	7,7E-01	5,1E-01	7,0E-03	2,4E-02	7,1E-01	1,2E-01
<b>Référence 2025</b>	4,0E+00	7,5E+00	1,7E-01	4,6E-02	7,3E-01	4,7E-01	4,8E-03	2,3E-02	7,0E-01	1,2E-01
<b>Variation au « Fil de l'eau » 2025</b>	<b>-14,8%</b>	<b>-15,0%</b>	<b>-25,2%</b>	<b>0,4%</b>	<b>-5,8%</b>	<b>-8,2%</b>	<b>-32,3%</b>	<b>-6,5%</b>	<b>-0,2%</b>	<b>-0,0003%</b>
<b>Projet 2025</b>	4,1E+00	7,7E+00	1,8E-01	4,7E-02	7,4E-01	4,8E-01	4,8E-03	2,3E-02	7,1E-01	1,2E-01
<b>Impact du Projet 2025</b>	<b>2,1%</b>	<b>2,4%</b>	<b>2,8%</b>	<b>2,0%</b>	<b>2,3%</b>	<b>2,2%</b>	<b>1,8%</b>	<b>1,9%</b>	<b>0,3%</b>	<b>0,00%</b>
<b>Référence 2050</b>	2,5E+00	2,3E+00	1,2E-01	4,8E-02	5,6E-01	3,3E-01	1,6E-03	1,2E-02	6,9E-01	1,2E-01
<b>Variation au « Fil de l'eau » 2045</b>	<b>-46,7%</b>	<b>-74,4%</b>	<b>-46,8%</b>	<b>3,3%</b>	<b>-27,5%</b>	<b>-35,6%</b>	<b>-77,1%</b>	<b>-49,3%</b>	<b>-2,5%</b>	<b>-0,01%</b>
<b>Projet 2045</b>	2,6E+00	2,3E+00	1,3E-01	4,9E-02	5,7E-01	3,4E-01	1,6E-03	1,3E-02	6,9E-01	1,2E-01
<b>Impact du Projet 2045</b>	<b>2,6%</b>	<b>3,0%</b>	<b>4,2%</b>	<b>2,5%</b>	<b>2,8%</b>	<b>2,8%</b>	<b>2,4%</b>	<b>2,6%</b>	<b>0,4%</b>	<b>0,00%</b>

Le même constat est effectué concernant les gaz à effet de serre (GES) : le projet entraîne une faible augmentation des émissions de GES en 2025 (+2,3%) et entraîne une augmentation en 2045 jusqu'à 3%.

Tableau 5 : Emissions moyennes journalières en gaz à effet de serre sur le domaine d'étude

Sur l'ensemble du projet	CO <sub>2</sub>	N <sub>2</sub> O	CH <sub>4</sub>
	T/j	kg/j	kg/j
<b>Actuel 2023</b>	4,1E+00	2,2E-01	7,1E-02
<b>Référence 2025</b>	4,0E+00	2,2E-01	6,0E-02
<b>Variation au « Fil de l'eau » 2025</b>	<b>-1,5%</b>	<b>-2,6%</b>	<b>-15,8%</b>
<b>Projet 2025</b>	4,1E+00	2,2E-01	6,1E-02
<b>Impact du Projet 2025</b>	<b>2,3%</b>	<b>2,3%</b>	<b>2,3%</b>
<b>Référence 2050</b>	3,4E+00	1,6E-01	3,6E-02
<b>Variation au « Fil de l'eau » 2045</b>	<b>-17,7%</b>	<b>-29,1%</b>	<b>-48,5%</b>
<b>Projet 2045</b>	3,5E+00	1,6E-01	3,7E-02
<b>Impact du Projet 2045</b>	<b>2,9%</b>	<b>3,0%</b>	<b>2,9%</b>

## 5.3. Analyse des coûts collectifs

### 5.3.1. Coûts liés à la pollution de l'air

Tableau 6 : Coûts liés à la pollution de l'air

€ 2 015	Coût journalier en €	Impact	
<b>Actuel 2023</b>	1 287,40 €	-	
<b>Référence 2025</b>	1 190,50 €	-7,5%	/ Actuel
<b>Projet 2025</b>	1 224,90 €	2,9%	/ Référence
<b>Référence 2045</b>	888,40 €	-31,0%	/ Actuel
<b>Projet 2045</b>	917,10 €	3,2%	/ Référence

Par rapport à la situation actuelle, en situation de référence, les coûts collectifs liés à la pollution de l'air évoluent en diminuant de -7,5% en 2025 et -31% en 2045. Cette différence est due aux améliorations technologiques du parc roulant entraînant une diminution des émissions au fil du temps.

En situation projet, les coûts liés à la pollution de l'air augmentent de 3% en 2025 et 2045. Cette augmentation est liée à l'évolution du trafic routier en situation de projet.

### 5.3.2. Coûts liés à l'effet de serre additionnel

Tableau 7 : Coûts liés à l'effet de serre additionnel

€ 2 015	Coût journalier en €	Impact	
<b>Actuel 2023</b>	544,43 €	-	
<b>Référence 2025</b>	665,64 €	22,3%	/ Actuel
<b>Projet 2025</b>	680,93 €	2,3%	/ Référence
<b>Référence 2045</b>	2 054,21 €	277,3%	/ Actuel
<b>Projet 2045</b>	2 114,01 €	2,9%	/ Référence

On observe une augmentation de +22% entre la situation actuelle et la situation de référence 2025 et de +277% en 2045. Cela s'explique par la hausse annuelle du prix de la tonne de CO<sub>2</sub> : en 2023, son coût s'élève à 133,4€ alors qu'en 2045, il atteint 611,9 €.

En situation de projet, les coûts collectifs liés à l'effet de serre additionnel augmentent de 2% en 2025 et 3% en 2045, en cohérence avec l'évolution du trafic routier.

### 5.3.3. Coûts collectifs globaux

Tableau 8 : Coûts collectifs globaux

€ 2 015	Coût journalier en €	Impact	
<b>Actuel 2023</b>	1 831,83 €	-	
<b>Référence 2025</b>	1 856,14 €	1,3%	/ Actuel
<b>Projet 2025</b>	1 905,83 €	2,7%	/ Référence
<b>Référence 2045</b>	2 942,61 €	60,6%	/ Actuel
<b>Projet 2045</b>	3 031,11 €	3,0%	/ Référence

Les coûts collectifs globaux augmentent au fil de l'eau par rapport à la situation actuelle en 2025 de +1,3% et de +60,6% en 2045. Ceci s'explique par l'augmentation du prix de la tonne de CO<sub>2</sub> par rapport à la situation actuelle. Les améliorations technologiques du parc roulant ne sont pas suffisantes pour contrebalancer ces augmentations.

En situation projet, les coûts collectifs globaux du domaine d'étude augmentent légèrement de 3% environ en 2025 et 2045, en cohérence avec l'évolution du trafic routier liée au projet.

## 6. Modélisation de la dispersion atmosphérique

### 6.1. Méthodologie des calculs

Le logiciel utilisé pour cette modélisation est le logiciel ARIA Impact v1.8. Ce logiciel permet d'élaborer des statistiques météorologiques et de déterminer l'impact des émissions d'une ou plusieurs sources ponctuelles, linéiques ou surfaciques. Il permet de simuler plusieurs années de fonctionnement en utilisant des chroniques météorologiques représentatives du site. Il permet également de tenir compte des concentrations de fond de la zone d'étude.

Les calculs ont été effectués sur les données météorologiques horaires à Marseille (fournies par NUMTECH), du 01/01/2021 au 31/12/2021.

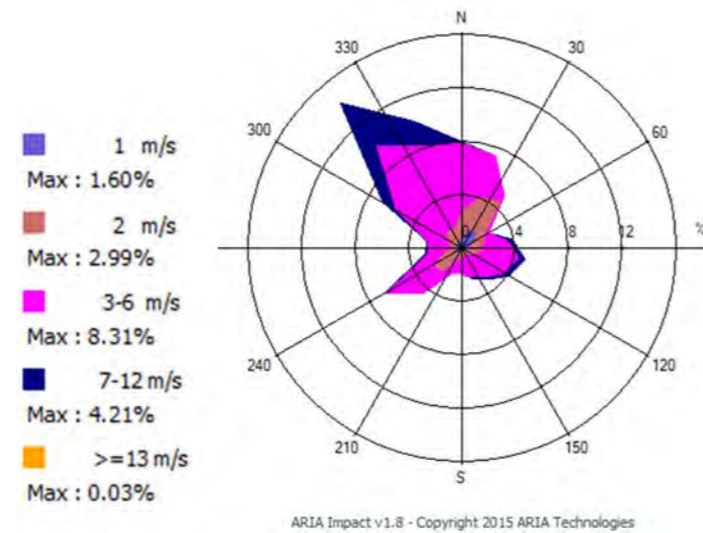


Figure 15 : Rose des vents des données météorologiques utilisées – Fournies par NUMTECH – Période chaude : du 21/06/2021 au 06/09/2021

Ce logiciel permettant également de prendre en compte les concentrations de fond : Les concentrations moyennes mesurées par AtmoSud sur ces mêmes dates en 2019 (mesures hors COVID) ont été intégrées aux calculs. Celles-ci sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 9 : Concentrations de fond intégrées aux modélisations – moyenne annuelle 2019 de la station AtmoSud Marseille Longchamp

Composé	Concentration moyenne (µg/m³)
NO <sub>2</sub>	26,1
NO <sub>x</sub>	34,8
PM10	17,9
PM2,5	9,7
NO	5,7

Les données ont été calculées avec une résolution de 75 mètres, Le modèle de calcul utilisé est le modèle de calcul statistique AIM (développé par ARIA).

Les phénomènes pris en compte dans les calculs sont détaillés dans le tableau ci-après.

Tableau 10 : Phénomènes pris en compte dans la modélisation des concentrations grâce au logiciel ARIA IMPACT 1.8 (modèle de calcul AIM)

Phénomène physique	Pris en compte par le modèle dans l'étude	Commentaires
Météorologie locale	oui	Données horaires 2021, issues de simulations réalisées par numtech grâce à un modèle météorologique (Simulations - AROME - Source Meteo France) : pour le vent, la température et la nébulosité. Coordonnées du point d'extraction (Lambert 93) : X : 890,61 km Y : 6252,93 km Remarque : les vents calmes ont été exclus des calculs (temps de calculs).
Description verticale de la turbulence atmosphérique	oui	Méthode dite « vent-nébulosité ».
Nature des sols rencontrés	oui	Hauteur de rugosité constante de 1 mètre sur le domaine d'étude (occupation des sols urbaine considérée comme homogène sur le domaine d'étude)
Nature particulière des poussières	non	Les dépôts secs (chute par gravité) et humides (lessivage par les précipitations) n'ont pas été pris en compte dans la partie modélisation (temps de calculs).
Réactions chimiques des polluants	non	Les réactions ne sont pas prises en compte par le logiciel.
Conversion du NO en NO <sub>2</sub>	oui	Formule de Middleton.
Variabilité temporelle des émissions	non	Les profils temporaires n'ont pas été utilisés dans les calculs car les émissions ont été calculées en moyenne annuelle via TREFIC.
Obstacles autour des voies	non	L'effet « canyon » (encaissement des voies entre des bâtiments) n'a pas été pris en compte dans le modèle
Effet de la topographie (relief) sur la dispersion des panaches	oui	Le relief a été considéré dans les calculs de dispersion (BD TOPO IGN).
Effets des écrans acoustiques	non	Pas d'information sur ce point.

## 6.2. Résultats des modélisations

Conformément à la note méthodologique du 22 février 2019, les concentrations des polluants d'intérêt ont été modélisées aux horizons et scénarios suivants :

- Actuel 2023 ;
- 2025 :
  - Mise en service du projet ;
  - Situation de référence sans projet : au fil de l'eau ;
- 2045 :
  - Mise en service du projet+ 20 ans ;
  - Situation de référence sans projet : au fil de l'eau ;

Selon la note méthodologique, la distribution et répartition spatiale des concentrations du dioxyde d'azote et des particules (PM10 et PM2,5) sont étudiées.

Afin de tenir compte des pollutions générées par d'autres sources d'émissions : les concentrations de fond de polluants de la zone ont été renseignées dans le modèle de calcul (cf Tableau 9).

*Dans le cadre de l'interprétation des résultats, il faut noter que les concentrations de fond intégrées aux calculs sont :*

- *Toutes supérieures aux seuils annuels de l'OMS (cf chapitre 3.2.6.2 Erreur ! Source du renvoi introuvable.) ;*
- *Pour les PM2,5, très proches de l'objectif de qualité annuel français de 10 µg/m<sup>3</sup> ;*

### 6.2.1. Modélisation du dioxyde d'azote

Le tableau suivant présente les statistiques des concentrations en dioxyde d'azote modélisées dans la bande d'étude.

Les colonnes Actuelle, Référence et Projet indiquent les statistiques obtenues sur les points de calculs, en µg/m<sup>3</sup> pour les concentrations et en % pour l'impact du projet.

La colonne impact représente les statistiques obtenues sur les variations calculées pour chaque maille de calcul de la bande d'étude, entre la situation de projet et la situation de référence. Par exemple, pour le maximum de la colonne impact, il s'agit de l'impact maximum obtenu lorsque l'on calcule la variation de toutes les mailles. Ainsi le maximum de 27 µg/m<sup>3</sup> en situation de référence 2025 n'est pas forcément situé au même point que le maximum de 27,1 µg/m<sup>3</sup> en projet.

Tableau 11 : Statistiques des concentrations en dioxyde d'azote modélisées dans la bande d'étude pour tous les horizons et scénarios étudiés

Statistiques	Situation actuelle 2023	Situation de référence 2025	Situation de projet 2025	Impact du projet 2025	Situation de référence 2045	Situation de projet 2045	Impact du projet 2045
<b>Unité</b>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	%	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	%
<b>Maximum</b>	27,2	27	27,1	0,065	26,4	26,4	0,026
<b>Percentile 90</b>	26,6	26,5	26,5	0,039	26,2	26,2	0,015
<b>Moyenne</b>	26,3	26,3	26,3	0,017	26,2	26,2	0,007
<b>Médiane</b>	26,3	26,2	26,2	0,013	26,1	26,1	0,005
<b>Percentile 25</b>	26,2	26,2	26,2	0,007	26,1	26,1	0,003
<b>Minimum</b>	26,1	26,1	26,1	0,003	26,1	26,1	0,001
<b>Ecart-type</b>	0,2	0,2	0,2	0,014	0,1	0,1	0,005

**Il est observé que toutes les concentrations modélisées dans la bande d'étude, à tous les horizons et scénarios, sont inférieures à la valeur seuil réglementaire et à l'objectif de qualité (tous deux de 40 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle).**

**Ainsi toutes les concentrations en dioxyde d'azote modélisées dans la bande d'étude, avec ou sans projet à tous les horizons étudiés, respectent les seuils réglementaires. Aucun dépassement des valeurs réglementaires n'est généré par le projet.**

Toutes les concentrations modélisées sont supérieures au nouveau seuil de recommandation de l'OMS (10 µg/m<sup>3</sup>), toutefois la concentration de fond mesurée in situ et incluse dans les calculs dépasse déjà cette valeur. On peut cependant penser que les concentrations en 2025 et 2047 seront plus faibles que celles modélisées car la pollution de fond a été considérée comme constante au fil du temps.

En 2025 le projet a un impact moyen dans la bande d'étude de 0,02 % : les concentrations ne varient quasiment pas dans la bande d'étude.

Localement l'impact du projet n'est pas marqué : L'impact sur les concentrations dans la bande d'étude varie entre 0,003% et 0,07 % en 2025.,

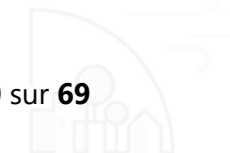
En 2045 le projet a un impact moyen dans la bande d'étude de 0,007 % : les concentrations ne varient quasiment pas dans la bande d'étude.

Localement l'impact du projet reste peu marqué : L'impact sur les concentrations dans la bande d'étude varie entre 0,001% et 0,03 % en 2045,

La répartition spatiale des concentrations est présentée dans les cartographies suivantes. Celles-ci représentent, pour chaque scénario et horizon, le résultat de la modélisation des concentrations en dioxyde d'azote.

Les concentrations les plus élevées, pour toutes les situations, sont observées au niveau de la RD 568.

**On peut dire que le projet a donc peu voire pas d'incidence sur la qualité de l'air.**















## 6.2.2. Modélisation des particules PM10

Le tableau suivant présente les statistiques des concentrations en particules PM10 modélisées dans la bande d'étude.

Les colonnes Actuelle, Référence et Projet indiquent les statistiques obtenues sur les points de calculs, en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les concentrations et en % pour l'impact du projet.

La colonne impact représente les statistiques obtenues sur les variations calculées pour chaque maille de calcul de la bande d'étude, entre la situation de projet et la situation de référence. Par exemple, pour le maximum de la colonne impact, il s'agit de l'impact maximum obtenu lorsque l'on calcule la variation de toutes les mailles. Ainsi le maximum de  $18,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en situation de référence 2025 n'est pas forcément situé au même point que le maximum de  $18,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en projet.

Tableau 12 : Statistiques des concentrations en particules PM10 modélisées dans la bande d'étude pour tous les horizons et scénarios étudiés

Statistiques	Situation actuelle 2023	Situation de référence 2025	Situation de projet 2025	Impact du projet 2025	Situation de référence 2045	Situation de projet 2045	Impact du projet 2045
Unité	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%
Maximum	18,6	18,5	18,5	0,012	18,4	18,4	0,013
Percentile 90	18,3	18,2	18,2	0,008	18,2	18,2	0,008
Moyenne	18	17,9	17,9	0,004	17,86	17,9	0,004
Médiane	17,9	17,8	17,9	0,003	17,8	17,8	0,003
Percentile 25	17,8	17,7	17,7	0,002	17,7	17,7	0,002
Minimum	17,6	17,6	17,6	0,001	17,6	17,6	0,001
Ecart-type	0,2	0,2	0,2	0,003	0,2	0,2	0,002

**Il est observé que toutes les concentrations modélisées dans la bande d'étude, à tous les horizons et scénarios, sont inférieures à la valeur seuil réglementaire ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle) et à l'objectif de qualité ( $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle).**

**Ainsi toutes les concentrations en particules PM10 modélisées dans la bande d'étude, avec ou sans projet, en 2025 et 2045 respectent les seuils réglementaires. Aucun dépassement des valeurs réglementaires n'est généré par le projet.**

Toutes les concentrations modélisées sont supérieures au nouveau seuil de recommandation de l'OMS ( $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), toutefois la concentration de fond mesurée in situ et incluse dans les calculs dépasse déjà cette valeur. On peut cependant penser que les concentrations en 2025 et 2045 seront plus faibles que celles modélisées car la pollution de fond a été considérée comme constante au fil du temps.

En 2025, le projet a un impact moyen dans la bande d'étude de 0,004 % : les concentrations ne varient pas du tout.

Localement l'impact du projet reste peu marqué : L'impact sur les concentrations dans la bande d'étude varie entre 0,001 % et +0,01 % en 2025.

En 2045, le projet a un impact moyen dans la bande d'étude de 0,004 % : les concentrations ne varient pas du tout.

Localement l'impact du projet reste peu marqué : L'impact sur les concentrations dans la bande d'étude varie entre 0,001 % et +0,01 % en 2045.

La répartition spatiale des concentrations est présentée dans les cartographies suivantes. Celles-ci représentent, pour chaque scénario et horizon, le résultat de la modélisation des concentrations en particules PM10.

Concernant la répartition spatiale de l'impact du projet sur les concentrations de la bande d'étude par rapport à la situation de référence il est observé que :

- Visuellement les concentrations varient tellement peu que les concentrations sont homogènes dans la bande d'étude.

**Le projet a donc peu voire pas d'influence sur la qualité de l'air.**













### 6.2.3. Modélisation des particules PM2.5

Le tableau suivant présente les statistiques des concentrations en particules PM2,5 modélisées dans la bande d'étude.

Les colonnes Actuelle, Référence et Projet indiquent les statistiques obtenues sur les points de calculs, en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les concentrations et en % pour l'impact du projet.

La colonne impact représente les statistiques obtenues sur les variations calculées pour chaque maille de calcul de la bande d'étude, entre la situation de projet et la situation de référence. Par exemple, pour le maximum de la colonne impact, il s'agit de l'impact maximum obtenu lorsque l'on calcule la variation de toutes les mailles. Ainsi le maximum de  $10,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en situation de référence 2025 n'est pas forcément situé au même point que le maximum de  $10,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en projet.

Tableau 13 : Statistiques des concentrations en particules PM2,5 modélisées dans la bande d'étude pour tous les horizons et scénarios étudiés

Statistiques	Situation actuelle 2023	Situation de référence 2025	Situation de projet 2025	Impact du projet 2025	Situation de référence 2045	Situation de projet 2045	Impact du projet 2045
Unité	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%
Maximum	10,4	10,3	10,3	0,014	10,2	10,2	0,014
Percentile 90	10,2	10,1	10,1	0,010	10	10,1	0,008
Moyenne	10	9,91	9,9	0,005	9,9	9,9	0,004
Médiane	9,9	9,9	9,9	0,004	9,8	9,8	0,003
Percentile 25	9,8	9,8	9,8	0,002	9,8	9,8	0,002
Minimum	9,7	9,7	9,7	0,001	9,7	9,7	0,001
Ecart-type	0,2	0,1	0,2	0,003	0,1	0,1	0,003

**Il est observé que toutes les concentrations modélisées dans la bande d'étude, à tous les horizons et scénarios, sont inférieures à la valeur seuil réglementaire et à la valeur cible (respectivement de  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle).**

Il faut noter que les concentrations maximales modélisées sont supérieures au nouveau seuil de recommandation de l'OMS ( $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ainsi qu'à l'objectif de qualité annuel ( $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), toutefois la concentration de fond mesurée in situ et incluse dans les calculs est très proche de l'objectif de qualité annuel : **Il faut noter qu'aucun de ces dépassements n'est généré par le projet.**

En 2025 et 2045 le projet a un impact moyen dans la bande d'étude de 0,005 % : les concentrations varient peu voire pas du tout dans la bande d'étude.

Localement l'impact du projet reste peu marqué : L'impact sur les concentrations dans la bande d'étude varie entre 0,001 % et +0,01 % en 2025 et 2045.

La répartition spatiale des concentrations est présentée dans les cartographies suivantes. Celles-ci représentent, pour chaque scénario et horizon, le résultat de la modélisation des concentrations en particules PM2,5.

Peu de différence est observé dans les concentrations de la bande d'étude : avec un écart-type maximum de  $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  seulement de différence entre la concentration maximale et la concentration minimale, les différences ne sont pas visibles sur les cartographies.

**Le projet entraîne majoritairement une augmentation anodine des concentrations en particules PM2.5 dans la bande d'étude.**

**Le projet a donc peu voire pas d'influence sur la qualité de l'air.**











## 7. Évaluation de l'impact sanitaire simplifié : Indice IPP

Afin d'évaluer l'impact des infrastructures sur la population, la méthode de l'indice IPP (Indice d'exposition de la Population à la Pollution) a été appliquée. Elle consiste à croiser les concentrations calculées aux données de population sur le domaine étudié.

### 7.1. Objectif de l'IPP

L'indicateur IPP permet la comparaison entre le scénario avec projet et l'état de référence par un critère basé non seulement sur les concentrations, mais aussi sur la répartition spatiale de la population demeurant à proximité des voies de circulation.

Cet outil est utilisé comme une aide à la comparaison de situation et en aucun cas comme le reflet d'une exposition absolue de la population à la pollution atmosphérique globale.

Le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières de février 2019 préconise de calculer l'IPP sur le traceur NO<sub>2</sub>. Ainsi, sont présentés dans cette étude les résultats des calculs de l'IPP à l'horizon 2022 et 2031.

### 7.2. Données utilisées dans le calcul de l'IPP

#### 7.2.1. Population

Les données du Dispositif sur les revenus localisés sociaux et fiscaux Filosofi de 2017 ont été utilisées, celles-ci permettent d'obtenir un nombre d'individu dans des mailles d'une résolution de 200 mètres.

La population a été considérée comme étant constante au fil de l'eau.

#### 7.2.2. Concentration en dioxyde d'azote

Pour chaque scénario et horizon, les concentrations en dioxyde d'azote modélisées dans la partie **Erreur ! Source du renvoi introuvable.** ont été utilisées. Ces données étant maillées avec une résolution de 50 mètres, il a été choisi de les relier aux mailles Filosofi (maillage de 200 mètres) en gardant la concentration maximale (hypothèse majorante).

### 7.3. Présentation des résultats de L'IPP du NO<sub>2</sub>

#### 7.3.1. Indice Pollution Population cumulé dans la bande d'étude

Afin d'obtenir l'IPP cumulé, la somme de tous les IPP calculés dans la bande d'étude est réalisée. Le tableau suivant, présente les résultats des IPP cumulés du dioxyde d'azote, sur des mailles de 200 mètres (carroyage Filosofi) dans la bande d'étude.

Tableau 14 : IPP cumulé du NO<sub>2</sub> dans la bande d'étude

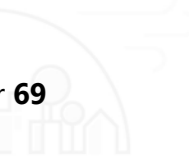
Scénario	Année	Indice Pollution Population Cumulés	Impact	
Situation Actuelle	2023	178 979,5	-	
Situation de référence Sans projet	2025	178 673,2	-0,2 %	/ Actuel
Situation avec projet		178 723,1	0,03 %	/ Référence
Situation de référence Sans projet	2045	177 483,3	-0,8 %	/ Actuel
Situation avec projet		177 502,6	0,01 %	/ Référence

L'IPP cumulé varie au fil de l'eau par rapport à la situation actuelle. En effet en situation de référence en 2025 et 2045, suite aux améliorations technologiques qui entraînent la diminution des émissions et donc des concentrations maximales, l'IPP diminue de -0,2 % en 2025 et -0,8% en 2045.

Le projet entraîne dans la bande d'étude une augmentation de l'IPP cumulé de 0,03% en 2025 et 0,01% en 2045.

Afin d'étudier plus précisément l'impact sur la population, les gammes de concentration en dioxyde d'azote auxquelles les habitants sont exposés sont étudiées pour chaque scénario et sont présentées la partie suivante.





### 7.3.2. Etude des gammes de concentrations auxquelles la population est exposée

Le tableau et le graphique ci-contre présentent le nombre d'habitants exposés à différentes gammes de concentrations, pour chaque scénario et horizon.

Au fil de l'eau, il est observé une diminution des gammes de concentrations auxquelles la population est exposée.

En effet, en situation actuelle, 191 personnes sont exposées à des concentrations entre 27 et 28  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . En référence 2045, aucune personne n'est exposée à des concentrations supérieures à 27  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

L'hypothèse étant émise que la population reste constante au fil du temps, ces variations sont dues aux diminutions des concentrations en dioxyde d'azote suite aux améliorations technologiques du parc roulant.

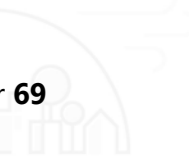
On constate, en 2025 et 2045, que :

- La répartition des habitants reste la même en projet qu'en référence.
- Les variations de concentrations pour les habitants ne seront donc pas perceptible.

**Dans tous les cas, la population n'est pas exposée à des concentrations supérieures aux seuils réglementaires et l'exposition de la population varie peu entre les situations de référence et projet.**

Tableau 15 : Nombre d'habitants exposés à différentes gammes de concentrations

Gamme de concentration $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Nombre d'habitants				
	2023 situation actuelle	Référence 2025	Projet 2025	Référence 2045	Projet 2045
26-27	6 590	6 590	6 590	6 781	6 781
27-28	191	191	191	0	0



# Partie 2. Evaluation des émissions des groupes électrogènes

## 8. Sources de rejet

Les sources de rejet du Datacenter correspondent aux émissions atmosphériques associées au fonctionnement des groupes électrogènes.

L'implantation des installations est présentée dans la figure suivante.



Figure 16 : Localisation du projet

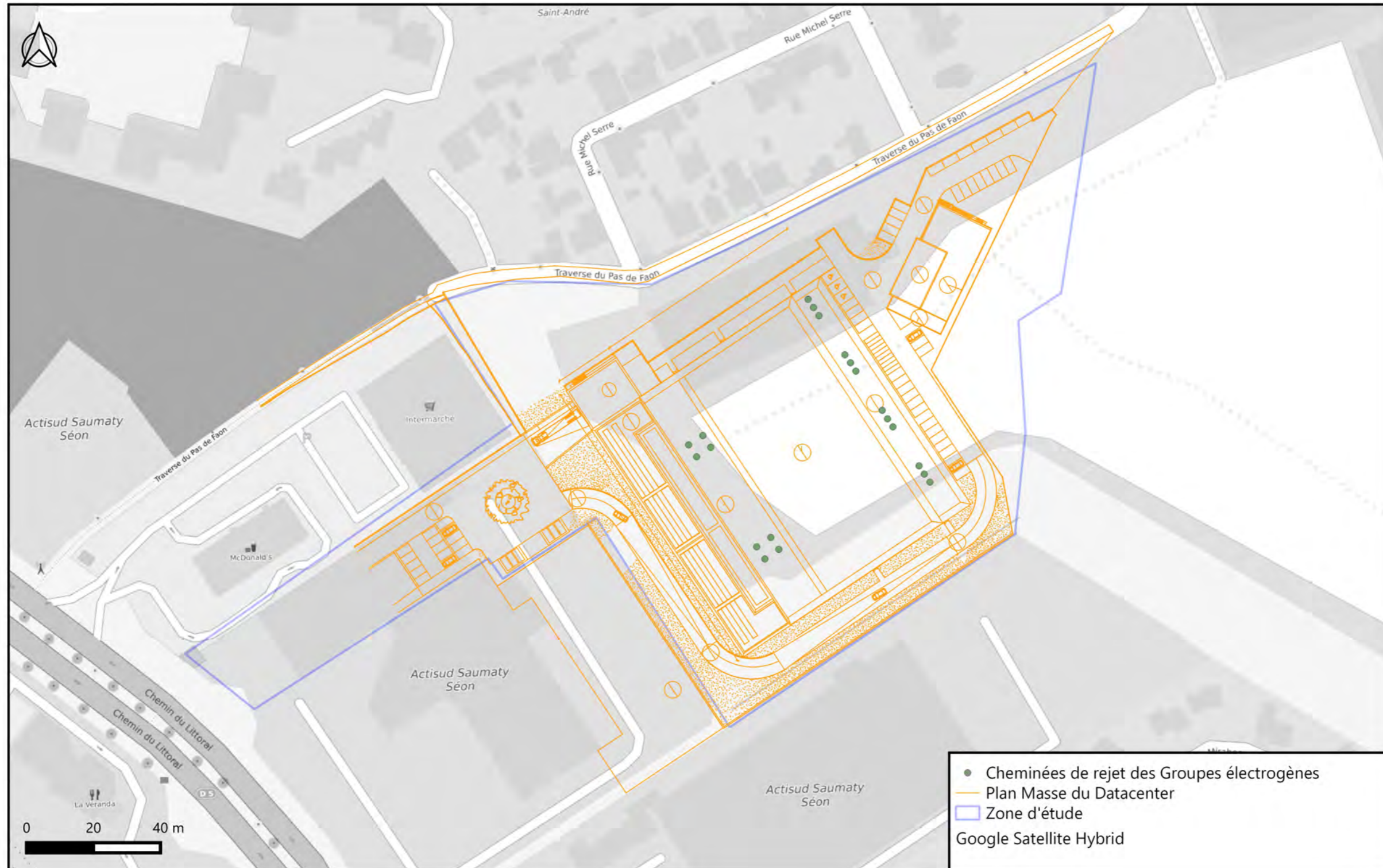


Figure 17 : Plan masse du Datacenter

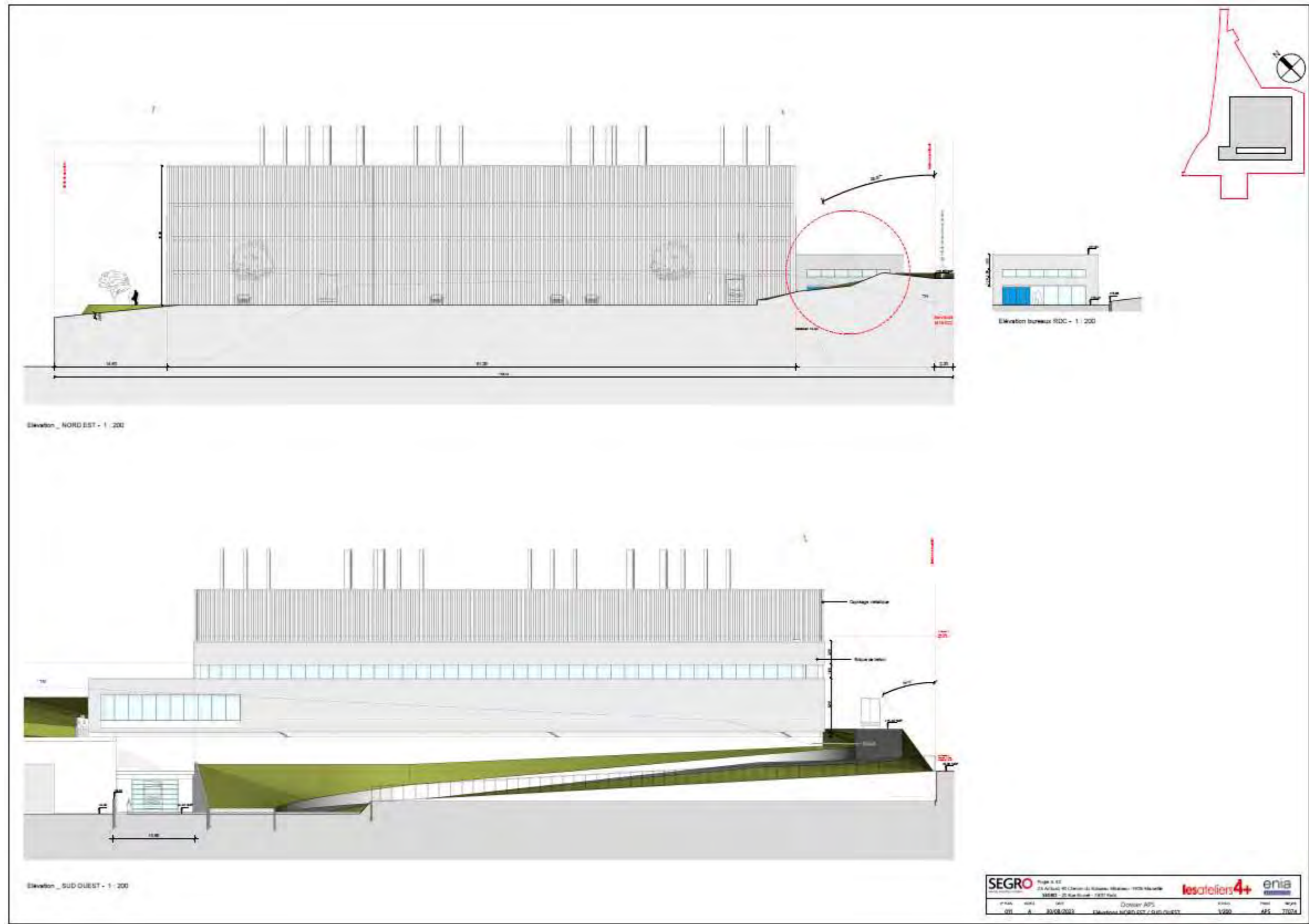


Figure 18 : Elévations Nord Est / Sud Ouest

## 9. Evaluation des dangers et relation dose-réponse

### 9.1. Définitions

L'évaluation du potentiel dangereux des substances consiste à identifier les effets indésirables qu'une substance est intrinsèquement capable de provoquer chez l'homme. Pour évaluer les dangers d'une substance, il est nécessaire de connaître :

- Son comportement dans l'environnement, qui est déterminé par ses caractéristiques physico-chimiques (solubilité, volatilité...),
- Ses effets sur la santé, qui consiste à identifier les effets indésirables qu'une substance est intrinsèquement capable de provoquer chez l'homme, et de définir les valeurs de référence qui représentent la limite entre le risque acceptable et le risque inacceptable.

Dans le cadre d'une ERS, les éléments suivants sont recherchés :

- L'identification du potentiel dangereux des substances : effets toxiques aigus, chroniques, effets cancérigènes, organes cibles,
- L'évaluation de la relation dose-effet qui a pour but de définir une relation quantitative entre la dose ou la concentration absorbée ou administrée et l'incidence de l'effet délétère. On recherche alors les Valeurs Toxicologiques de Référence (VTR).

Pour les substances non cancérigènes (substances à seuil) :

- Les effets néfastes apparaissent à partir d'une certaine concentration d'exposition. On recherche les valeurs des doses de référence qui correspondent à des niveaux d'exposition sans risque appréciable d'effets néfastes sur l'homme.

Pour les substances cancérigènes (substances sans seuil) :

- Il n'y a pas de niveau d'exposition sans risque, il y a un risque dès la première exposition. Les valeurs toxicologiques de références sont exprimées sous forme d'Excès de Risque Unitaire qui expriment la relation entre le niveau d'exposition et la probabilité supplémentaire de développer l'effet cancérigène.

Les VTR sont établies expérimentalement par des organismes de santé de notoriété internationale ou nationale. Les valeurs proposées peuvent donc diverger en fonction de l'organisme qui les établit ou encore en fonction des conditions expérimentales.

La note d'information n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 aide à la sélection des VTR proposées en recommandant de respecter la hiérarchisation suivante :

- En premier lieu, sélectionner les VTR construites par l'ANSES<sup>3</sup> si elles existent ;
- En second lieu, si une expertise nationale a été menée, retenir les VTR issues de la sélection approfondie réalisée dans le cadre de l'expertise (sous réserve que l'expertise soit postérieure à la date de parution de la VTR la plus récente) ;
- Sinon, sélectionner la VTR la plus récente parmi les trois bases de données suivantes : l'US-EPA<sup>4</sup>, l'ASTDR<sup>5</sup>, ou l'OMS<sup>6</sup>, sauf s'il est fait mention par l'organisme de référence que la VTR n'est pas basée sur l'effet survenant à la plus faible dose et jugé pertinent pour la population visée ;
- Enfin, si aucune VTR n'est retrouvée dans les quatre bases de données précédentes, choisir la plus récente proposée par Santé Canada<sup>7</sup>, RIVM<sup>8</sup>, l'OEHHA<sup>9</sup> ou l'EFSA<sup>10</sup>.

### 9.2. Choix des polluants traceurs pour la quantification du risque

Il convient tout d'abord de distinguer les polluants traceurs d'émission des polluants traceurs de risque.

Les traceurs d'émission sont les substances susceptibles de révéler une contribution de l'installation aux concentrations mesurées dans l'environnement et éventuellement une dégradation des milieux attribuables à ces émissions.

Les traceurs de risque sont les substances émises susceptibles de générer des effets sanitaires chez les personnes qui y sont exposées.

Parmi l'ensemble des polluants atmosphériques émis par le site, ce sont les polluants traceurs qui feront l'objet d'une évaluation quantitative de l'exposition et d'une caractérisation du risque sanitaire (Guide INERIS, 2013).

Ce choix des polluants traceur d'émission peut être basé :

- Sur les flux émis à l'atmosphère,
- Sur la toxicité des composés, et sur l'existence de valeur toxicologique de référence (VTR). Ces VTR sont déterminées en suivant le logigramme de la note d'information du 31/10/2014<sup>11</sup>. Les substances sans VTR ne peuvent pas être retenues pour l'évaluation quantitative des risques mais peuvent être suivies en tant que traceurs d'émission,
- Sur les concentrations mesurées dans l'environnement,
- Sur le devenir de la substance dans l'environnement,

<sup>3</sup> ANSES : Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail : <http://anses.fr>

<sup>4</sup> United States – Environmental Protection Agency – <http://epa.gov/iris/>

<sup>5</sup> ATSDR : Agency for Toxic Substances and Disease Registry (Etats-Unis) – <http://atsdr.cdc.gov/>

<sup>6</sup> OMS : Organisation Mondiale de la Santé

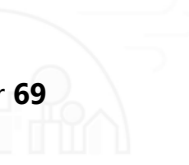
<sup>7</sup> Santé Canada : <http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/contaminants/psl1-lsp1/index-fra.php>

<sup>8</sup> RIVM : Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu. Institut national de la santé publique et de l'environnement (Pays-Bas) <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/711701025.pdf>

<sup>9</sup> OEHHA : Office of Environmental Health Hazard Assessment (antenne californienne de l'US-EPA) <http://www.oehha.ca.gov/risk/ChemicalDB.index.asp>

<sup>10</sup> EFSA : European Food Safety Authority – <http://efsa.europa.eu/fr/>

<sup>11</sup> Note d'information n°DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués



- Sur le potentiel de transfert vers les voies d'exposition liées aux usages constatés,
- Sur la vulnérabilité des populations et des ressources à protéger.

Le choix des polluants traceurs est présenté dans les tableaux suivants.

Tableau 16 : Choix des polluants traceurs

Substances émises	Numéro de CAS	Existence VTR ?	Retenue comme traceur de risque ?	Retenu comme traceur d'émission ?	Argumentation
<b>CO</b>	630-08-0	Non	Non	Oui	Existence d'un objectif de qualité de l'air Substance non retenue mais analysée qualitativement
<b>NOx</b>	128-62-1	Non	Non	Oui	Existence d'un objectif de qualité de l'air Substance non retenue mais analysée qualitativement
<b>Poussières</b>	-	Non	Non	Oui	Existence d'un objectif de qualité de l'air Substance non retenue mais analysée qualitativement
<b>SO<sub>2</sub></b>	7446-09-5	Non	Non	Oui	Existence d'un objectif de qualité de l'air Substance non retenue mais analysée qualitativement

Tableau 17 : Description des substances retenues

Polluant n°CAS	Voie d'exposition	Effets des substances sur la santé humaine			Comportement dans l'environnement		
		Effets systémiques pour une exposition chronique	Effets cancérogènes	Effets sur la reproduction et le développement / Effets genotoxiques et mutagènes	Bio-dégradation	Bio-accumulation	Source
<b>Monoxyde de carbone</b> <b>630-08-0</b>	Inhalation	Les signes d'appel sont le plus souvent banals et proches de ceux d'une intoxication subaigüe débutante : céphalée, vertiges et asthénie, parfois associés à des troubles digestifs	/	Foetotoxique, augmentation de la mortalité néo-natale	/	Après arrêt de l'exposition, la concentration en carboxyhémoglobine décline chez l'homme avec une demi-vie de 3 à 5h	FT INRS 47-2009
<b>Oxydes d'azote</b> <b>128-62-1</b>	Inhalation	A forte concentration, le dioxyde d'azote est un gaz toxique et irritant pour les yeux et les voies respiratoires. Les effets chroniques spécifiques de ce polluant sont difficiles à mettre en évidence du fait de la présence dans l'air d'autres polluants avec lesquels il est corrélé. Le dioxyde d'azote est un gaz irritant pour les bronches. Chez les asthmatiques, il augmente la fréquence et la gravité des crises. Chez l'enfant, il favorise les infections pulmonaires. Cependant, on estime aujourd'hui qu'il n'y a pas de risque cancérogène lié à l'exposition au dioxyde d'azote.	Le NO et NO2 n'ont pas été classés cancérogènes par l'UE, l'US-EPA et l'IARC ; le NO n'a pas été étudié par l'UE	Le NO n'a pas été étudié par l'UE et le NO2 n'est pas classé reprotoxique	/	Aucune mesure expérimentale permettant de déterminer les facteurs de bioconcentration ou de bioaccumulation des oxydes d'azote n'a pu être trouvée dans la littérature. Lorsque les oxydes d'azote pénètrent dans les tissus des végétaux, ils sont rapidement métabolisés et ne s'accumulent pas.	INERIS-DRC-11-117259-10320A Version n°2 – Septembre 2011
<b>Poussières</b>	Inhalation	Irritation des voies respiratoires	Selon la nature des poussières		/	/	/
<b>Dioxyde de soufre</b> <b>7446-09-5</b>	Inhalation	Chez l'homme, des études épidémiologiques ont montré que l'exposition chronique ou dioxyde de soufre induisait principalement des troubles respiratoires et à moindre degré des troubles cardiaques et hématologiques. Ces études sont toutefois limitées car il est difficile de séparer l'effet du dioxyde de soufre de celui des particules soufrées. Le dioxyde de soufre agirait en synergie avec les particules soufrées	CIRC – ARC : groupe 3 : ne peut être classé pour son cancérogénicité pour l'homme (1992).	Non classé (JOCE, 2001)	Les processus abiotiques de dégradation et de transformation physicochimiques du SO <sub>2</sub> sont suffisamment rapides pour rendre l'étude de la biodégradation peu pertinente vis-à-vis de sa persistance dans l'environnement	En phase aqueuse, la vitesse de transformation physicochimique du SO <sub>2</sub> rend les processus de bioaccumulation marginaux chez organisme aquatiques.  Le dioxyde de soufre est présent dans le vin (utilisé pour la vinification) et naturellement dans des aliments tels que l'ail et les oignons (Mazza, 2001)  D'autre part, la littérature montre que le dioxyde de soufre sous forme gazeuse est absorbé par les feuilles des plantes. Ce processus participe activement à l'élimination du SO <sub>2</sub> atmosphérique.	INERIS DRC-11-117259-10352A Version n°2 – Septembre 2011



### 9.3. Schéma conceptuel

Un risque est défini par :

- Une source de contamination ;
- Un vecteur de transfert de la contamination ;
- Un milieu d'exposition ;
- Une cible.

Si l'un de ces éléments n'existe pas, alors aucun risque n'est caractérisable.

L'évaluation porte sur les risques pour les populations humaines, exposées de manière chronique aux émissions atmosphériques du site.

L'exposition des cibles peut être directe pour ce qui concerne l'inhalation de contaminants issus des émissions atmosphériques du site et présents dans l'air. L'exposition peut également être indirecte via les sols superficiels non recouverts sur lesquels se sont déposés les contaminants particuliers issus des émissions du site.

Les émissions du site ne montrent cependant pas de rejets particuliers susceptibles de générer un risque sanitaire par ingestion. La voie d'exposition retenue dans cette étude est donc exclusivement l'inhalation pour l'ensemble des polluants traceurs.

Le schéma conceptuel suivant présente la voie d'exposition retenue pour les émissions du Datacenter.

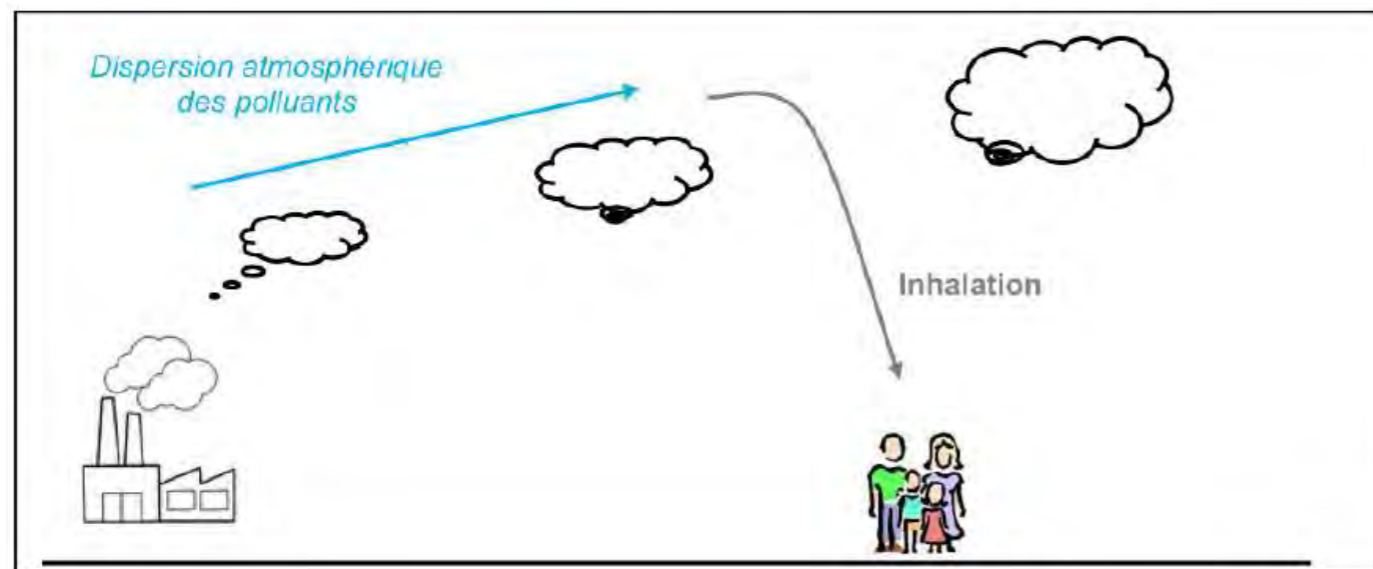


Figure 19 : Schéma conceptuel de la voie d'exposition par inhalation du Datacenter

## 10. Evaluation de l'état des milieux

### 10.1. Mesures in-situ

Un projet porté par le Grand Port Maritime de Marseille et situé non loin du projet de Datacenter a induit la réalisation de mesures de la qualité de l'air dans le secteur.

Les mesures ont été réalisées sur la période du 20/07/2022 au 17/08/2022 et du 12/01/2023 au 13/02/2023 et se sont attachées à mesurer le dioxyde d'azote et les particules fines PM10.

La carte ci-après présente les mesures réalisées dans le secteur du projet de Datacenter.



Figure 20 : Points de mesures réalisées dans le cadre d'un projet porté par le GPMM

Les cartes suivantes présentent les résultats des mesures, en moyenne annuelle (moyenne des deux campagnes en période chaude et en période froide).

Les concentrations moyennes annuelles les plus élevées en dioxyde d'azote sont mesurées sur les sites urbains trafic. L'étude de la répartition spatiale des concentrations moyennes annuelles en NO<sub>2</sub> met en évidence que les concentrations annuelles sont globalement élevées, y compris en site de fond. Les concentrations les plus élevées dépassant la valeur seuil réglementaire sont localisées à proximité des axes routiers les plus fréquentés, à savoir :

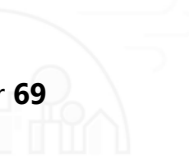
- Chemin du littoral ;
- Chemin du Ruisseau Mirabeau ;
- Autoroute A55 ;
- Voie interne du port ;

Les concentrations moyennes annuelles en PM10 sont inférieures à la valeur seuil réglementaire annuelle (40 µg/m<sup>3</sup>). Toutefois celles-ci sont supérieures à l'objectif de qualité annuel (30 µg/m<sup>3</sup>) et au seuil de recommandation annuel de l'OMS (15 µg/m<sup>3</sup>).



Figure 22 : Concentrations en PM10 mesurées à proximité de la zone d'étude – Source : GPMM

Figure 21 : Concentrations en dioxyde d'azote mesurées à proximité de la zone d'étude – Source : GPMM



## 10.2. Conclusion sur la dégradation des milieux

Le secteur d'étude présente donc une pollution de fond fortement marquée par le trafic.

Les concentrations en NO<sub>x</sub>, PM10 et PM2.5 dans l'air sont supérieures aux valeurs guides de l'OMS (2021) :

Composé	Concentration maximale modélisée (µg/m <sup>3</sup> )	Valeur guide de l'OMS (µg/m <sup>3</sup> )
<b>NO<sub>x</sub></b>	34,8	40
<b>PM10</b>	17,9	15
<b>PM2.5</b>	9,7	5

# 11. Modélisation de la dispersion atmosphérique

## 11.1. Outil de modélisation

Le modèle utilisé pour la réalisation de la modélisation de dispersion atmosphérique est le logiciel ARIA Impact v1.8.2.

ARIA Impact™ est un modèle de dispersion gaussien rectiligne, qui permet notamment d'élaborer des statistiques météorologiques et de déterminer l'impact des émissions rejetées par une ou plusieurs sources ponctuelles, linéiques ou surfaciques.

Le logiciel permet de simuler la dispersion à long terme des polluants atmosphériques (gazeux et particulaires) issus de tout type de sources émettrices et de calculer des concentrations et dépôts (secs et humides) exprimés en moyenne annuelle ou centiles. Il dispose d'un module de calcul pour les vents faibles et peut également prendre en compte le phénomène de blocage par la couche de mélange.

Le logiciel n'est pas limité en nombre de polluants, ni en nombre de sources. Plusieurs types de sources et de polluants peuvent être pris en compte en même temps dans une même modélisation.

Le diagramme ci-dessous schématise la méthodologie.

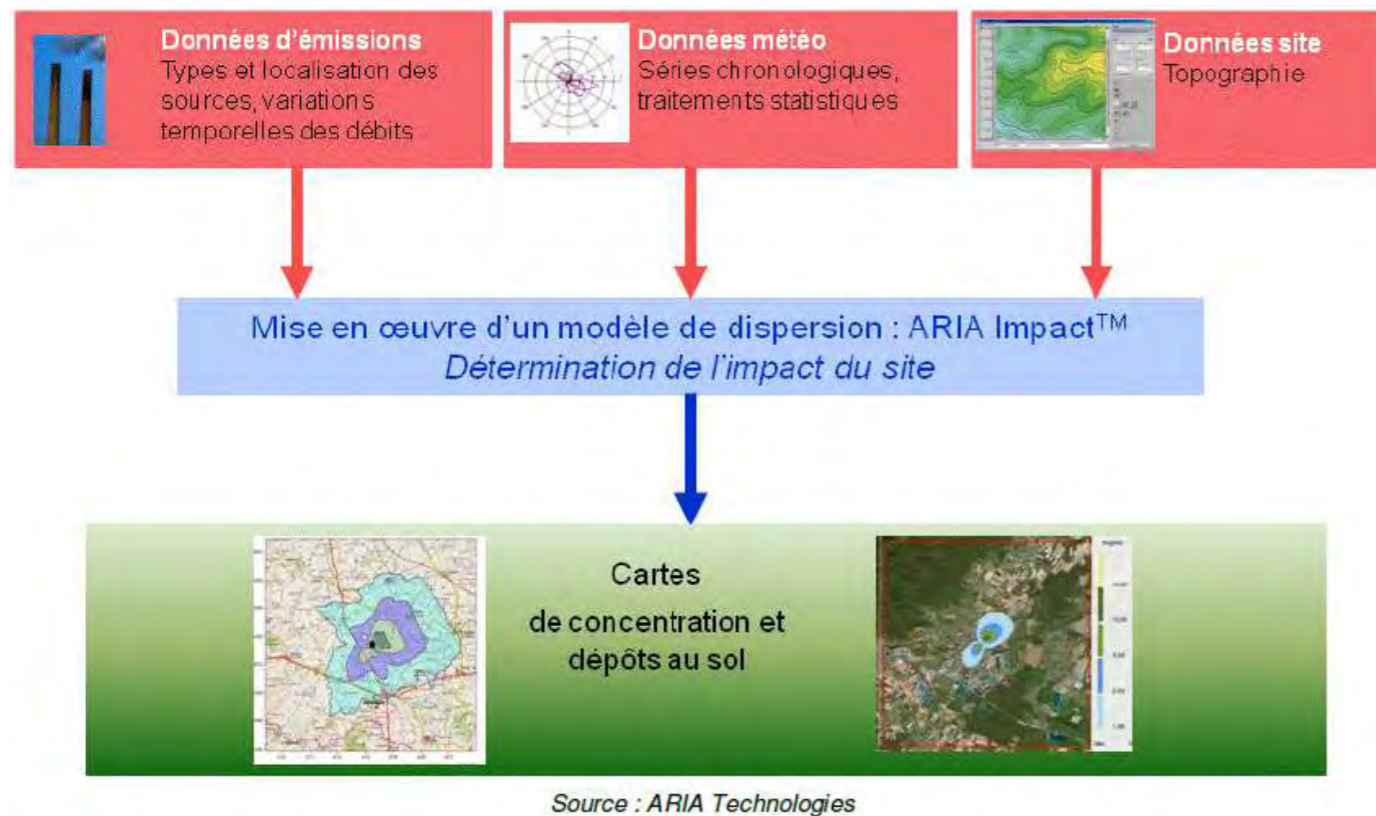


Figure 23 : Démarche générale de la modélisation de la dispersion atmosphérique

ARIA Impact™ permet de modéliser la dispersion de :

- de **polluants gazeux** (NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, ...) : dispersion passive pure sans vitesse de chute ;
- de **polluants particulaires** (PM<sub>10</sub>, métaux lourds, dioxines, ...) : dispersion passive et prise en compte des effets gravitaires en fonction de la granulométrie. Les poussières sont représentées sur un nombre arbitraire de classes de taille : si la granulométrie des émissions est connue, des calculs détaillés peuvent être effectués ;
- des **odeurs** : mélange de molécules odorantes dont la composition est inconnue, exprimée en unité d'odeur ;
- de **polluants radioactifs**.

Plusieurs types de sources et de polluants peuvent être pris en compte en même temps dans une même modélisation :

- des **sources ponctuelles** (cheminées, ...) ;
- des **sources diffuses ou volumiques** (carrière,...) ;
- des **sources linéiques** (trafic automobile).

Plusieurs types de calcul de modélisation sont possibles avec le logiciel ARIA Impact™ :

- **Calcul académique** : il s'agit de modéliser la dispersion des polluants atmosphériques pour une situation météorologique fixée par l'utilisateur (modélisation pour une vitesse de vent et une direction de vent données)
- **Calcul depuis une rose des vents** : il s'agit de modéliser la dispersion des polluants atmosphériques en prenant en compte les fréquences d'occurrence d'une rose des vents générale. Il est alors possible de calculer des moyennes annuelles, le centile 100 ou des fréquences de dépassement de seuil.
- **Calcul statistique** : il s'agit de modéliser la dispersion des polluants atmosphériques en prenant en compte une base complète de données météorologiques. Dans ce cas, un calcul académique est réalisé pour chaque échéance météorologique de la base de données puis des statistiques sont calculées en tenant compte de tous les calculs académiques associés à chaque situation météo de la base de données. Il est alors possible de calculer des moyennes annuelles, des centiles (98, 99,5, ...) ou des fréquences de dépassement de seuil.
  - Mode de calcul choisi pour l'étude

ARIA Impact™ permet de calculer les grandeurs suivantes :

- moyennes mensuelles et/ou annuelles de polluant autour du site, en concentrations et dépôts au sol ;
- fréquences de dépassement de seuils en moyennes journalières ou horaires ;

- centiles 98, 99,8, 100 ou autres valeurs de centiles sur une base de calcul prédéfinie (horaire, journalière, 8 heures, ...).

A noter qu'ARIA Impact™ répond aux prescriptions de l'INERIS pour la modélisation de la dispersion de la pollution atmosphérique des rejets des installations industrielles (cf. Annexe 2 du Guide méthodologique INERIS : « Evaluation de l'état des milieux et des risques sanitaires - Démarche intégrée pour la gestion des émissions des substances chimiques par les installations classées » publié par l'INERIS en août 2013).

## 11.2. Paramètres de la modélisation

Les hypothèses de calcul suivantes ont été prises en compte :

- Une prise en compte simplifiée de la topographie ;
- Un modèle de dispersion selon les écart-types de Pasquill (modèle standard adapté pour sites urbains) ;
- Une surélévation du panache due à la vitesse d'éjection et à la température des fumées suivant la formule de Holland ;
- Une maille de calcul de 50 mètres
- Les sources et émissions présentées précédemment

### 11.2.1. Domaine d'étude

Le domaine d'étude retenu est un carré de 6km sur 6 km centré sur le projet. Il intègre le rayon de 3km autour des limites du site.

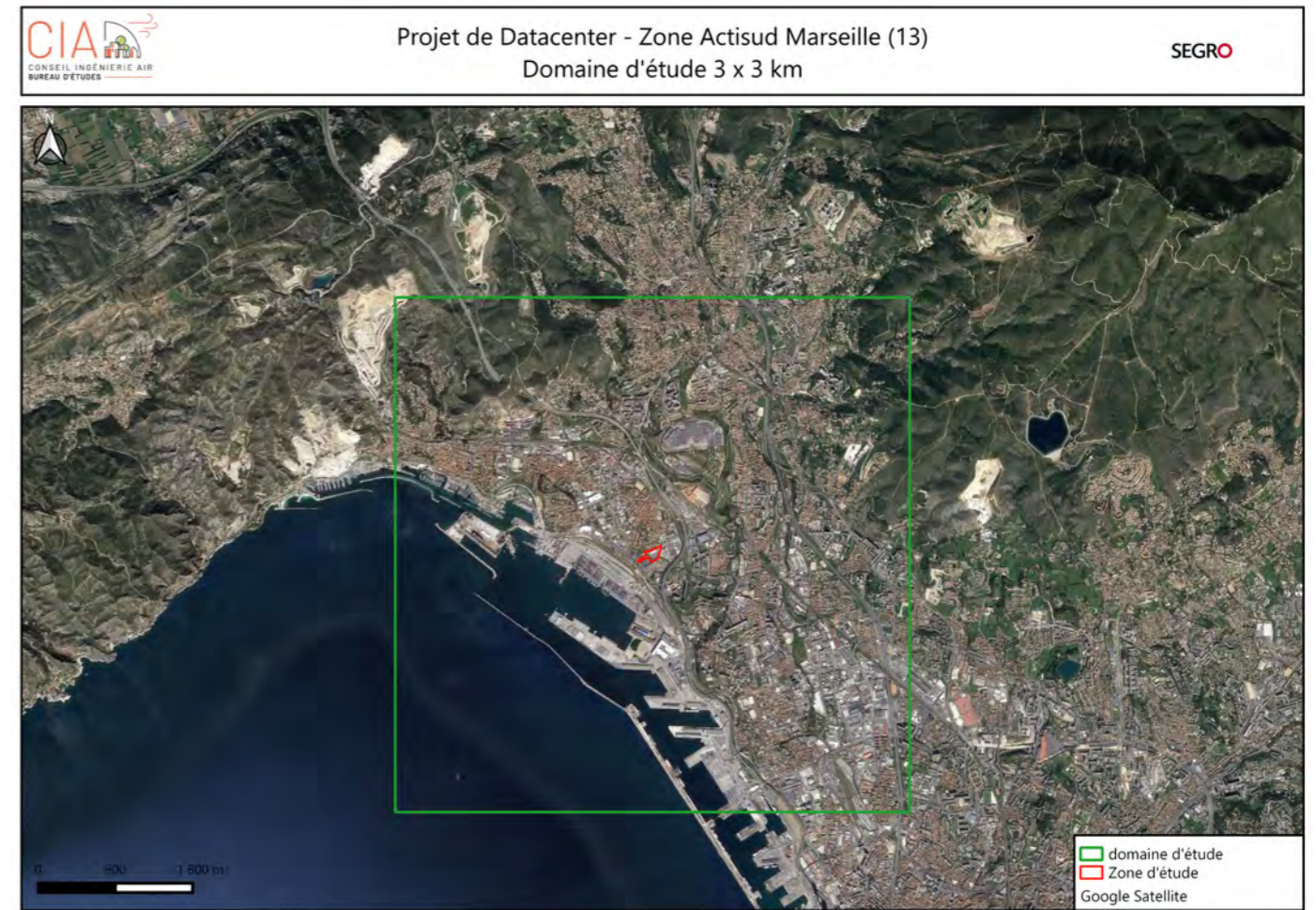


Figure 24 : Domaine d'étude

### 11.2.2. Données météorologiques

#### Station météorologique

Les données utilisées pour la modélisation proviennent d'une extrapolation AROME de météo France sur un site situé à proximité de la zone d'étude à savoir le stade Consolat (coordonnées : 43.35 ; 5.35). Elles couvrent la période du 1<sup>er</sup> janvier 2021 au 31 décembre 2021. Les données récupérées l'ont été à un pas de temps horaire.

Tableau 18 : Station météo et données récoltées

Station météorologique	Données récoltées
Source de données : Simulation – AROME – Source Météo France	Température de l'air
Coordonnées d'extraction : 43.35 ; 5.35	Direction du vent
	Vitesse du vent
	Nébulosité

**Rose des vents**

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

La comparaison entre la rose des vents pour l'année 2021 utilisée dans le modèle (a) et celle pour la période 1991-2010 de Marignane (b), indique que la période choisie pour la modélisation est représentative du comportement général des vents dans le secteur sur les dernières années.

Les vents dominants sur le secteur du projet sont caractérisés par leur orientation : prédominance des vents du Nord-Ouest et du Sud-Est.

Tableau 19 : Fréquence d'apparition de chaque classe de vitesse de vent

Classe de vitesse (m/s)	Calmes	1	2	3-6	7-12	≥13
<b>Borne d'intervalle</b>	[0 ; 0,9]	[0,9 ; 1,5]	[1,5 ; 2,5]	[2,5 ; 6,5]	[6,5 ; 12,5]	[12,5 ; ∞]
<b>Fréquence (%)</b>	7,2%	9,6 %	21 %	52,4%	9,8 %	0,04 %

Sur la période retenue pour cette étude (du 01/01/2021 au 31/12/2021), les principaux résultats de cette analyse sont les suivants :

- La rose des vents montre une direction dominante : vents du Nord-Ouest (34% des vents mesurés ont une direction comprise entre 320° et 360°) ;
- Les vents les plus fréquents sont les vents de vitesse compris entre 1,5 m/s et 4,5 m/s, soit respectivement 5,4 km/h et 16,2 km/h, ils représentent près de 52,4% des vents) ;
- Les vents faibles (de vitesse inférieure ou égale à 2,5 m/s) représentent 37,8 % des observations, dont 7% de vents calmes (vents inférieurs à 0,9 m/s) qui sont les plus pénalisants pour la dispersion des polluants ;
- Les vents forts (de vitesse supérieure à 6,5 m/s) sont moins fréquents et représentent 9,8% des observations

**Température**

La température de l'air est en moyenne de 13,4 °C en 2021 (contre une moyenne annuelle de 15,9 °C sur 1991-2010).

Le tableau ci-dessous compare les températures moyennes mensuelles simulées de l'année 2021 (année choisie pour l'étude) et de la période 1991-2010 sur la station de Marignane. La période choisie pour la modélisation est ainsi représentative de la température de l'air dans le secteur sur les dernières années.

Tableau 20 : Températures moyennes mensuelles relevées sur la station simulée en 2021 et à Marignane 1991-2010

Température moyenne (°C)	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
	7,3	11,5	11,2	12,9	16,9	23,9
<b>Marignane 1991-2010</b>	7,7	8,3	11,4	14,3	18,4	22,5
Température moyenne (°C)	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
<b>Station simulée</b>	25,1	24,1	22,5	16,8	11,5	9,1

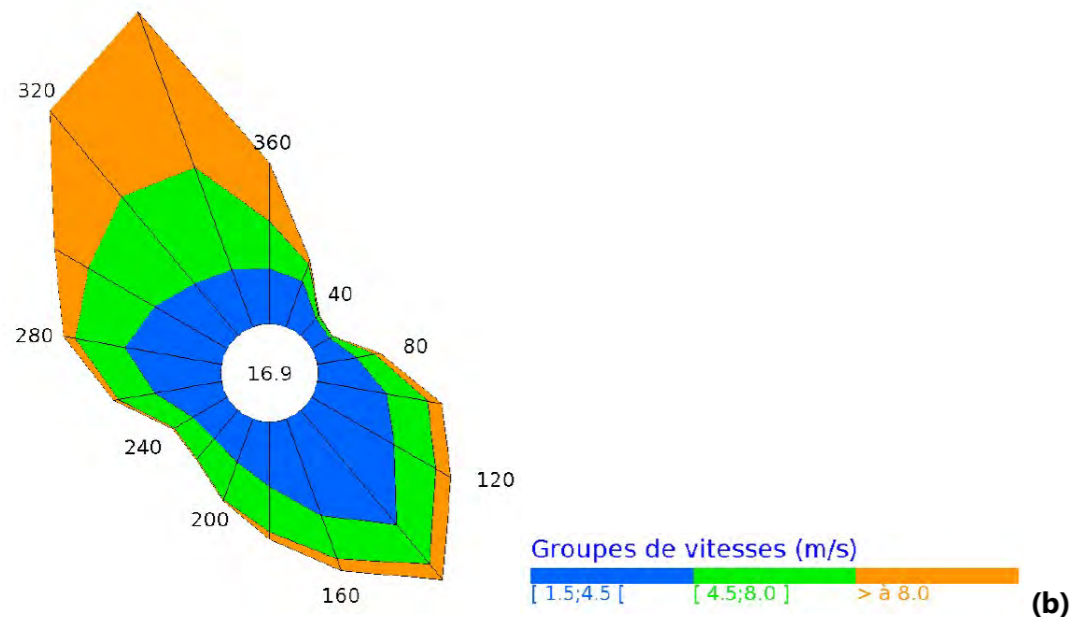
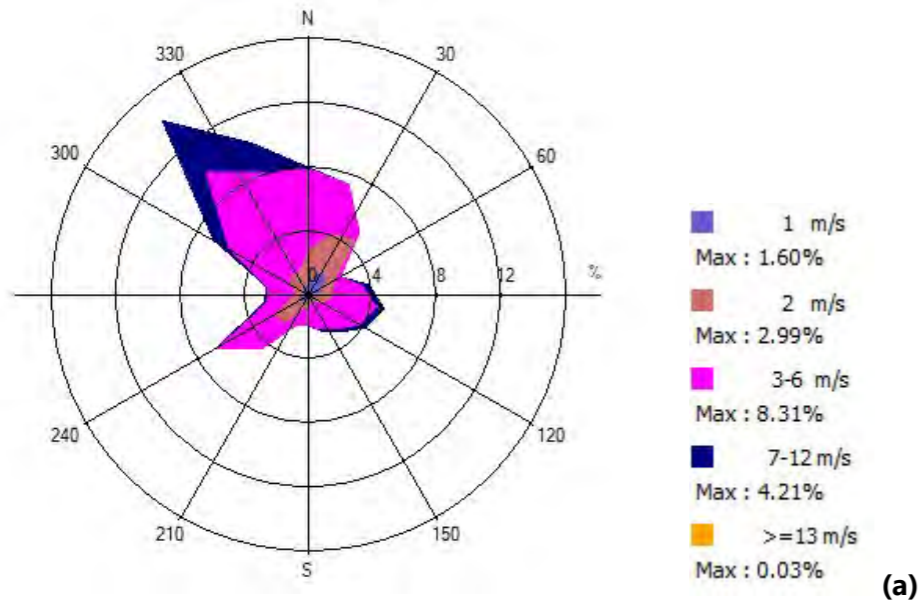


Figure 25 : Rose des vents – Station simulée proche du projet (a) 2021 – station météorologique Marignane (b) 1991-2010

<b>Marignane 1991-2010</b>	25,2	24,9	20,9	17	11,7	8,4
----------------------------	------	------	------	----	------	-----

### **Influence des paramètres météorologiques pour la diffusion des polluants**

D'une manière générale, la dispersion atmosphérique des polluants est conditionnée par différents paramètres<sup>12</sup>.

#### Conditions pour une forte diffusion importante des polluants dans l'atmosphère

- Vitesse du vent élevée (bon transport horizontal) ;
- Hauteur de mélange élevée (large volume d'air de dilution) ;
- Instabilité de l'air (bonne diffusion verticale) correspondant aux classe A, B, C et D de Pasquill ;
- Absence de précipitations.

#### Conditions pour une faible diffusion des polluants dans l'atmosphère

- Vitesse du vent faible ;
- Hauteur de mélange basse ;
- Forte stabilité de l'air (condition d'inversion) correspondant aux classe E et F de Pasquill ;
- Précipitations.

### **11.2.3. Formulation des écarts-types**

La formulation de l'écart-type prise en compte dans le modèle de calcul traduit le degré de turbulence causée par le passage des vents à travers les structures de surface au sol.

La turbulence de surface dépend de la saison et de la typologie du paysage. Par exemple, il est plus élevé dans les zones urbaines que dans les zones rurales en raison de la présence de bâtiments de plus grande taille. Dans les zones urbaines, les dépôts de poussières ont tendance à se former à une distance plus courte que dans les zones rurales.

Le logiciel de modélisation ARIA Impact™ utilise différentes formulations de l'écart-type. L'**écart-type de Briggs** a été considéré dans l'étude (site en zone urbaine).

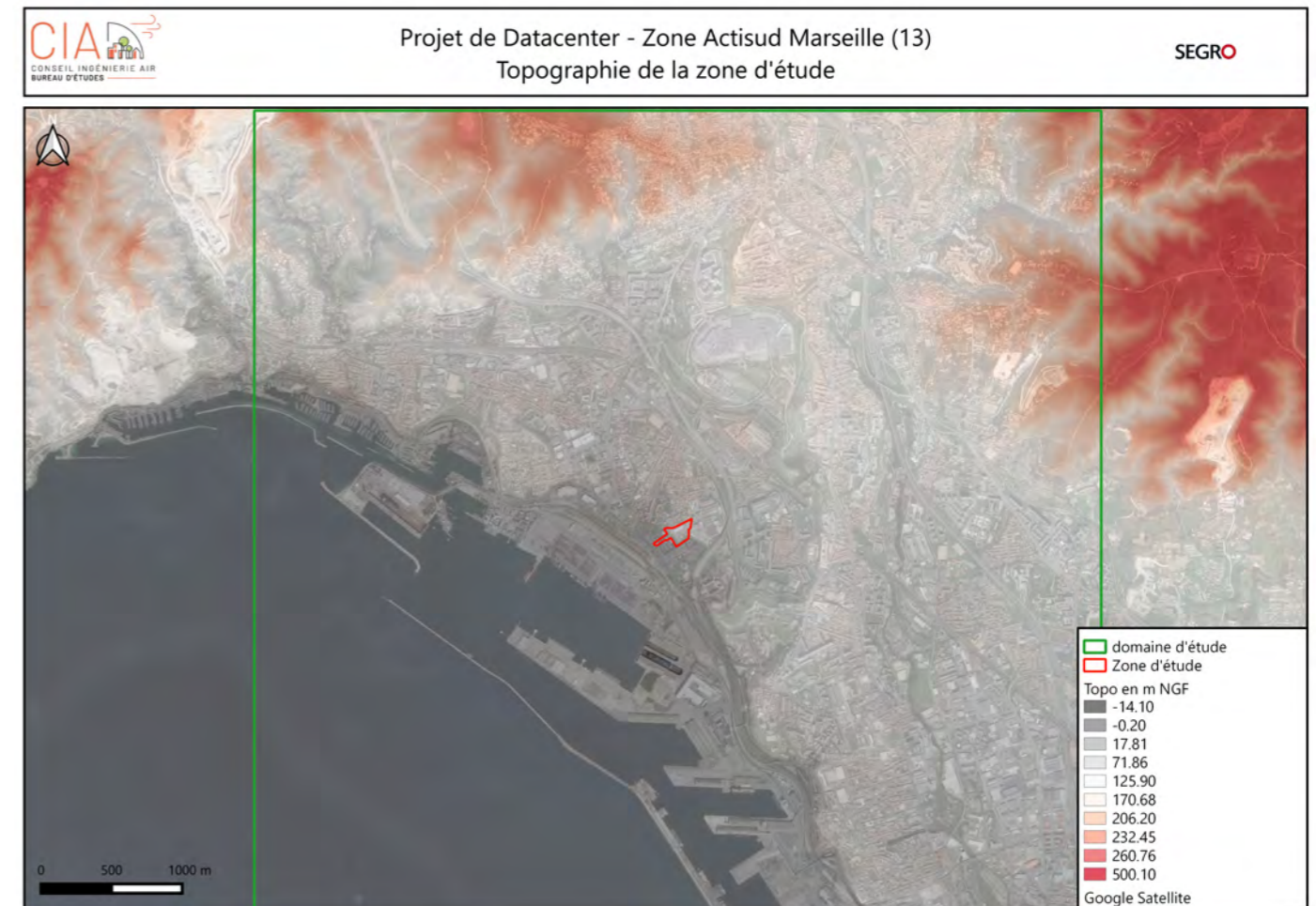
### **11.2.4. Topographie**

**La topographie influe sur les caractéristiques de l'air et donc sur la dispersion atmosphérique des polluants.**

Les données altimétriques utilisées sont issues du fichier numérique RGE ALTI de l'IGN. RGE ALTI constitue un modèle numérique de terrain MNT au pas de 5 m sur la France entière.

<sup>12</sup> B.P.A. GRAND JEAN – Pollution atmosphérique et traitements des émissions – Département de génie chimique – Université Laval (Québec)

Le domaine à l'étude présente des altitudes variant de 0 à 265 m NGF. Le site du projet est localisé à une altitude comprise entre 5 et 20 m NGF.



### 11.2.5. Caractéristiques des sources d'émission

20 sources de rejets atmosphériques, correspondant aux cheminées des groupes électrogènes, ont été retenues. Il s'agit de sources canalisées.

Les principales caractéristiques des rejets (données fournies par le client sont synthétisées dans le tableau suivant.

Tableau 21 : Caractéristiques des rejets

Désignation	Référence	Direction	Hauteur (m)	Géométrie	Diamètre de sortie (m)	Débit (m <sup>3</sup> /h)	Vitesse (m/s)	T°C gaz (°C)
<b>Groupes électrogènes (20 sources de rejet)</b>	S1 à S20	Vertical libre	28,5	Circulaire	0,5	28 210	39	440

Le temps de fonctionnement de ces installations est de 43,2h/an par groupe électrogène. Il intègre les maintenances mensuelles (4h/mois pour 18 groupes électrogènes, soit 864h de fonctionnement annuel).

Ces temps de fonctionnement annuels sont extrêmement faibles.

Les polluants émis correspondent aux composés usuels présents dans les fumées de combustion :

- Oxydes d'azote (NOx) ;
- Monoxyde de carbone (CO)
- Hydrocarbures (HC) ;
- Poussières (PM10 et PM2.5).

Les concentrations et flux de polluants dans les rejets (données fournies par le client) sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 22 : Concentrations et flux en polluants

Polluants	Débit de rejet (m <sup>3</sup> /h)	Flux en sortie des cheminées (kg/h)	Flux massiques horaire en simultané (kg/h)
<b>NOx</b>	28 210	3,24	58,32
<b>CO</b>		0,15-0,30	2,7-5,4
<b>HC</b>		0,30-0,60	5,4-10,8
<b>Poussières</b>		0,01-0,02	0,18-0,36

Nota : Les concentrations en PM10 et PM2.5 sont chacune prises égale à la concentration totale en poussières (cas majorant). Les flux de polluants sont calculés à partir des concentrations dans les rejets et du débit de rejet.

### 11.2.6. Récepteurs

Les récepteurs sont les points dans le modèle pour lesquels les concentrations dans l'air sont calculées.

Une grille réceptrice d'une étendue de 3km autour du site du projet est utilisée pour couvrir le domaine d'étude et évaluer les impacts. La distance entre chaque point récepteur a été fixée à 50 m. Les concentrations sont donc calculées en environ 14 600 points formant un maillage régulier réparti sur le périmètre autour du site.

Pour rendre compte plus particulièrement de l'impact au niveau des récepteurs autour du site du projet, plusieurs récepteurs particuliers (discrets) ont été ajoutés au modèle, couvrant les différents usages :

- Habitations
- Jardins
- Terrain de sport
- Ecole

Ces récepteurs sont localisés sur la figure suivante.

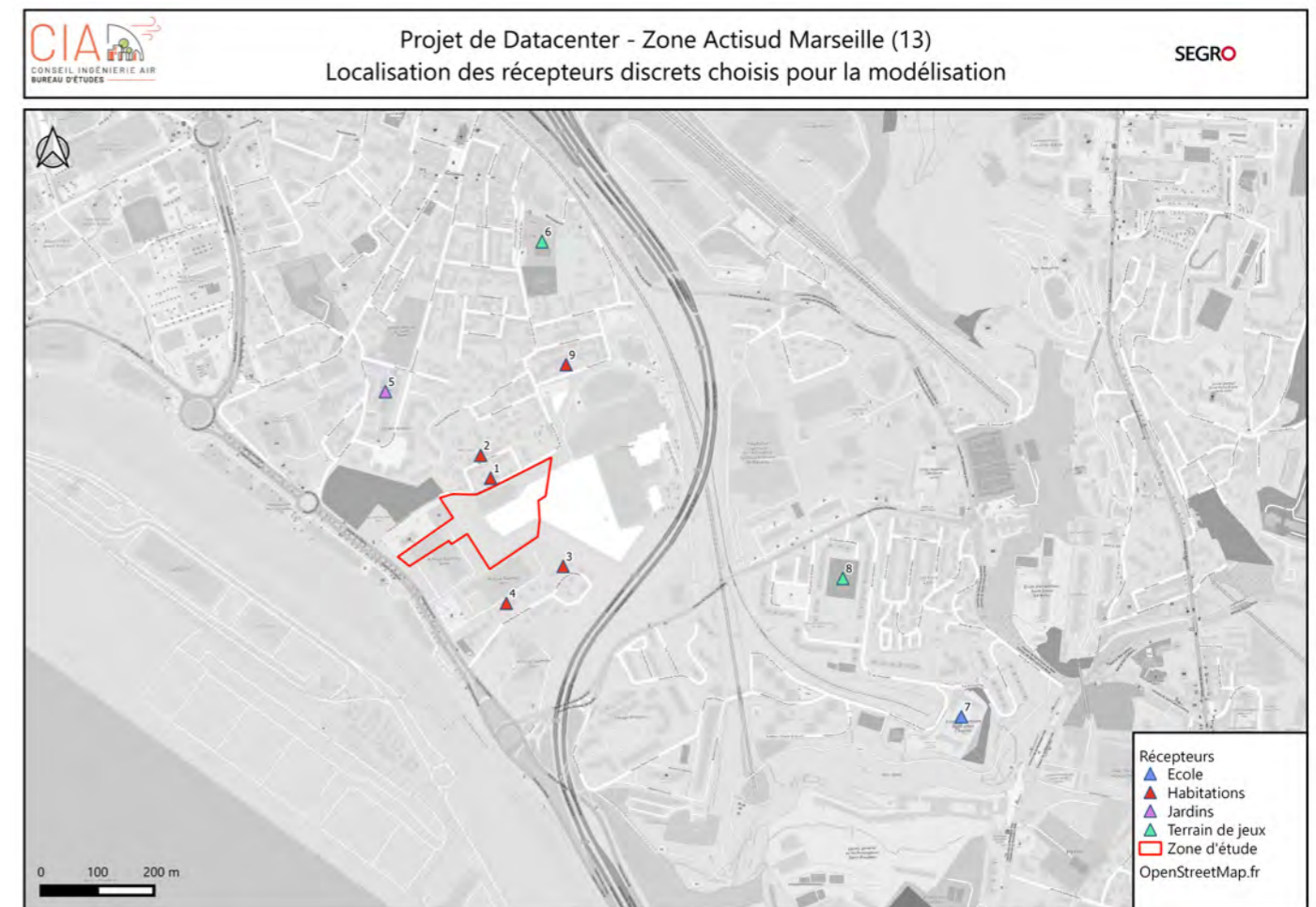
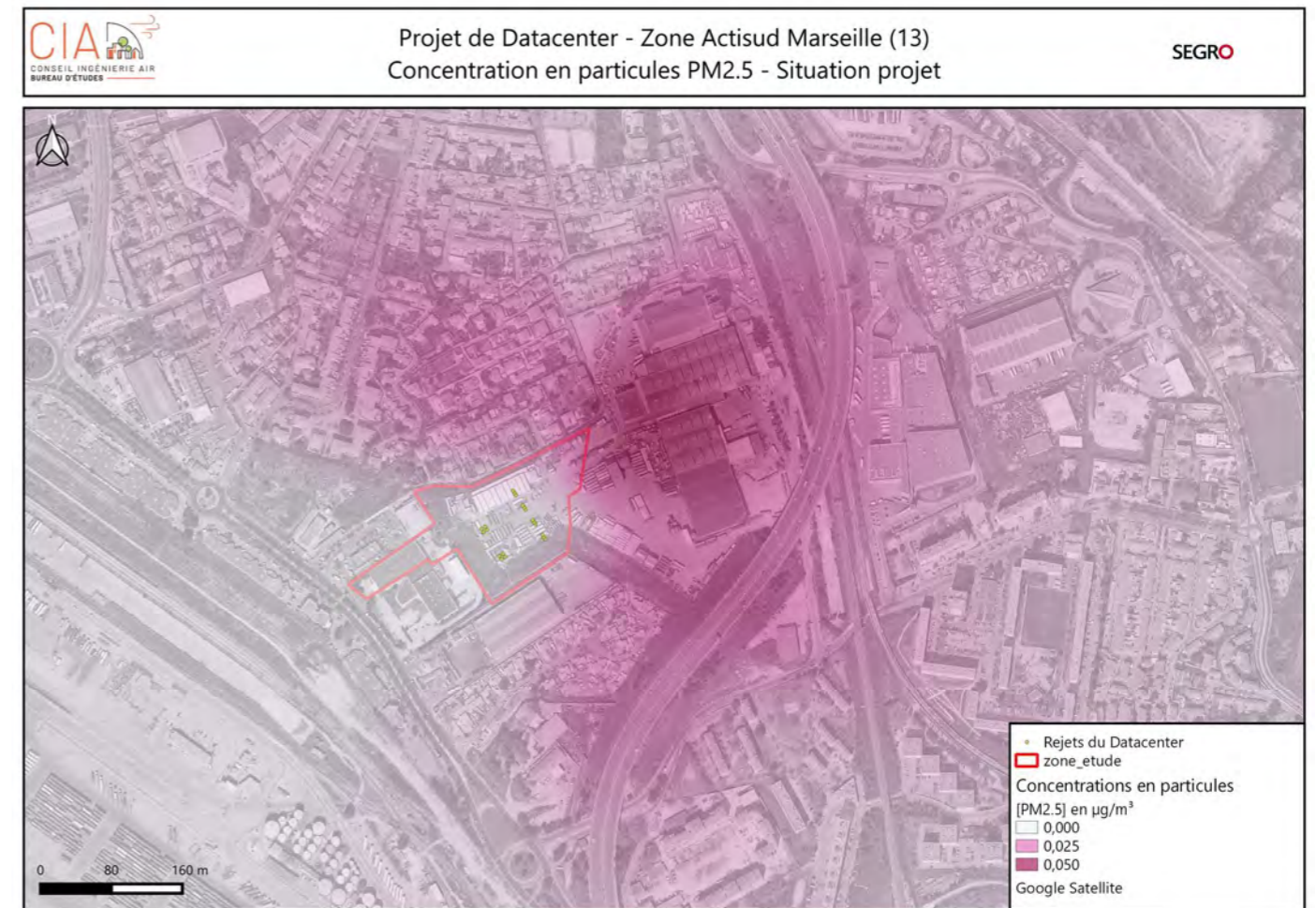
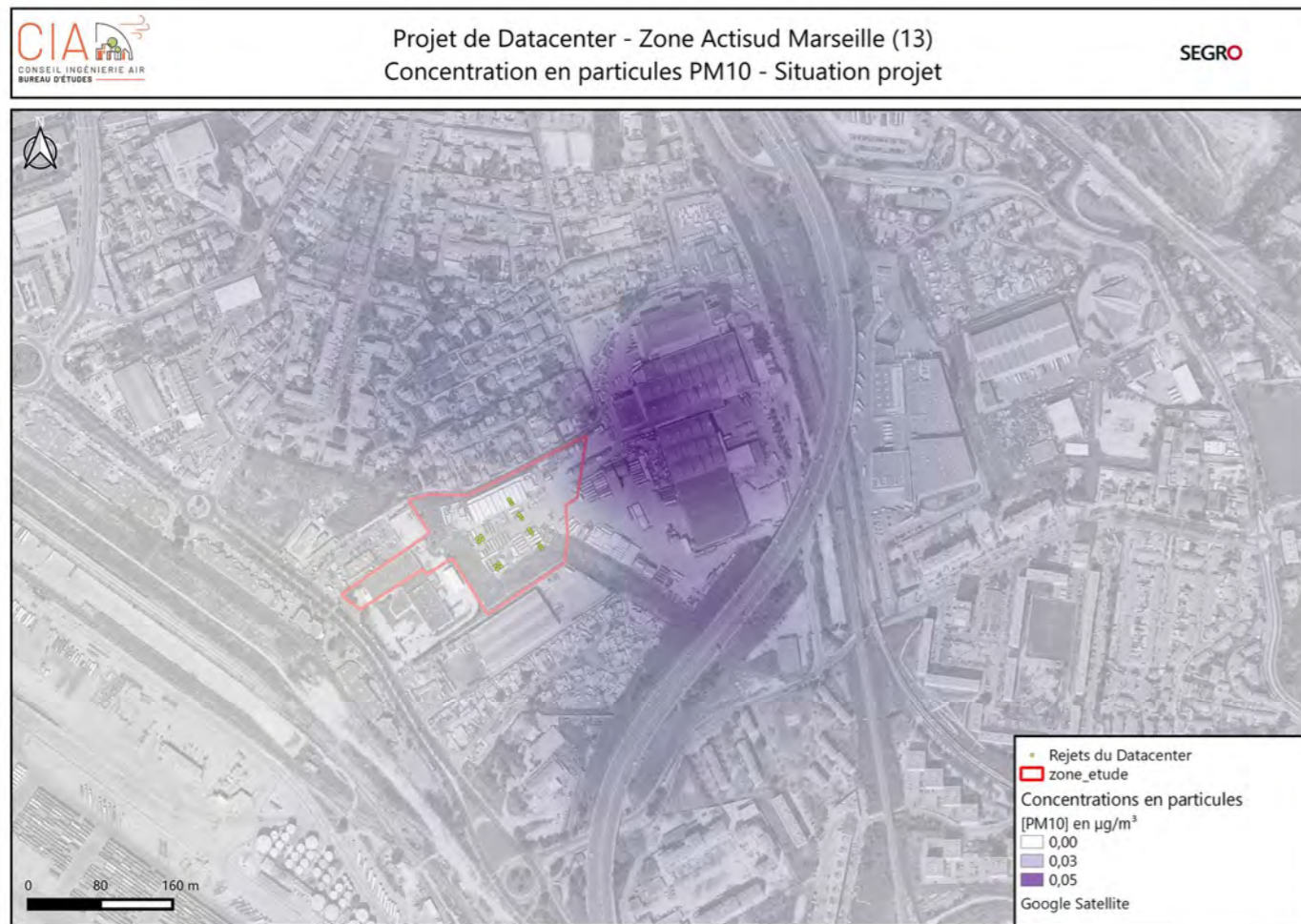


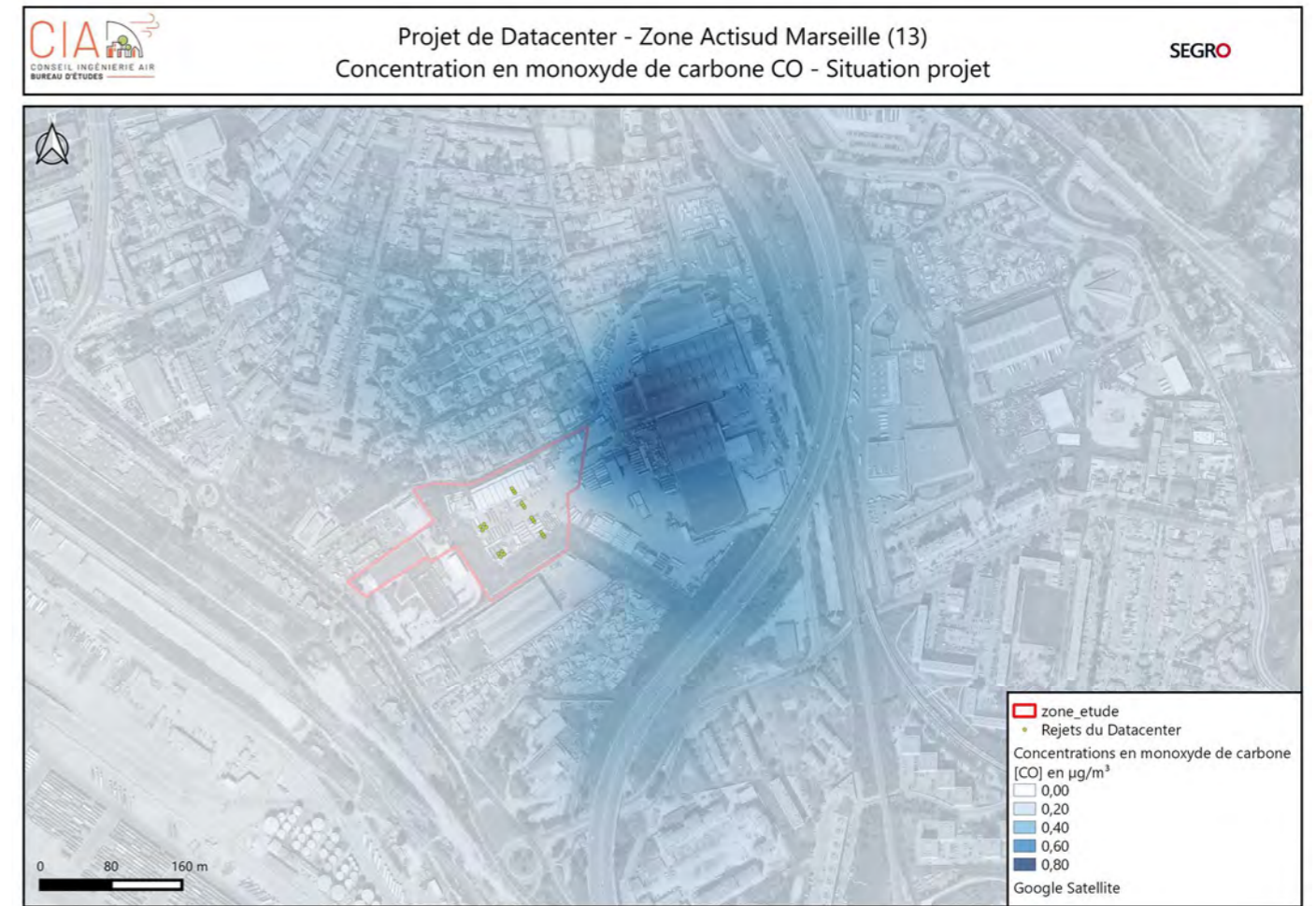
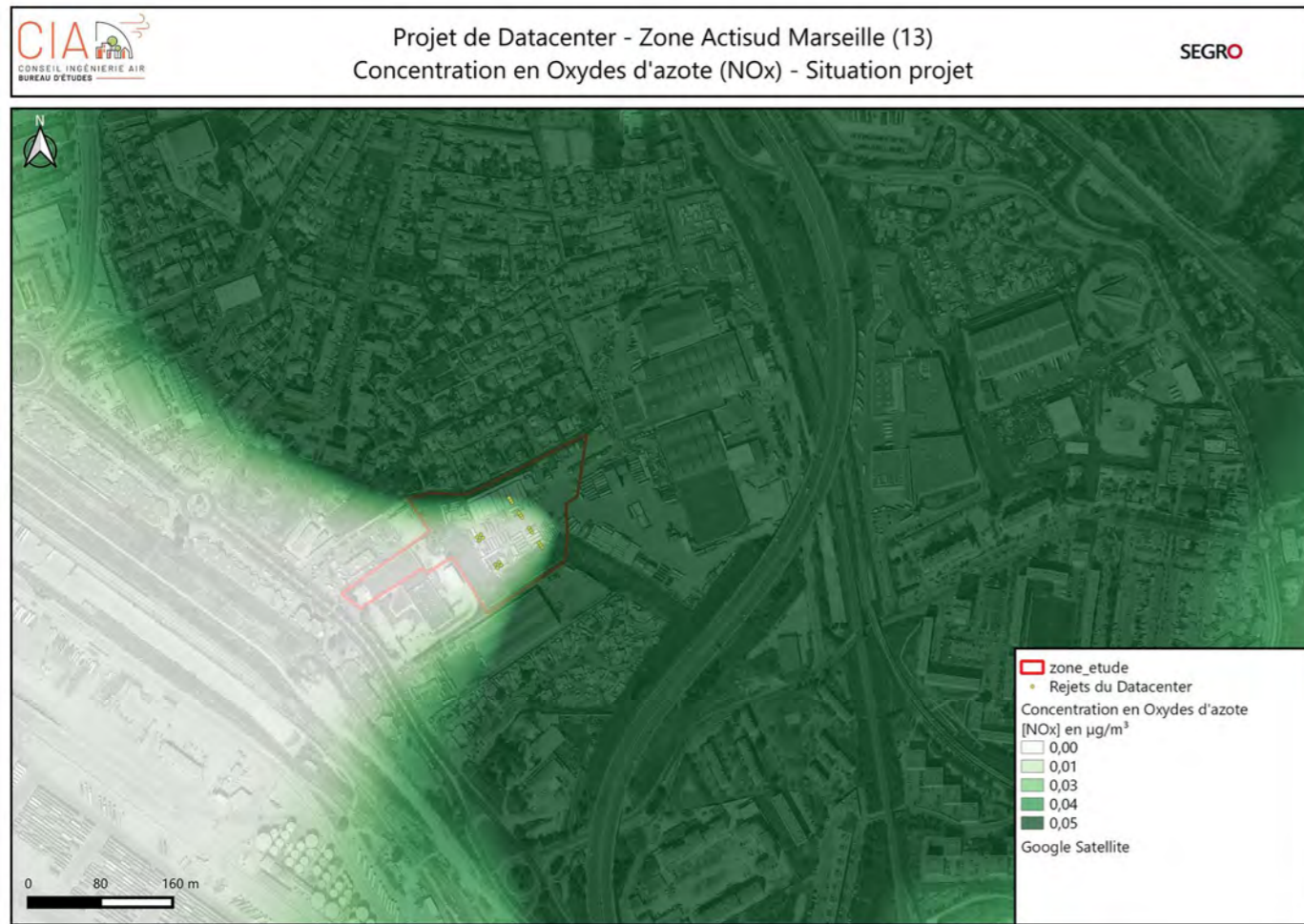
Figure 27 : Localisation des récepteurs discrets choisis pour la modélisation



## 11.3. Résultats de la modélisation

### 11.3.1. Cartographie des résultats





Pour chacune des cartes présentées ci-avant, on constate que les concentrations varient extrêmement peu et que par conséquent, le mode de fonctionnement des groupes électrogènes en mode normal ne sera pas à l'origine d'une pollution notable.

On peut conclure que le mode de fonctionnement normal des groupes électrogènes influence au maximum la concentration moyenne annuelle de :

- 0,05µg/m<sup>3</sup> pour les PM10 et PM2.5 ;
- 0,43 µg/m<sup>3</sup> pour les NOx
- 0,71 µg/m<sup>3</sup> pour le CO.

L'influence pour chacun de ces polluants est de moins de 1µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle, ce qui n'est donc pas significatif.

### 11.3.2. Résultats aux droit des récepteurs

La modélisation a permis de déterminer les concentrations moyennes annuelles dans l'air, pour chaque composé émis et pour tous les récepteurs. La valeur maximale modélisée sur le domaine d'étude a également été indiquée.

Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 23 : Concentrations moyennes annuelle dans l'air au niveau des récepteurs pour les composés émis ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Concentrations moyennes annuelles dans l'air ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	1	2	3	4	5	6	7	8	9	MAX
PM10	$1,24 \cdot 10^{-2}$	$2,35 \cdot 10^{-2}$	$2,15 \cdot 10^{-2}$	$6,50 \cdot 10^{-3}$	$1,54 \cdot 10^{-2}$	$3,94 \cdot 10^{-3}$	$3,98 \cdot 10^{-3}$	$6,78 \cdot 10^{-3}$	$9,90 \cdot 10^{-3}$	$4,81 \cdot 10^{-2}$
PM2.5	$1,22 \cdot 10^{-2}$	$2,32 \cdot 10^{-2}$	$2,12 \cdot 10^{-2}$	$6,34 \cdot 10^{-3}$	$1,52 \cdot 10^{-2}$	$3,93 \cdot 10^{-3}$	$3,99 \cdot 10^{-3}$	$6,77 \cdot 10^{-3}$	$9,84 \cdot 10^{-3}$	$4,74 \cdot 10^{-2}$
NOx	0,11	0,21	0,19	0,06	0,14	0,04	0,04	0,06	0,09	0,43
SO2	$1,63 \cdot 10^{-3}$	$3,1 \cdot 10^{-3}$	$2,7 \cdot 10^{-3}$	$8,4 \cdot 10^{-4}$	$2,0 \cdot 10^{-3}$	$5,3 \cdot 10^{-4}$	$5,2 \cdot 10^{-4}$	$9,0 \cdot 10^{-4}$	$1,3 \cdot 10^{-3}$	$6,3 \cdot 10^{-3}$
CO	0,18	0,35	0,30	0,09	0,23	0,06	0,06	0,10	0,15	0,71

### 11.3.3. Quantification des expositions

Dans cette phase, il s'agit de quantifier les doses de substances auxquelles sont exposés les enjeux. Les enjeux sélectionnés au vu des résultats de la modélisation de la dispersion atmosphérique sont, selon une approche majorante, des riverains, adultes et enfants, résidant au niveau de l'habitation la plus exposée. Il sera ainsi retenu, pour chaque substance modélisée, la concentration maximale pour chaque récepteur (dernière colonne du tableau ci-dessus).

Pour la voie respiratoire, la dose journalière d'exposition s'exprime par la concentration moyenne inhalée, CI, par jour :

$$CI (\text{mg}/\text{m}^3) = \sum_i (C_i \cdot t_i) \cdot \frac{F \cdot D_{\text{exp}}}{D_{\text{moy}}}$$

Avec  $C_i$  : concentration en polluants dans l'air inhalé pendant la fraction de temps  $t_i$  ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )

$t_i$  : fraction de temps exposé à la concentration  $C_i$  pendant une journée (sans unité)

F : fréquence d'exposition (jour/an)

$D_{\text{exp}}$  : durée d'exposition (unité : an)

$D_{\text{moy}}$  : durée sur laquelle l'exposition est moyennée (unité : jours) ; il s'agit de  $D_{\text{exp}}$  pour le calcul de la dose d'exposition pour un effet à seuil et de  $D_{\text{vie}} = 70$  ans pour un effet sans seuil (unité : jours)

Les paramètres d'exposition utilisés sont les suivants :

- **F** : la fréquence d'exposition choisie est de 365 jours et 24h/24, ce qui correspond à une hypothèse très sécuritaire pour chacun des récepteurs retenus donc  $F=1$
- **Dexp** : 30 ans pour les adultes, 6 ans pour les enfants,
- **Dmoy** : pour les effets non cancérogènes (cas de l'ensemble des polluants générés par le datacenter),  $D_{\text{moy}} = 70$  ans.

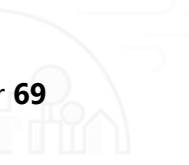
L'équation générale permet de définir les concentrations inhalées des différents polluants émis par l'installation.

Les concentrations moyennes en polluants dans l'air  $C_i$  et les concentrations inhalées CI obtenues pour les cibles sélectionnées sont présentées dans le tableau ci-après.

Tableau 24 : Résultats des concentrations moyennes inhalées

Polluants	Concentrations de polluant modélisée $C_i$ en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Concentration moyenne de polluants inhalée $C_i$ en $\mu\text{g}/\text{m}^3$				
	Concentration maximale	Effets Toxiques à seuil		Effets cancérogènes (sans seuil)		
		Adulte	Enfant	Adulte	Enfant	Vie entière
PM10	4,810E-02	2,061E-02	4,123E-03	Sans objet. Aucun des polluants rejetés ne correspond à une substance à effet cancérogène (sans seuil)		
PM2,5	4,740E-02	2,031E-02	4,063E-03			
NOx	4,300E-01	1,843E-01	3,686E-02			
SO2	6,300E-03	2,700E-03	5,400E-04			
CO	7,100E-01	3,043E-01	6,086E-02			

À noter qu'une concentration maximale inhalée est présentée pour les poussières PM10 et PM2,5, le CO, les NOx, et le SO2 mais qu'il n'existe pas à ce jour de valeur toxicologique par inhalation pour ces substances. Par conséquent, aucune caractérisation du risque ne sera réalisée dans la suite de l'étude.



## 11.4. Comparaison aux valeurs guides

Les concentrations en NOx, PM10 et PM2.5 dans l'air sont inférieures aux valeurs guides de l'OMS (2021).

Tableau 25 : Comparaison des concentrations dans l'air dues aux rejets des cheminées avec les valeurs guides de l'OMS

Composé	Concentration maximale modélisée ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Valeur guide de l'OMS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>NOx</b>	0,43	40
<b>PM10</b>	$4,81.10^{-2}$	15
<b>PM2.5</b>	$4,74.10^{-2}$	5

On constate donc aucun dépassement des valeurs guide de l'OMS lié au fonctionnement des cheminées. Les concentrations émises par le projet sont très faibles.

## 12. Conclusion

D'après les données exploitables de la littérature, l'exploitation du site n'engendrera pas, en fonctionnement normal ; de nuisances pouvant avoir des effets sur la santé de la population environnante.

On constate donc, dans le tableau ci-dessous, que le dépassement des valeurs guide de l'OMS n'est pas lié au projet mais à la pollution de fond existante. Les concentrations modélisées avec le fonctionnement des cheminées reste très proche de la pollution de fond, les concentrations émises par le projet sont donc très faibles.

Tableau 26 : Comparaison des concentrations dans l'air (pollution de fond + fonctionnement des cheminées) avec les valeurs guides de l'OMS

Composé	Concentration maximale modélisée ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Valeur guide de l'OMS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
<b>NOx</b>	35,2	40
<b>PM10</b>	17,9	15
<b>PM2.5</b>	9,8	5

