



Volet Air et Santé

Projet d'aménagement à Aix-en-Provence (13)



A destination de :
VINCI IMMOBILIER



Rapport n° ENV_2404019_R1_V2

N° de version	Rédaction	Relecture	Validation
1	Raphaël DORCHY Marie GUIBERT	Marie GUIBERT Marie LEFORT	Marie LEFORT
	27/09/2024		
2 <i>Prise en compte remarques client</i>	30/09/2024		

contact@ispira.fr

Siège social : ARTEPARC – 595 rue Pierre Berthier - 13290 Aix-en-Provence - 04 13 41 98 72

Agence IDF : EQUINOX – 19 – 23 allées de l'Europe - 92110 Clichy - 01 80 88 98 54



Table des matières

1	Contexte	6
2	Méthodologie de référence	7
3	Pollution atmosphérique et effets sur la santé.....	8
3.1	Généralités.....	8
3.2	Polluants étudiés.....	8
3.2.1	Effets sur la santé.....	8
3.2.2	Valeurs repères en vigueur	10
4	Synthèse bibliographique de l'état de la qualité de l'air sur le territoire	12
4.1	Inventaire des émissions à l'échelle de la Métropole Aix-Marseille.....	12
4.2	Bilan de la qualité de l'air locale.....	14
4.3	Réseau de surveillance exploité à proximité du projet.....	15
4.3.1	Polluant mesuré : le dioxyde d'azote	16
4.3.2	Polluant mesuré : le dioxyde d'azote	16
4.3.3	Polluants non mesurés.....	17
5	Campagne de mesures in-situ.....	18
5.1	Conditions météorologiques.....	18
5.1.1	Température et pluviométrie.....	18
5.1.2	Roses des vents.....	19
5.2	Stratégie d'échantillonnage	21
5.3	Résultats de la campagne de mesures et comparaison aux données AtmoSud	22
5.3.1	Présentation des mesures sur la zone d'étude	22
5.3.2	Confrontation aux stations pérennes d'Atmosud.....	23
6	Evaluation de l'impact du projet.....	25
6.1	Estimation des émissions de polluants.....	25
6.1.1	Méthodologie	25
6.1.2	Résultats	29
6.2	Modélisation des concentrations.....	31
6.2.1	Méthodologie	31
6.2.2	Paramètres d'entrée pris en compte	31
6.2.3	Résultats de la modélisation pour le NO ₂	37
6.2.4	Résultats de la modélisation pour les particules	40
6.3	Evaluation de l'exposition de la population (IPP).....	40

6.3.1	Méthodologie	41
6.3.2	Données d'entrée.....	41
6.3.3	Résultats	45
7	Mesures ERC	46
8	Analyses des incertitudes	48
8.1	Caractérisation des émissions atmosphériques	48
8.2	Modélisation des transferts	48
9	Conclusions	49
10	Annexe 1 : Présentation de la méthode de mesure du NO ₂	50
11	Annexe 2 : Illustration des points de mesure.....	51
12	Annexe 3 : Rapport d'analyse du laboratoire PASSAM.....	52
13	Annexe 4 : Trafics routiers considérés.....	53

Liste des figures

Figure 1 : Localisation du périmètre du projet	6
Figure 2 : Plan masse du projet (source : Vinci immobilier).....	6
Figure 3 : Implantation et typologie des stations de mesure AtmoSud vis-à-vis de la zone d'étude	15
Figure 4 : Concentrations moyennes annuelles en NO ₂ de 2019 à 2023 aux stations d'AtmoSud d'Aix-en-Provence	16
Figure 5 : Concentrations moyennes annuelles en PM ₁₀ de 2019 à 2023 aux stations d'AtmoSud d'Aix-en-Provence	17
Figure 6 : Concentrations moyennes annuelles en PM _{2,5} de 2019 à 2023 à la station AtmoSud Aix Ecole d'Art	17
Figure 7 : Evolution des précipitations et de la température au cours de la campagne de mesure à la station de Marignane (données MétéoFrance)	19
Figure 8 : Rose des vents à la station de Marignane de 2013 à 2023 – données issues de Météo France	20
Figure 9 : Rose des vents à la station de Marignane du 4 au 18 septembre 2024– données issues de Météo France	20
Figure 10 : Plan d'échantillonnage sur la zone du projet	21
Figure 11 : Concentrations moyennes en dioxyde d'azote sur les différents points de mesures du 4 au 18 septembre 2024.....	22
Figure 12 : Cartographie des concentrations moyennes en dioxyde d'azote sur chaque point de mesure du 4 au 18 septembre 2024.....	23
Figure 13 : Concentrations moyennes en NO ₂ relevées sur les différents points de mesure ainsi qu'aux stations d'Atmosud durant la campagne de mesure avec mise en regard de leur évolution annuelle	24
Figure 14 : Diagramme méthodologique pour le calcul des émissions	26
Figure 15 : Réseau d'étude issu de l'étude trafic.....	27
Figure 16 : Emissions totales journalières pour l'ensemble du réseau routier étudié (1)	30
Figure 17 : Emissions totales journalières pour l'ensemble du réseau routier étudié (2)	30
Figure 18 : Emissions totales journalières pour l'ensemble du réseau routier étudié (3)	30
Figure 19 : Domaine et bande d'étude	32
Figure 20 : Relief au droit du projet.....	33
Figure 21 : Occupation des sols sur le domaine d'étude.....	34
Figure 22 : Récepteurs retenus au sein de la bande d'étude	35
Figure 23 : Rose des vents - données 2023 – Station Météo-France de Marignane	36
Figure 24 : Cartographie des concentrations en NO ₂ – Etat Actuel 2024.....	38
Figure 25 : Cartographie des concentrations en NO ₂ – Référence 2029.....	38
Figure 26 : Cartographie des concentrations en NO ₂ – Projet 2029	39
Figure 27 : Répartition de la population pour les différents scénarios (source : INSEE).....	43
Figure 28 : Surface habitée dans la bande d'étude à horizon du projet (source : BD TOPO®)	44
Figure 29 : Calcul des Indices Pollution-Population pour les différents scénarios.....	45
Figure 30 : Schéma de la séquence ERC (de la séquence ERC (source : Ministère de la Transition Ecologique)	46
Figure 31 : Principe de l'échantillonneur passif Passam	50
Figure 32 : Réseau routier associé.....	53

Liste des tableaux

Tableau 1 : Sources et effets sur la santé des différents polluants étudiés dans le cadre de l'étude	8
Tableau 2 : Valeurs de références pour les polluants étudiés	10
Tableau 3 : Lignes directrices recommandées par l'OMS en 2021	11
Tableau 4 : Quantités émises pour les polluants étudiés sur la Métropole d'Aix Marseille en 2021 (Source : Cigale - AtmoSud)	12
Tableau 5 : Répartitions des origines des émissions de divers polluants par secteurs d'activité (en tonnes/an et %) - source : Cigale AtmoSud	12
Tableau 6 : Comparaison avec les relevés météorologiques observés à Marignane au mois de septembre (statistiques 1991-2020, source fiche climatologique de Météo-France)	19
Tableau 7 : Longueur totale du réseau d'étude et nombre de kilomètres parcourus par jour	27
Tableau 8 : Facteurs d'émission en benzo(a)pyrène, arsenic et nickel – Usures des pneus, des freins et abrasion de la route (source : EMEP).....	29
Tableau 9 : Emissions totales journalières pour l'ensemble du réseau routier étudié.....	29
Tableau 10 : Evolution des émissions totales journalières pour l'ensemble du réseau routier étudié entre les différents scénarios	30
Tableau 11 : Critères de définition de la largeur de la bande d'étude – Guide du CEREMA	32
Tableau 12 : Localisation des points récepteurs (projection géographique : UTM zone 31)	35
Tableau 13 : Concentration de fond annuelle retenue dans les calculs de modélisation	37
Tableau 14 : Résultats de la modélisation – Concentrations moyennes annuelles – NO ₂	39
Tableau 15 : Résultats de la modélisation – Concentrations moyennes annuelles – PM ₁₀	40
Tableau 16 : Résultats de la modélisation – Concentrations moyennes annuelles – PM _{2,5}	40
Tableau 17 : Evolution de la population aux différents horizons étudiés	41
Tableau 18 : Nombre d'individus dans les IRIS aux horizons actuel et futur	42
Tableau 19 : Trafics considérés sur les différents axes du réseau routier étudié	53

1 Contexte

Dans le cadre d'un projet d'aménagement avenue de Bredasque à Aix-en-Provence (13), ISPIRA a été mandaté par Vinci immobilier, afin de réaliser une étude de qualité de l'air sur la zone. La localisation du projet peut être trouvée ci-dessous.

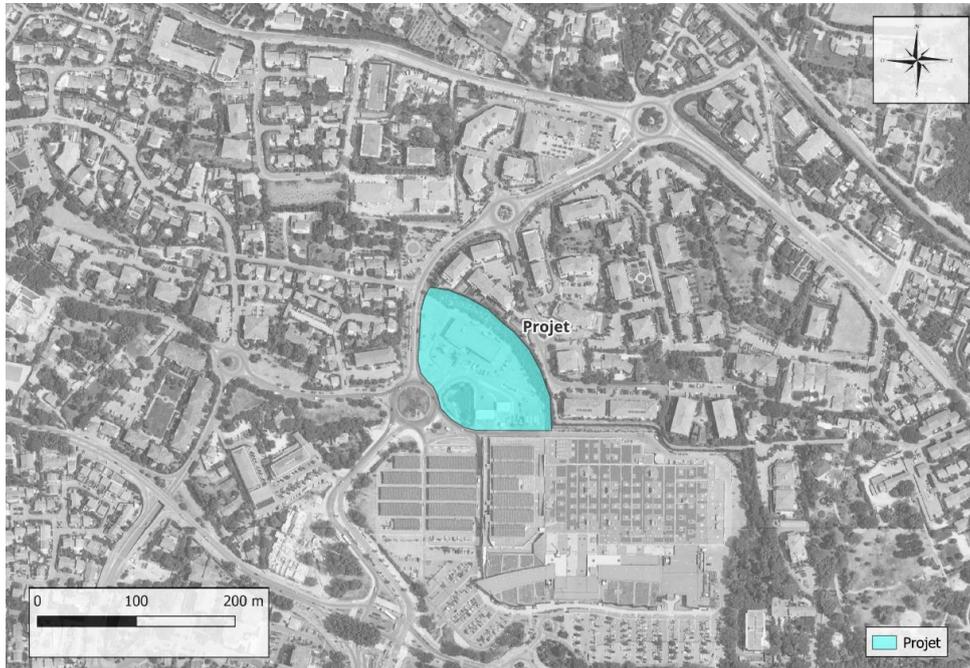


Figure 1 : Localisation du périmètre du projet

Il consiste en la création d'environ 350 logements et 1400 m² d'ERP (Etablissement Recevant du Public) dont une crèche.

Le plan masse peut être trouvé figure suivante :



Figure 2 : Plan masse du projet (source : Vinci immobilier)

2 Méthodologie de référence

Cette étude est réalisée en s'appuyant sur la bibliographie suivante :

- La note technique du 22 février 2019 relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact des infrastructures routières ; cette note abroge la circulaire interministérielle DGS/SD 7 B n°2005-273 du 25 février 2005 et son annexe, laquelle a été remplacée par le guide méthodologique (voir puce suivante). Cette mise à jour tient compte de l'avis de l'ANSES relatif à la sélection des polluants à prendre en compte dans les évaluations des risques sanitaires réalisées dans le cadre des études d'impact des infrastructures routières (juillet 2012) ;
- Le guide ministériel méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du 22 février 2019 rédigé par le CEREMA ;
- La Directive européenne 2008/50/CE du 21 mai 2008 ;
- La Directive 2004/107/CE du 15 décembre 2004 ;
- L'article 19 de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie n°96-1236 du 30 décembre 1996 ;
- L'article L. 222-3 du code de l'environnement ;
- La note de l'Autorité environnementale relative aux zones d'aménagement concerté (ZAC) et autres projets d'aménagements urbains - n°Ae : 2019-N-07 – fev . 2020.

3 Pollution atmosphérique et effets sur la santé

3.1 Généralités

Selon Santé Publique France¹, même à de faibles niveaux, l'exposition aux polluants peut provoquer, le jour même ou dans les jours qui suivent, des symptômes irritatifs au niveau des yeux, du nez et de la gorge mais peut également aggraver des pathologies respiratoires chroniques (asthme, bronchite...) ou favoriser la survenue d'un infarctus du myocarde.

A plus long-terme, même à de faibles niveaux de concentration, une exposition sur plusieurs années à la pollution atmosphérique peut induire des effets sur la santé bien plus importants qu'à court terme :

- perte d'espérance de vie et mortalité,
- développement de maladies cardiovasculaires, maladies respiratoires et du cancer du poumon.

De nouvelles études montrent un rôle de la pollution de l'air également sur les troubles de la reproduction, les troubles du développement de l'enfant, les affections neurologiques et le diabète de type 2.

La qualité de l'air est ainsi une composante essentielle de la santé environnementale.

3.2 Polluants étudiés

Sur la base du guide méthodologique sur le volet « Air et Santé » des études d'impact routières (CEREMA, 2019²), servant de cadre de référence pour les projets d'aménagement urbains, les polluants suivants sont pris en compte dans le présent volet Air et Santé : oxydes d'azote (NO_x), particules en suspension (PM₁₀), particules fines (PM_{2.5}), monoxyde de Carbone (CO), composés organiques volatils non méthaniques (COVNM), benzène, dioxyde de soufre (SO₂), arsenic (As), nickel (Ni), benzo(a)pyrène (BaP).

Dans le cas présent, seul le dioxyde d'azote fait l'objet de mesure, comme recommandé par le CEREMA. Les particules ne sont pas mesurées en raison de la présence d'une station de mesure de particules non loin de la zone d'étude (Aix École d'Art à 2,3 km). En complément, la dispersion atmosphérique des émissions d'oxydes d'azote et de particules PM₁₀ et PM_{2.5} est réalisée.

3.2.1 Effets sur la santé

Les sources et effets sur la santé de ces polluants sont présentés ci-après.

Tableau 1 : Sources et effets sur la santé des différents polluants étudiés dans le cadre de l'étude

Paramètre	Sources	Effets sur la santé
Oxydes d'azote (NO_x)	Les principaux contributeurs des émissions de NO _x sont le secteur des transports (routier et non routier), le secteur lié à l'industrie au sens large (production d'énergie / industrie / traitement des déchets) et le secteur résidentiel-tertiaire.	Le NO ₂ est un gaz irritant pour les bronches qui favorise les infections pulmonaires chez les enfants, et augmente la fréquence et la gravité des crises chez les asthmatiques.
COV dont benzène	Les composés organiques volatils (COV) proviennent de sources mobiles (transports), de procédés industriels (industries chimiques, raffinage de pétrole, remplissage	Toxicité et risques d'effets cancérigènes ou mutagènes, en fonction du composé

¹ Santé Publique France, Dossier thématique « Pollution atmosphérique : quels sont les risques ? », consultable en ligne : <https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/pollution-et-sante/air/articles/pollution-atmospherique-quels-sont-les-risques>, mis à jour le 11 octobre 2022

² CEREMA, Guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du 22 février 2019.

Paramètre	Sources	Effets sur la santé
	des réservoirs automobiles, stockages de solvants). D'autres COV sont également émis par le milieu naturel.	concerné. Le benzène est considéré comme cancérigène.
Particules (PM)	Les particules proviennent en majorité de la combustion à des fins énergétiques de différents matériaux (bois, charbon, pétrole), du transport routier (imbrûlés à l'échappement, usure des pièces mécaniques par frottement, des pneumatiques...), d'activités industrielles très diverses (sidérurgie, incinération, chaufferie) et du brûlage de la biomasse (incendie, déchets verts). On distingue les PM ₁₀ (diamètre inférieur à 10 µm), et les PM _{2,5} (diamètre inférieur à 2,5 µm).	Selon leur taille, les particules pénètrent plus ou moins profondément dans le système respiratoire, avec un temps de séjour plus ou moins long. Les plus dangereuses sont les particules les plus fines. Elles peuvent irriter les voies respiratoires inférieures et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble.
Dioxyde de soufre (SO₂)	Le dioxyde de soufre SO ₂ est un polluant essentiellement industriel. Les sources principales sont : centrales thermiques, installations de combustion industrielles, trafic maritime, et unités de chauffage individuel et collectif.	Le SO ₂ est un irritant des muqueuses, de la peau et des voies respiratoires supérieures (toux, gêne respiratoire).
Monoxyde de carbone (CO)	Combustion incomplète (mauvais fonctionnement de tous les appareils de combustion, mauvaise installation), et ce quel que soit le combustible utilisé (bois, butane, charbon, essence, fuel, gaz naturel).	Le CO prend la place de l'oxygène, provoque des maux de tête, léthal à concentration élevée.
HAP dont Benzo[a]pyrène	Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) sont des composés formés de 4 à 7 noyaux benzéniques. Ils sont principalement rejetés lors de la combustion de matière organique, notamment la combustion domestique du bois et du charbon.	Propriétés cancérigènes et mutagènes dépendant de la structure chimique des métabolites formés. Peuvent entraîner une diminution de la réponse immunitaire augmentant les risques d'infection.
Métaux	Les métaux lourds, dont seul le plomb, le nickel, l'arsenic et le cadmium, sont réglementés (Directive 2004/107/CE), proviennent de la combustion des charbons, pétroles, ordures ménagères et de certains procédés industriels.	Ces métaux ont la propriété de s'accumuler dans l'organisme, engendrant d'éventuelles pathologies telles que le cancer.

3.2.2 Valeurs repères en vigueur

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

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

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

Les résultats de la campagne de mesures de la qualité de l'air (NO₂) et des modélisations (NO₂, PM₁₀ et PM_{2,5}) sont comparés aux valeurs limites et objectifs de qualité présentés dans le tableau ci-dessous. Les valeurs mentionnées dans l'état bibliographique de la qualité de l'air pour les polluants concernés sont également reportées.

Tableau 2 : Valeurs de références pour les polluants étudiés

Dioxyde d'azote (NO₂)		
Objectif de qualité	40 µg/m ³	en moyenne annuelle
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	200 µg/m ³	en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures par an
	40 µg/m ³	en moyenne annuelle
Particules PM₁₀		
Objectif de qualité	30 µg/m ³	en moyenne annuelle
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	50 µg/m ³	en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours par an
	40 µg/m ³	en moyenne annuelle
Particules PM_{2,5}		
Objectif de qualité	10 µg/m ³	en moyenne annuelle
Valeur cible pour la protection de la santé humaine	25 µg/m ³	en moyenne annuelle
Ozone		
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	120 µg/m ³	maximum journalier de la moyenne sur 8h à ne pas dépasser plus de 25 jours par année civile en moyenne calculée sur 3 ans

Pour certains de ces polluants, il existe également des lignes directrices définies par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), actualisée en 2021. Elles représentent les niveaux de qualité de l'air servant de référence pour évaluer si l'exposition d'une population pourrait entraîner des problèmes de santé. Ces lignes directrices contribuent également à définir des normes et des objectifs juridiquement contraignants pour la gestion de la qualité de l'air aux niveaux international, national et local. Elles sont présentées dans le tableau ci-dessous pour les polluants mesurés dans cette étude.

Tableau 3 : Lignes directrices recommandées par l'OMS en 2021

Dioxyde d'azote (NO₂)	
10 µg/m ³	en moyenne annuelle
Particules PM₁₀	
15 µg/m ³	en moyenne annuelle
45 µg/m ³	en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an
Particules PM_{2,5}	
5 µg/m ³	en moyenne annuelle
15 µg/m ³	en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an
Ozone	
60 µg/m ³	Moyenne de la concentration moyenne quotidienne maximale d'O ₃ sur 8 heures au cours des six mois consécutifs où la concentration moyenne d'O ₃ a été la plus élevée

4 Synthèse bibliographique de l'état de la qualité de l'air sur le territoire

Sur l'ensemble du territoire national, la surveillance de la qualité de l'air est effectuée par diverses associations à l'échelle des régions. L'association agréée de surveillance de la qualité de l'air en région Provence-Alpes-Côte-d'Azur est AtmoSud. Cette dernière est également en charge de réaliser l'inventaire des émissions de la région et des différentes collectivités la composant.

4.1 Inventaire des émissions à l'échelle de la Métropole Aix-Marseille

Le tableau ci-après présente les quantités émises en 2021, dernières données disponibles, pour la Métropole d'Aix Marseille, dont fait partie Aix-en-Provence, et la part qu'elles représentent par rapport aux émissions départementales, pour les polluants disponibles.

Tableau 4 : Quantités émises pour les polluants étudiés sur la Métropole d'Aix Marseille en 2021 (Source : Cigale - AtmoSud)

Polluant	NO _x	PM ₁₀	PM _{2,5}	SO ₂	COVNM*	CO
Emissions annuelles sur la Métropole d'Aix Marseille (en t/an)	36 750	5 490	3 949	10 190	28 394	71 280
Part des émissions départementales	92,5 %	83,1 %	82,3 %	96,4 %	87,3 %	88,8 %

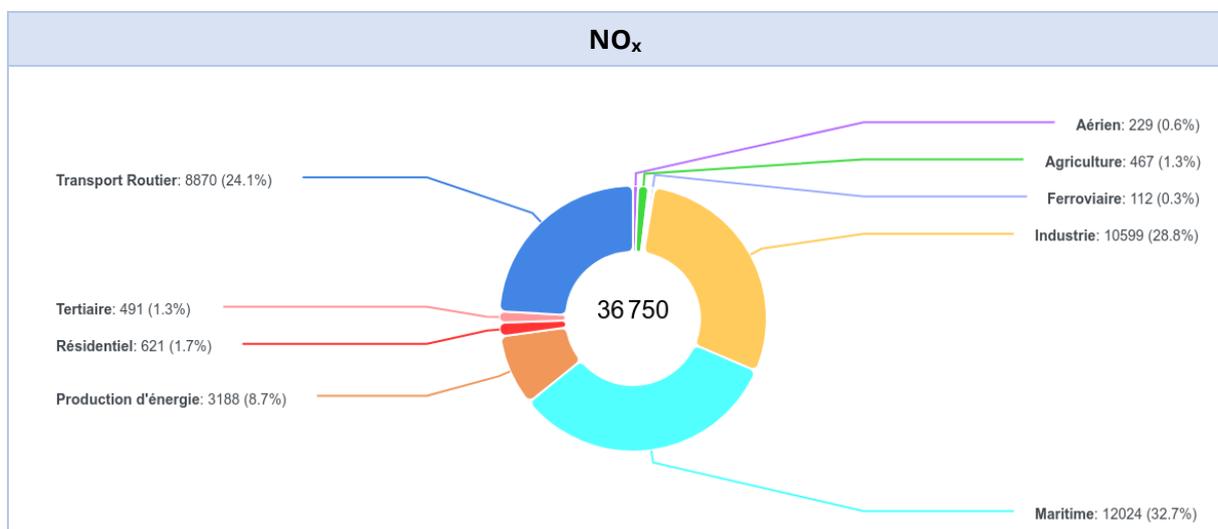
* Composés Organiques Volatils Non Méthaniques

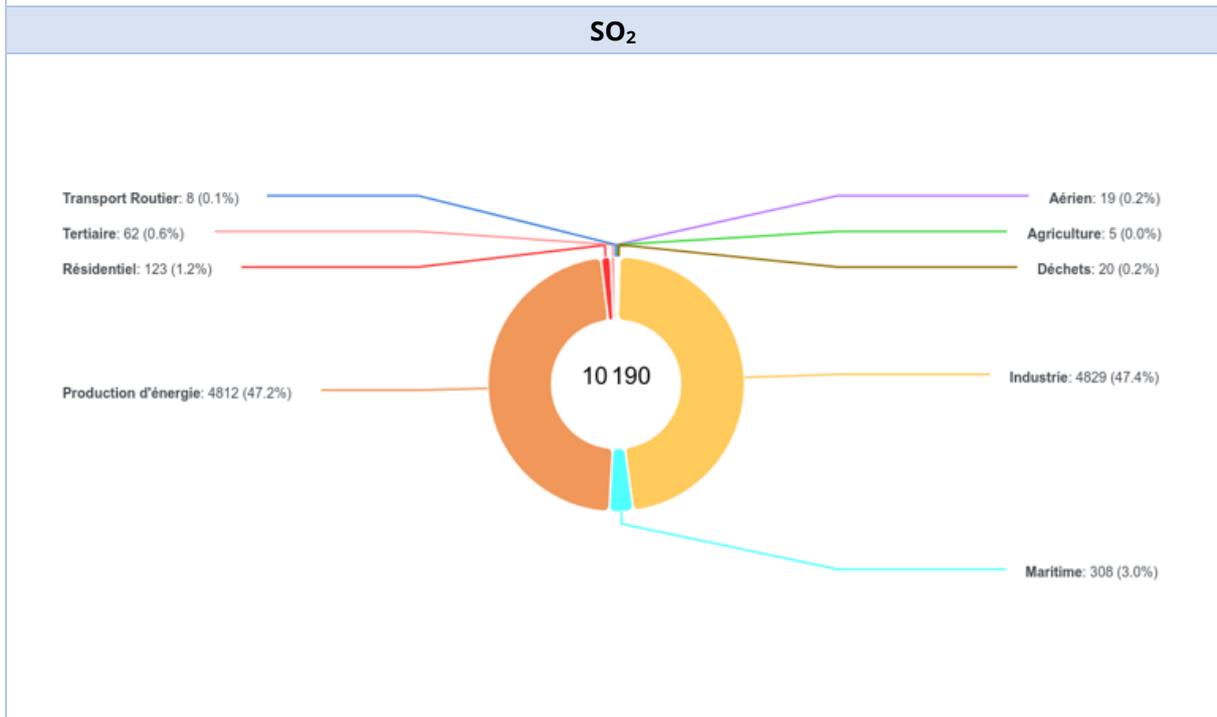
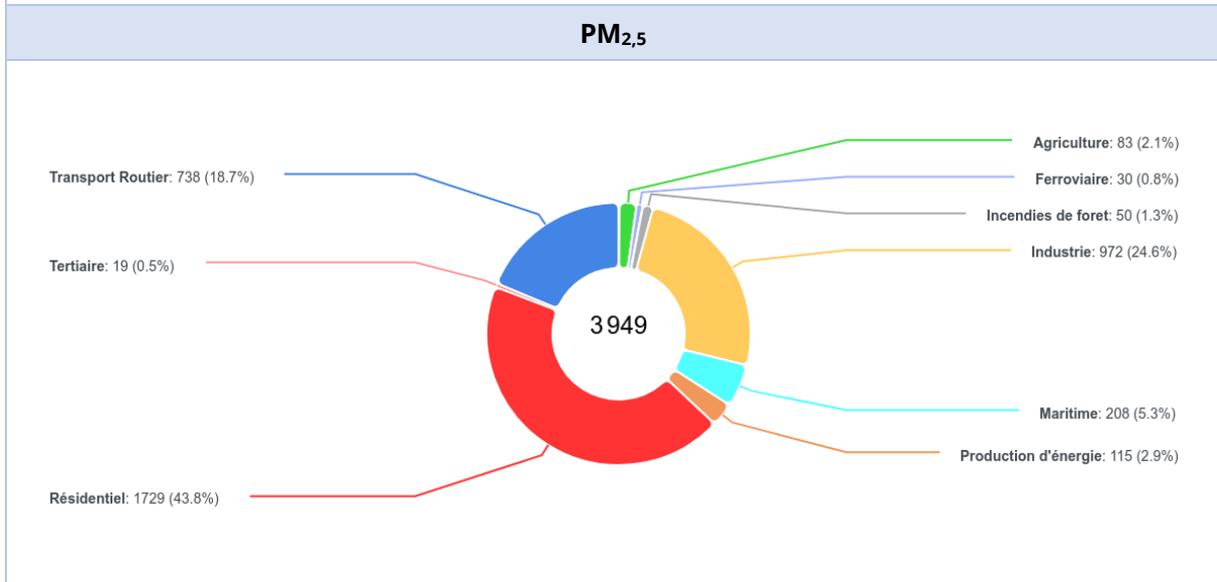
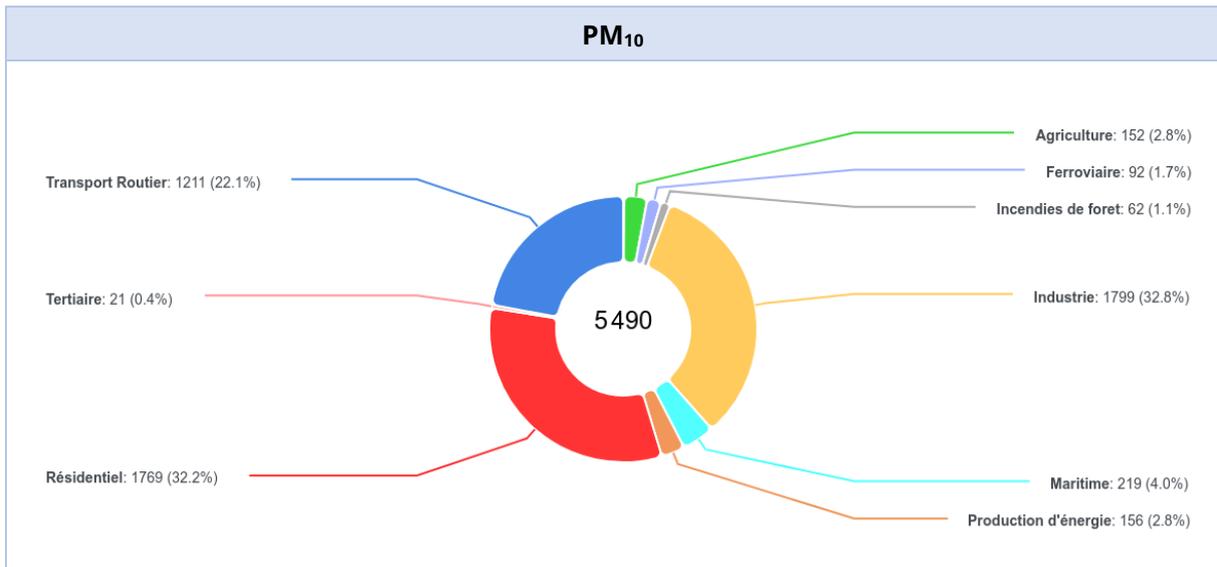
La métropole d'Aix Marseille est ainsi le principal contributeur aux émissions du département.

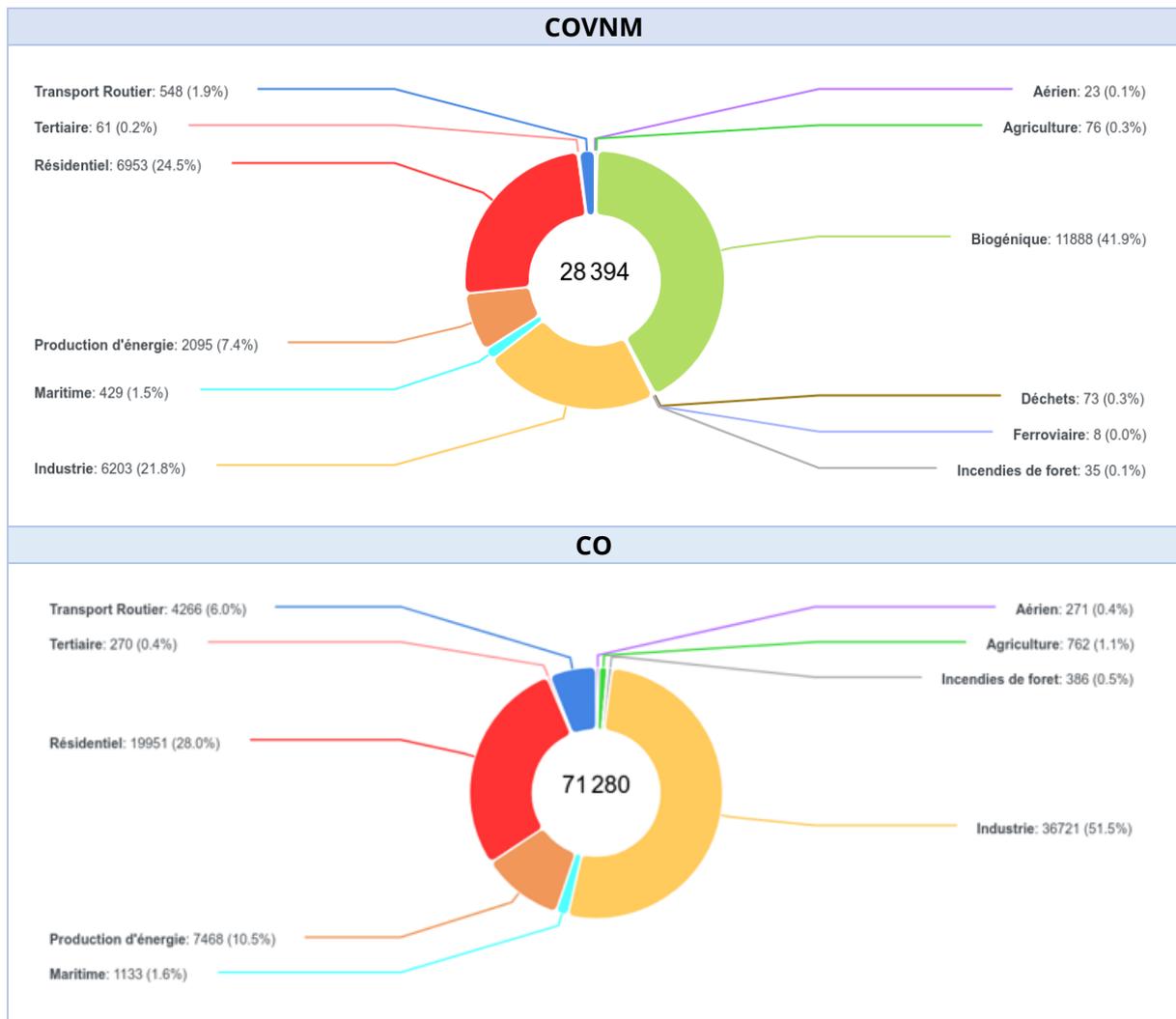
La répartition des émissions de ces polluants par secteur d'activité pour la métropole est présentée ci-après. Il ressort de ces éléments que :

- Les oxydes d'azote sont majoritairement émis par le transport maritime et l'industrie, suivis du transport routier ;
- Les sources principales d'émission de particules PM₁₀ et PM_{2,5} sont le secteur résidentiel, l'industrie ainsi que le transport routier ;
- Le SO₂ est principalement émis par l'industrie et le secteur de la production d'énergie ;
- Les COVNM sont majoritairement d'origine biogénique, résidentielle, et industrielle ;
- Le secteur industriel est le principal émetteur de CO, suivi par le secteur résidentiel.

Tableau 5 : Répartitions des origines des émissions de divers polluants par secteurs d'activité (en tonnes/an et %) - source : Cigale AtmoSud







4.2 Bilan de la qualité de l'air locale

Selon les dernières données disponibles d'Atmosud, la tendance à la baisse des traceurs de la pollution atmosphérique sur les vingt dernières années est attribuée à la réduction des émissions dans tous les secteurs d'activité. Elle est le fruit de l'évolution de la réglementation et des plans et programmes déployés dans les territoires, comme les plans de protection de l'atmosphère. **Les seuils réglementaires pour le dioxyde de soufre SO₂, les particules fines PM₁₀ et PM_{2.5}, le benzène, les hydrocarbures aromatiques polycycliques et les métaux sont respectés dans la région en 2022.** Pour le dioxyde d'azote NO₂, seule une station trafic dépasse la valeur limite annuelle à Marseille.

L'ozone représente quant à lui une problématique chronique pour l'ensemble de la région. La valeur cible pour la protection de la santé a de nouveau été largement dépassée en 2022 sur une majeure partie du territoire. L'ozone est formé par réaction chimique entre des polluants précurseurs avec le concours du rayonnement solaire. Les polluants précurseurs sont les oxydes d'azote (NO et NO₂) produits par les combustions (trafic routier, activité maritime et industrielle) et les COV, composés organiques volatils, produits par les industries, et le secteur tertiaire (usage des peintures, colles, enduits et vernis). L'ozone se forme dans les zones où ces deux familles de polluants se rencontrent et se déplace depuis sa zone de production vers des parties du territoire moins productrices de polluants primaires. Ainsi, ce polluant s'étudie à une échelle régionale ou départementale, bien plus étendue que celle du périmètre du projet par exemple.

Selon AtmoSud, en 2022, 71 % de la population régionale est exposée au dépassement de la ligne directrice de l'OMS pour le dioxyde d'azote, 92 % à celle des particules fines PM₁₀ et 100 % à celle de l'ozone et des PM_{2.5}.

Dans le département des **Bouches-du-Rhône** plus particulièrement, plusieurs sources importantes de pollution sont recensées : grandes agglomérations et zones urbanisées, réseaux routiers et autoroutiers, grands pôles industriels, pétrochimiques, maritimes ou encore aéroportuaires. L'utilisation de pesticides, les combustions des chauffages au bois et des brûlages sont également susceptibles de dégrader régulièrement la qualité de l'air. La zone urbanisée (Aix-Marseille) engendre une pollution liée aux transports (oxydes d'azote), tandis que l'ouest du département est plutôt concerné par le secteur industriel (particules fines). L'ozone impacte la majeure partie du département.

De même qu'à l'échelle régionale, la qualité de l'air s'améliore pour la plupart des polluants réglementés dans les **Bouches-du-Rhône** depuis plusieurs années. En effet, depuis les années 2000, les niveaux de dioxyde d'azote ont baissé d'environ 50 %. **Malgré cette tendance, 100 % de la population réside dans une zone dépassant au moins une ligne directrice de l'OMS pour un des polluants réglementés.**³

4.3 Réseau de surveillance exploité à proximité du projet

La localisation des stations de mesure d'AtmoSud à proximité de la zone d'étude, et retenues dans le cadre de cette étude, est illustrée sur la figure suivante.

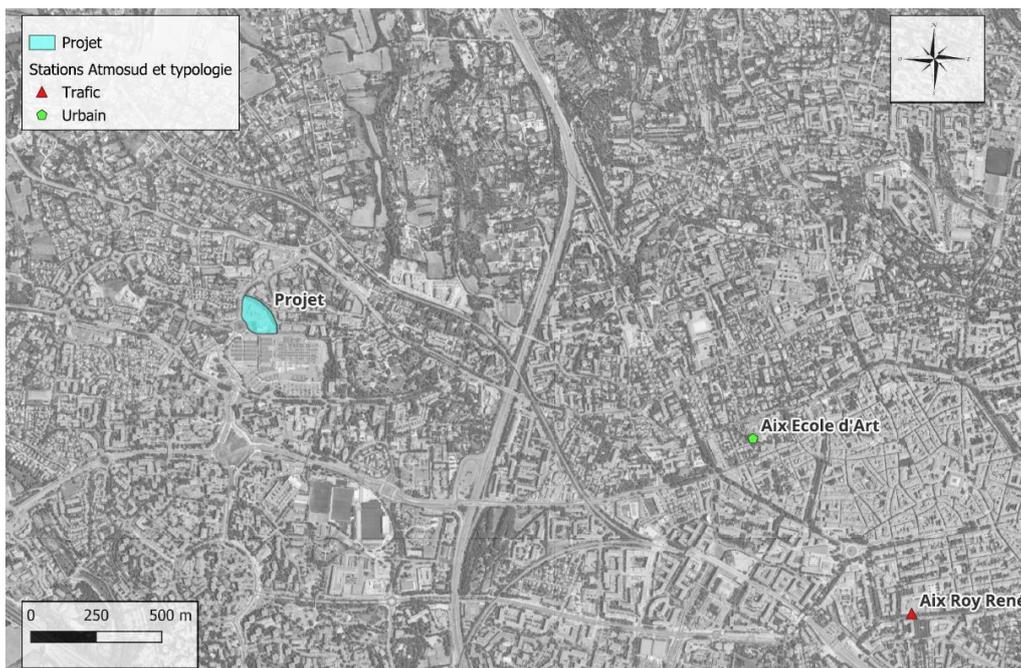


Figure 3 : Implantation et typologie des stations de mesure AtmoSud vis-à-vis de la zone d'étude

Les paragraphes ci-après détaillent les observations effectuées depuis plusieurs années aux alentours du projet pour les polluants réglementés et à enjeux sur le territoire.

³ L'air de votre département, www.Atmosud.org

4.3.1 Polluant mesuré : le dioxyde d'azote

Les résultats des mesures réalisées par ISPIRA seront comparés aux données de ces stations et mis en perspective avec les données historiques de ces dernières.

Les concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote relevées aux stations sélectionnées sur les cinq dernières années sont présentées sur le graphique suivant.

4.3.2 Polluant mesuré : le dioxyde d'azote

Les résultats des mesures réalisées par ISPIRA seront comparés aux données de ces stations et mis en perspective avec les données historiques de ces dernières.

Les concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote relevées aux stations sélectionnées sur les cinq dernières années sont présentées sur le graphique suivant.

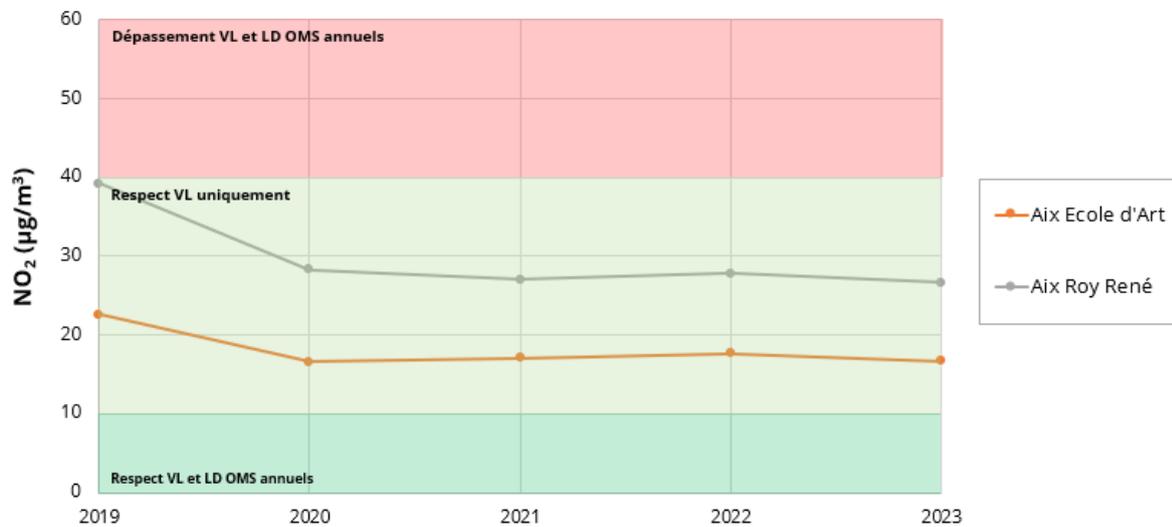


Figure 4 : Concentrations moyennes annuelles en NO₂ de 2019 à 2023 aux stations d'AtmoSud d'Aix-en-Provence

Depuis maintenant cinq ans, l'ensemble des stations présente un respect de la valeur limite en moyenne annuelle de 40 µg/m³ pour le NO₂. Pour ce qui est de la ligne directrice de l'OMS de 10 µg/m³ en revanche, aucune station étudiée ne la respecte.

4.3.3 Polluants non mesurés

4.3.3.1 Particules PM₁₀

Les concentrations moyennes annuelles en PM₁₀ relevées aux stations de Nice Arson et Cannes Broussailles sont présentées ci-après.

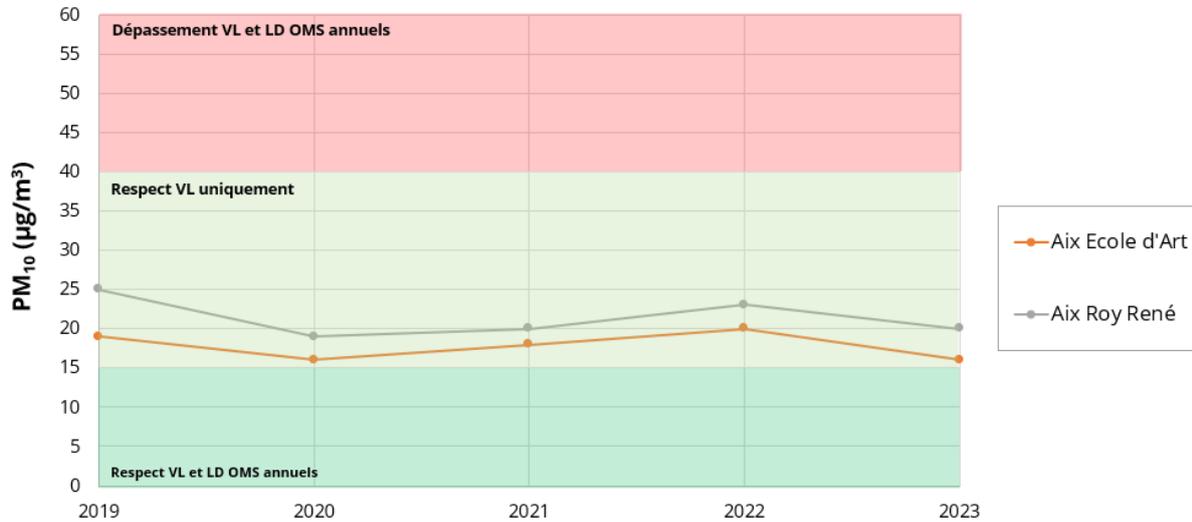


Figure 5 : Concentrations moyennes annuelles en PM₁₀ de 2019 à 2023 aux stations d'AtmoSud d'Aix-en-Provence

De 2019 à 2023, la valeur limite en moyenne annuelle de 40 µg/m³ pour les PM₁₀ est respectée pour les deux stations étudiées. Pour ce qui est de la ligne directrice de l'OMS de 15 µg/m³ en revanche, aucune station étudiée ne la respecte.

4.3.3.2 Particules PM_{2,5}

Les concentrations moyennes annuelles en particules PM_{2,5} relevées à la station sélectionnée sur les cinq dernières années sont présentées sur la figure suivante.

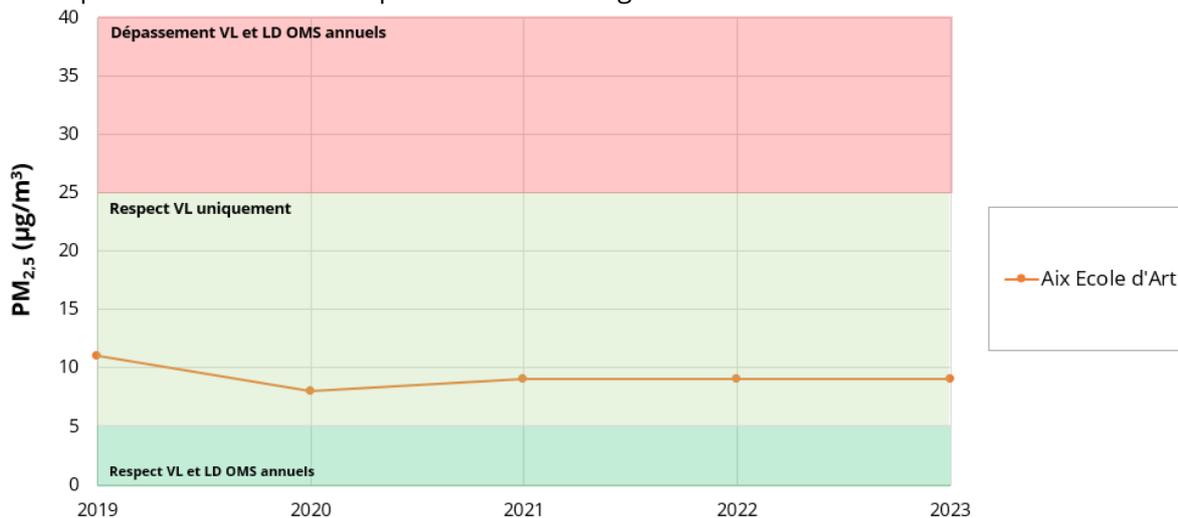


Figure 6 : Concentrations moyennes annuelles en PM_{2,5} de 2019 à 2023 à la station AtmoSud Aix Ecole d'Art

Concernant les PM_{2,5}, pour les données disponibles, la station étudiée respecte ces cinq dernières années la valeur limite en moyenne annuelle de 25 µg/m³ mais a systématiquement dépassé la ligne directrice OMS de 5 µg/m³ en moyenne annuelle.

4.3.3.3 Ozone (O₃)

L'ozone ne fait pas partie des polluants cités par le guide méthodologique du CEREMA relatif au volet air et santé des études d'impact des infrastructures routières⁴, toutefois il s'agit d'un polluant réglementé en air ambiant et donc surveillé en région PACA.

Ce polluant reste une problématique chronique récurrente dans la région. En effet la nouvelle Ligne Directrice relative au pic saisonnier (60 µg/m³), concernant la période la plus favorable à la production d'ozone, est dépassée sur l'ensemble du territoire. Il est le seul polluant pour lequel les tendances annuelles ne montrent pas d'amélioration, mais sont au contraire en augmentation.

A noter que l'ozone n'est pas émis directement par les activités humaines, il s'agit d'un polluant secondaire qui résulte de la transformation chimique de l'oxygène en présence de précurseurs, particulièrement émis par les véhicules à moteur, soumis au rayonnement ultra-violet solaire et à une température élevée. Du fait de son mode de formation, les concentrations en ozone sont souvent plus faibles à proximité immédiate de la voie de circulation routière qu'à quelques kilomètres et, d'une manière générale, plus élevées en périphérie qu'au centre des villes.

5 Campagne de mesures in-situ

La campagne de mesure s'est déroulée sur une période de quatorze jours, du 4 au 18 septembre 2024.

5.1 Conditions météorologiques

Les données météorologiques enregistrées durant la période de mesure (du 4 au 18 septembre 2024) sur la station de Marignane (*Indicatif : 13054001, alt : 9m, lat : 43°26'15"N, lon : 5°12'57"E*) à environ 20 km à vol d'oiseau du projet sont présentées ci-après pour disposer du contexte dans lequel ont été effectuées les mesures. En effet, ces paramètres ont une influence sur la dispersion, la formation ou l'accumulation des polluants.

Ces conditions observées sont comparées aux normales saisonnières, disponibles a minima sur une période de 10 ans, pour situer la campagne de mesures d'un point de vue historique.

5.1.1 Température et pluviométrie

Les températures minimales, maximales et moyennes ainsi que les hauteurs des précipitations sont présentées figure suivante.

⁴CEREMA, Guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du 22 février 2019.

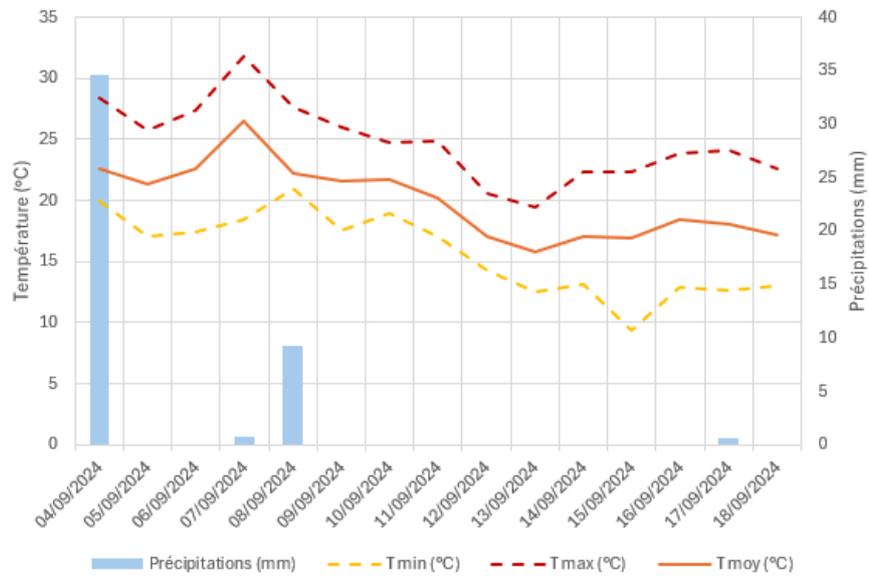


Figure 7 : Evolution des précipitations et de la température au cours de la campagne de mesure à la station de Marignane (données MétéoFrance)

La comparaison de ces données avec les relevés météorologiques observés sur la station de Marignane au mois de septembre (statistiques 1991-2020) est présentée dans le tableau suivant.

Tableau 6 : Comparaison avec les relevés météorologiques observés à Marignane au mois de septembre (statistiques 1991-2020, source fiche climatologique de Météo-France)

	Période de mesure du 4 au 18 septembre 2024	Normales du mois de septembre (1991-2020)
Température moyenne (°C)	19,9	20,9
Précipitations (mm)	45,3	82,0
Nombre moyen de jours avec précipitations > 1 mm	2,0	4,8

La période de mesure se caractérise par une température moyenne inférieure aux normales de saison. Au regard de la durée des mesures, les précipitations relevées durant les 15 jours de campagne apparaissent quant à elles conformes aux normales de saison mensuelles.

5.1.2 Roses des vents

Les figures ci-après présentent les roses des vents de la station de Marignane, soit les fréquences des vents classées par direction et vitesse. Les roses des vents sont calculées à partir des données horaires pour les périodes allant de 2013 à 2023 (Figure 8), rose des vents représentative des normales de saison, et sur la période du 4 au 18 septembre 2024 (Figure 9) pour la rose des vents de la campagne. Pour rappel, la rose indique d'où vient le vent.

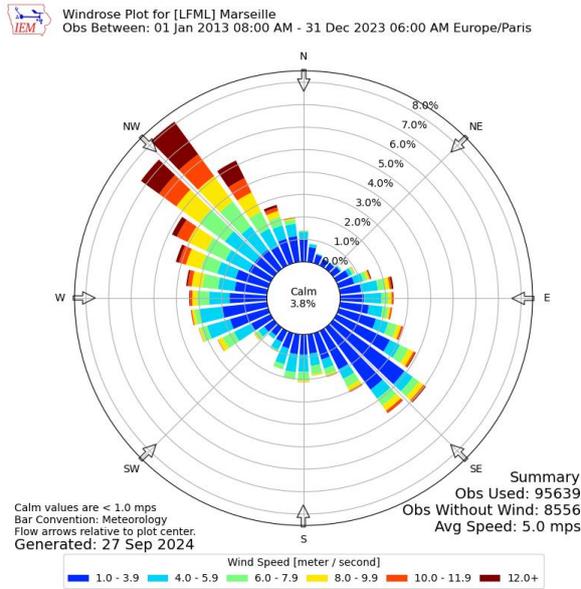


Figure 8 : Rose des vents à la station de Marignane de 2013 à 2023 – données issues de Météo France

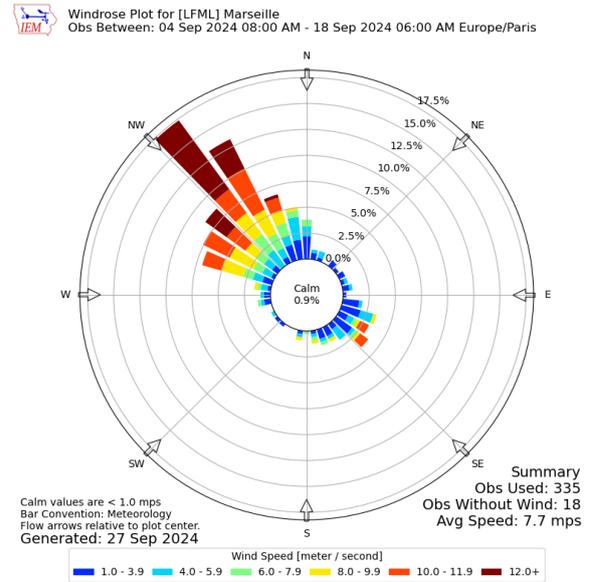


Figure 9 : Rose des vents à la station de Marignane du 4 au 18 septembre 2024– données issues de Météo France

Lors de la campagne de mesure (Figure 9), les vents proviennent majoritairement du secteur nord-ouest avec des vitesses moyennes modérées à fortes. On observe également une composante sud-est minoritaire. Ces vents sont relativement conformes aux vents habituellement observés (Figure 8). Les vents de nord-ouest sont cependant plus fort et plus marqué pendant la campagne de mesure et la composante minoritaire sud-est est peu observée.

5.2 Stratégie d'échantillonnage

Sept points de mesure du dioxyde d'azote ont été répartis sur la zone d'étude.

La description détaillée des méthodes de prélèvement et d'analyse est présentée en annexe page 50.

La carte ci-après présente en détail les emplacements de chacun des points d'échantillonnage. Des photographies des points de mesure sont disponibles en annexe page 51.

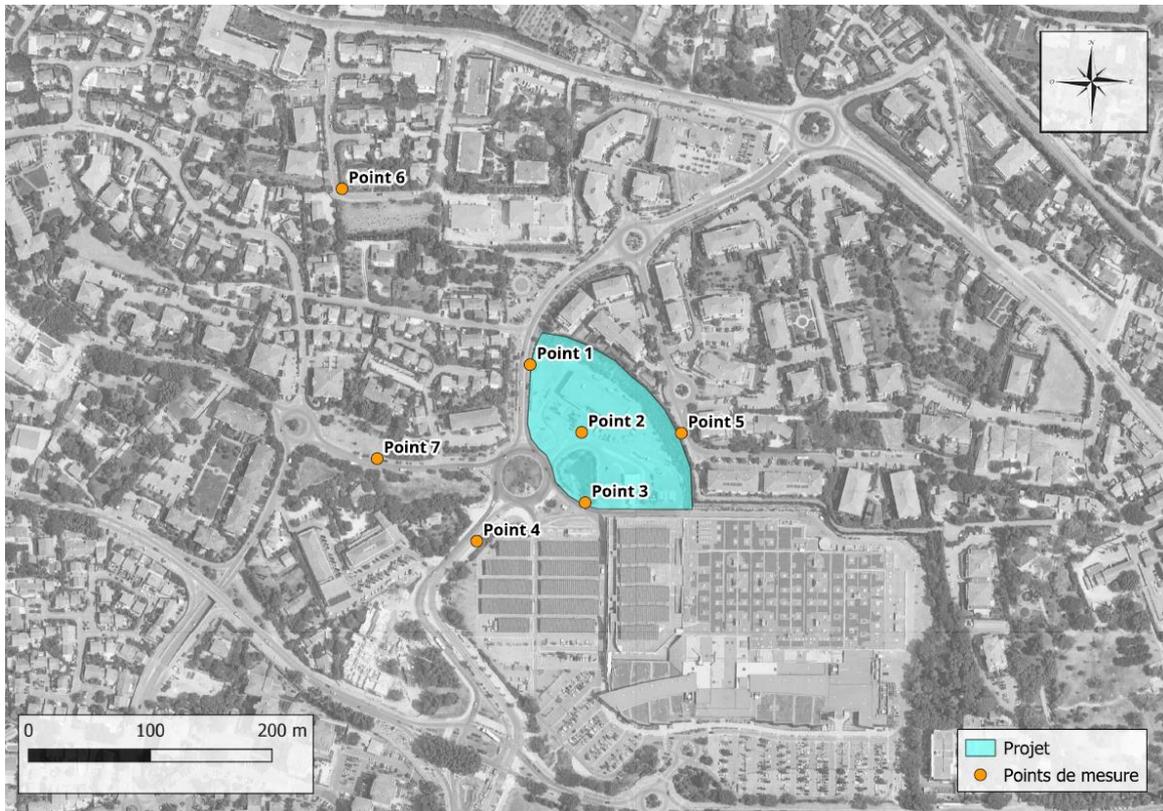


Figure 10 : Plan d'échantillonnage sur la zone du projet

5.3 Résultats de la campagne de mesures et comparaison aux données AtmoSud

5.3.1 Présentation des mesures sur la zone d'étude

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

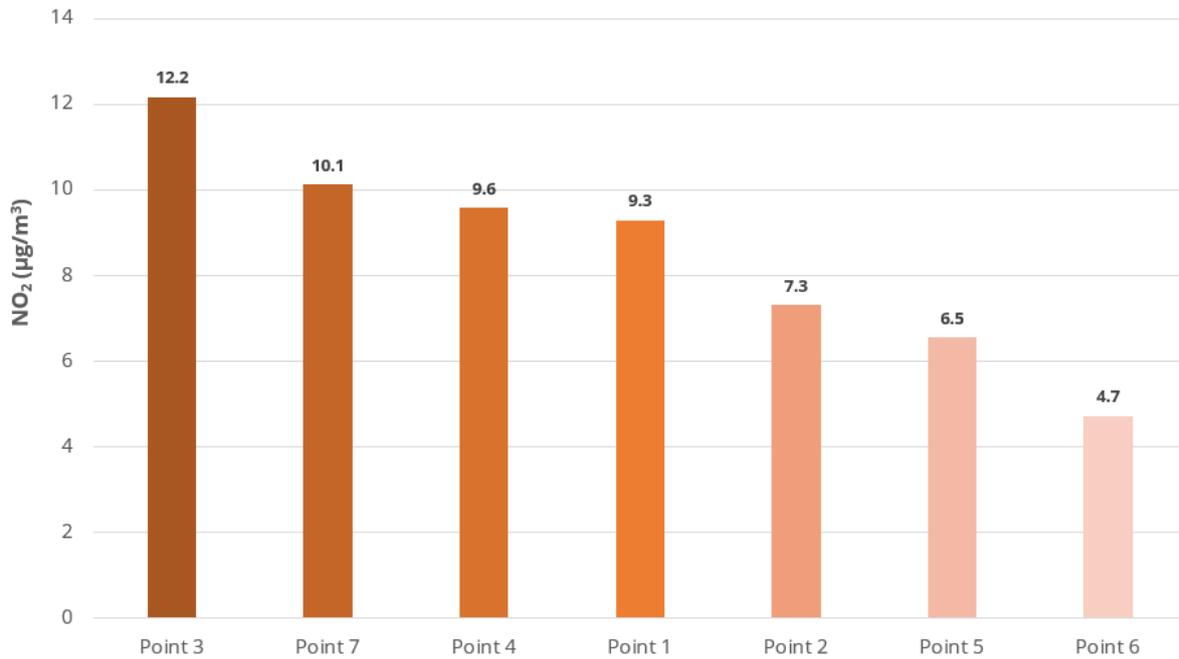


Figure 11 : Concentrations moyennes en dioxyde d'azote sur les différents points de mesures du 4 au 18 septembre 2024

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

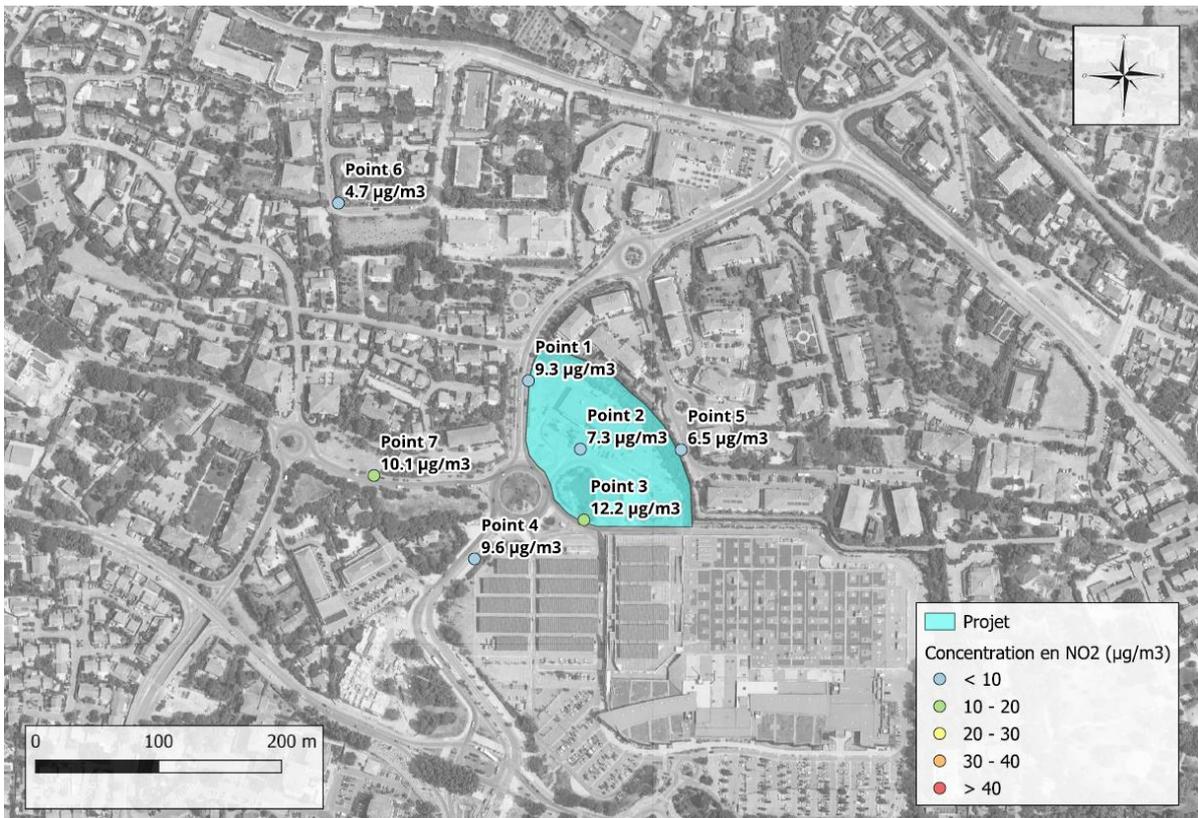


Figure 12 : Cartographie des concentrations moyennes en dioxyde d'azote sur chaque point de mesure du 4 au 18 septembre 2024

Les concentrations sur la zone du projet sont relativement faibles et s'échelonnent de 4,7 µg/m³ à 12,2 µg/m³.

Le point 6, qui correspond au bruit de fond sur le secteur, est quant à lui le moins impacté. On note également que le point 5, en retrait des plus grandes voies de circulation, affiche également une concentration plus basse.

5.3.2 Confrontation aux stations pérennes d'Atmosud

La comparaison des mesures in-situ aux relevés des stations AtmoSud au cours de la campagne et aux années antérieures permet d'avoir une meilleure compréhension de l'environnement du site d'étude.

Le graphique ci-après présente la variabilité des concentrations moyennes annuelles en NO₂ observées entre 2019 et 2023 au niveau des stations AtmoSud d'Aix-en-Provence. Il met également en regard les concentrations issues de ces mêmes stations et les concentrations mesurées in-situ sur la période du 4 au 18 septembre 2024.

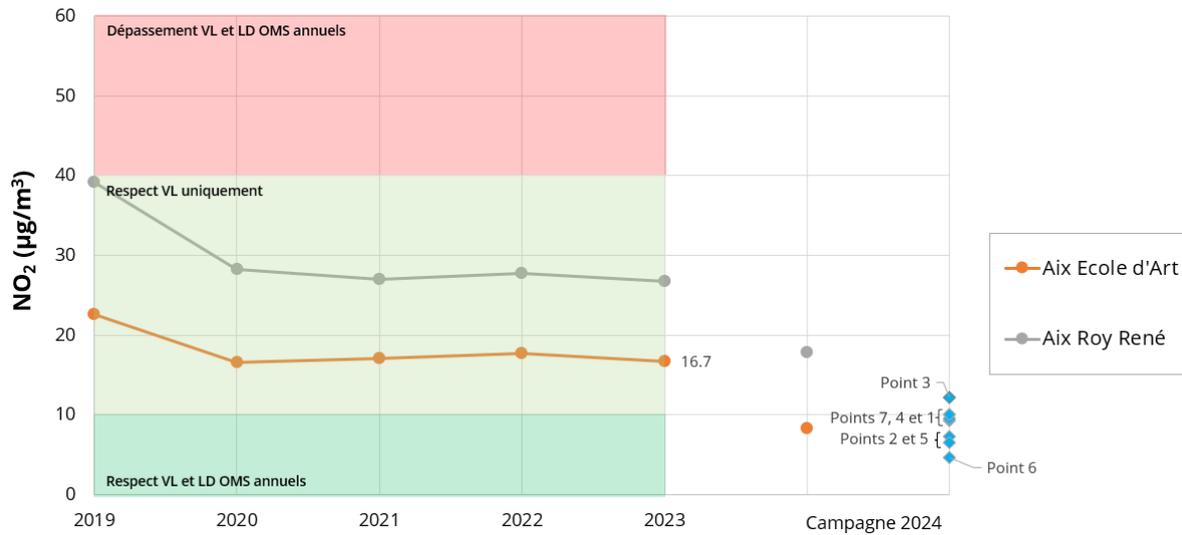


Figure 13 : Concentrations moyennes en NO₂ relevées sur les différents points de mesure ainsi qu'aux stations d'Atmosud durant la campagne de mesure avec mise en regard de leur évolution annuelle

Les concentrations observées au niveau des points 1, 3, 4, et 7 présentent des concentrations comprises entre celles des stations Aix Roy René (17,8 µg/m³) et Aix Ecole d'Art (8,2 µg/m³). Les points 2, 5 et 6 affichent des concentrations inférieures à celles des deux stations d'AtmoSud étudiées. On note également que les concentrations pendant la campagne sont inférieures aux moyennes historiques annuelles.

Ainsi, au regard de ces résultats et des concentrations moyennes observées ces 5 dernières années au niveau des stations de mesure d'AtmoSud étudiées, le respect de la valeur limite en moyenne annuelle de 40 µg/m³ sur l'emprise du projet est attendu.

Concernant la ligne directrice (LD) de 10 µg/m³ recommandée par l'OMS en 2021, il est certain qu'elle est dépassée sur l'ensemble des points de mesures comme sur les stations pérennes étudiées depuis plusieurs années.

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

6 Evaluation de l'impact du projet

L'état initial ayant été décrit dans les paragraphes précédents, il convient ensuite d'évaluer les futurs impacts du projet. Le guide du Cerema du 22 février 2019 recommande de considérer les différents horizons d'étude suivants :

- Etat actuel ;
- Mise en service du projet ;
- 20 ans après la mise en service.

La prise en compte d'un horizon d'étude « Mise en service + 20 ans » est justifiée dans le cas d'un projet d'infrastructure routière, où l'impact de l'infrastructure sur le trafic environnant peut être progressif. En revanche, elle est moins justifiée dans le cadre d'un projet d'aménagement, comme c'est le cas ici, où l'impact du projet sur le trafic est directement lié à sa mise en service (ex : trafic généré par les logements et activités implantées), et varie peu ensuite. La prise en compte d'un horizon « Mise en service + 20 ans » n'apporte ainsi pas d'élément supplémentaire à l'estimation de l'impact du projet sur la qualité de l'air. Nous n'avons donc pas considéré cet horizon.

Compte-tenu des données de trafic à disposition, les scénarios suivants ont été étudiés :

- Scénario actuel (2024) ;
- Scénario futur sans projet à l'horizon de sa mise en service (2029) ;
- Scénario futur avec projet à l'horizon de sa mise en service (2029).

6.1 Estimation des émissions de polluants

Afin de modéliser l'état actuel de la qualité de l'air, les émissions liées au trafic routier générées par les axes routiers étudiés ont été calculées.

L'estimation des émissions liées au trafic automobile est réalisée pour les polluants considérés ci-dessous :

- Oxydes d'azote (NO_x) ;
- Particules (PM₁₀ et PM_{2,5}) ;
- Monoxyde de carbone (CO) ;
- Benzène ;
- Composés organiques volatils non méthaniques (COVnm) ;
- Dioxyde de soufre (SO₂) ;
- Arsenic (As) ;
- Nickel (Ni) ;
- Benzo(a)pyrène (BaP).

6.1.1 Méthodologie

Les polluants émis par le trafic routier peuvent avoir différentes sources d'émissions :

- Echappement des véhicules ;
- Usure des pneus, freins et abrasion de la route.

Les méthodologies appliquées pour l'estimation des émissions liées à ces origines sont détaillées dans les paragraphes ci-après.

6.1.1.1 Emissions à l'échappement

Le logiciel ARIA TREFIC 5.2.1 (Traffic Emission Factors Improved Calculation), mis à disposition par la société ARIA Technologies, a été utilisé pour le calcul des émissions de polluants. Ce dernier s'appuie sur la méthodologie européenne **COPERT V**. Le diagramme méthodologique du calcul des émissions est présenté ci-après :

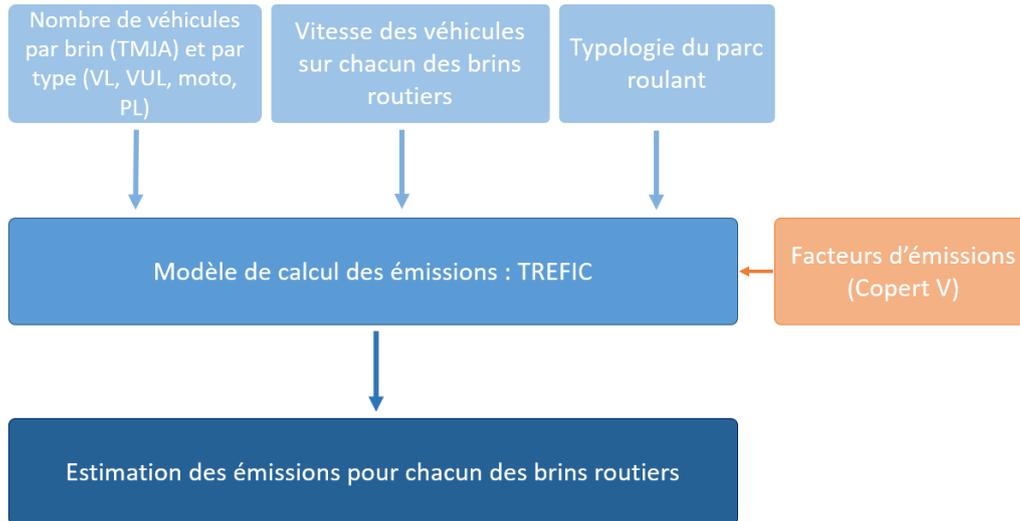


Figure 14 : Diagramme méthodologique pour le calcul des émissions

Ainsi, les données d'entrée nécessaires, pour chaque brin étudié, à la réalisation des calculs sont :

- Les trafics moyens journaliers (TMJA) ;
- La longueur du tronçon ;
- La répartition des véhicules (véhicules légers et poids lourds) ;
- La vitesse moyenne des véhicules ;
- Le parc automobile à l'horizon d'étude ;
- Les facteurs d'émissions.

6.1.1.2 Emissions liées à l'usure des pneus et des freins et à l'abrasion de la route

Pour les polluants particuliers que sont les HAP et les métaux, les émissions dues à l'usure des pneus et des freins des véhicules ne sont pas prises en compte directement dans le modèle COPERT V. Celles-ci ont été calculées selon la méthodologie EMEP⁵. Cette dernière met à disposition des équations permettant le calcul de ces émissions de composés particuliers mettant en jeu : les TMJA par type de véhicule (VL, PL, VUL), la distance parcourue, la vitesse moyenne et les facteurs d'émissions qu'elle fournit.

Les données d'entrée nécessaires, pour chaque brin étudié, à la réalisation des calculs sont :

- Les trafics moyens journaliers annuels (TMJA)^o;
- La longueur du tronçon^o;
- La répartition des véhicules (véhicules légers et poids-lourds) ;
- La vitesse moyenne des véhicules^o;
- Les facteurs d'émissions.

⁵ EMEP, Guidebook 2019, Road transport : automobile tyre and brake wear / automobile road abrasion

6.1.1.3 Données de trafic considérées

Les données de trafic sont issues de l'étude de trafic réalisée par Transmobilités en 2024⁶.

Il est à noter que l'ensemble des informations nécessaires n'était pas disponible dans cette étude. En effet, concernant la part des véhicules particuliers dans les véhicules légers (comprenant également les VUL *Véhicules Utilitaires Légers*), il a été appliqué la moyenne de 80 % correspondant à la commune d'Aix-en-Provence⁷. Par ailleurs, les vitesses moyennes sur le réseau routier n'étant pas disponibles, les vitesses réglementaires ont été prises en compte.

Le tableau en annexe page 53 présente l'ensemble des données de trafic considérées.

Les axes étudiés pour le calcul des émissions des trois scénarios sont présentés sur la carte suivante. Au total, le réseau d'étude est constitué de 0,54 km de voirie. Aucun axe n'est créé à l'horizon de mise en service du projet.

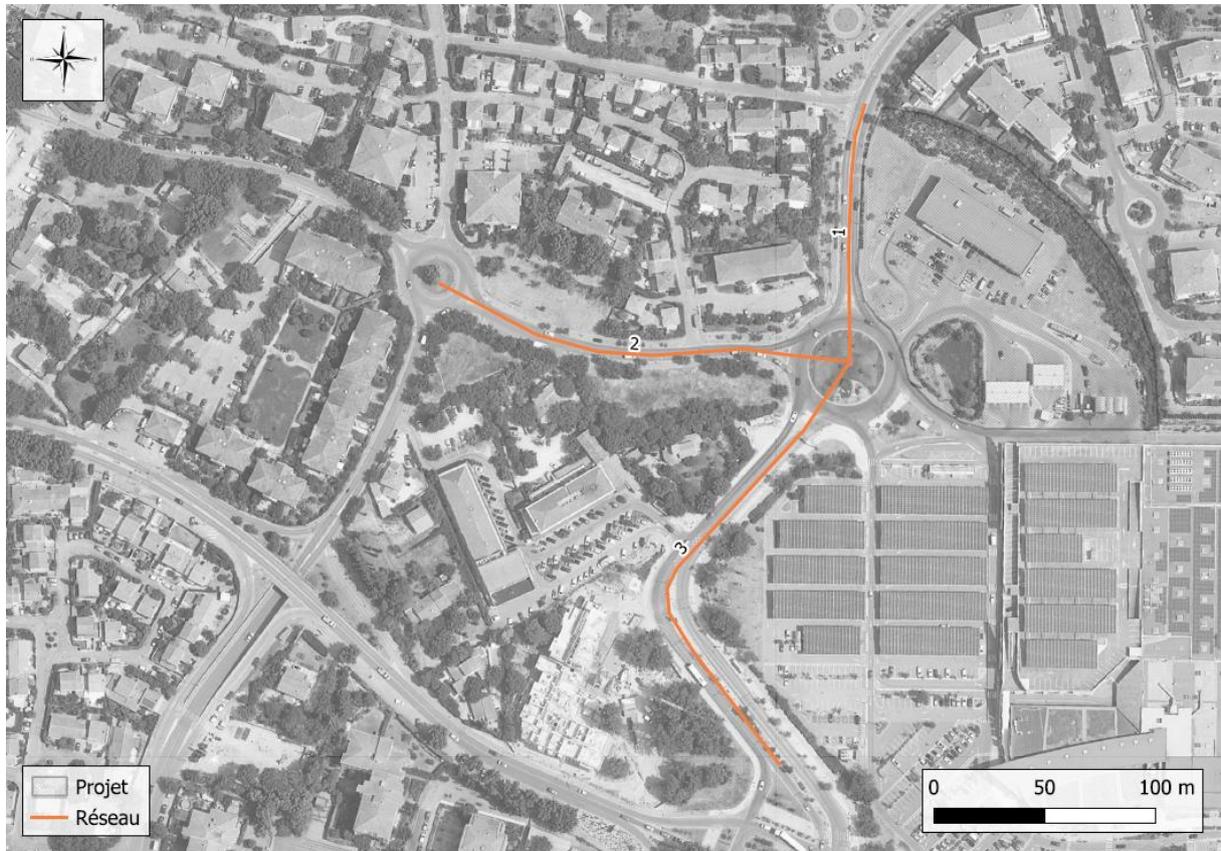


Figure 15 : Réseau d'étude issu de l'étude trafic

Le tableau suivant présente le trafic total considéré sur le réseau pour l'ensemble des scénarios étudiés.

Tableau 7 : Longueur totale du réseau d'étude et nombre de kilomètres parcourus par jour

⁶ Données fournies sous forme de cartographie mail

⁷ Donnée issue de <https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr>

Scénario	Longueur totale du réseau étudié dans le cadre du projet (km)	Distances parcourues totales (véh.km/j)
Scénario actuel – 2024	0,54	3 268
Scénario futur sans projet – 2029 (Référence)	0,54	3 268
Scénario futur avec projet – 2029 (Projet)	0,54	3 511

Dans le cadre de cette étude, on observe des distances parcourues totales (par l'ensemble des véhicules) variant d'environ 3 200 à 3 500 kilomètres par jour selon les scénarios.

En l'absence du projet à l'horizon 2029, les distances parcourues restent constantes car, à voirie constante, le trafic est considéré comme stable entre l'état actuel 2024 et le scénario de référence 2029.

Une augmentation de l'ordre de 8 % des distances parcourues est attendue entre le scénario futur sans projet et le scénario futur avec projet en 2029. Aucune modification de voirie n'étant prise en compte, les variations des distances parcourues sont directement à relier aux variations de trafic aux différents horizons.

6.1.1.4 Répartition du parc automobile

La distribution par type de voie (urbain, route, autoroute) des différentes catégories de véhicules (VP, VUL, ...) par combustible (essence ou diesel) et par norme (date de mise en service et technologies) est nécessaire pour le calcul des émissions.

Cette répartition, prise en considération via le logiciel Trefic, est extraite des données statistiques disponibles du parc français et fournis par IFSTTAR.

Il est à noter également que la part de véhicules hybrides est prise en compte dans les hypothèses. En revanche, étant donné que les véhicules électriques n'ont pas d'émissions à l'échappement, ils ne sont donc comptabilisés que dans les calculs d'émission à l'usure et à l'abrasion.

6.1.1.5 Facteurs d'émission

Echappement

Un facteur d'émission, exprimé en grammes de polluants par kilomètre (g/km), correspond à la quantité de polluant rejetée par un véhicule sur une distance d'un kilomètre. Il est dépendant de plusieurs paramètres : type de véhicules (VL, PL, ...), motorisation du véhicule (essence, diesel, ...), vitesse du véhicule, date de mise en circulation du véhicule,

COPERT (Computer Program to calculate Emissions from Road Transport) est une méthodologie européenne permettant le calcul des émissions de polluants du transport routier. Les facteurs d'émissions utilisés pour la présente étude sont ceux du programme **COPERT V**, méthodologie de référence européenne. Par ailleurs, dans son guide méthodologique de février 2019, le CEREMA, qui indique que la méthodologie COPERT est la plus utilisée dans les études opérationnelles, recommande d'utiliser des outils intégrant les dernières mises à jour de COPERT.

Usure des freins et des pneus et abrasion de la route

Ces facteurs d'émission dépendent du type de véhicule (VL, PL, VUL).

Les émissions issues de l'usure des routes et des freins génèrent des composés particuliers tels que le benzo(a)pyrène, l'arsenic et le nickel. Elles ont été calculées selon la méthodologie EMEP, à partir des émissions de PM₁₀ et PM_{2,5}.

Tableau 8 : Facteurs d'émission en benzo(a)pyrène, arsenic et nickel – Usures des pneus, des freins et abrasion de la route (source : EMEP)

	Usure des pneus	Usure des freins
As	3,8	67,5
Ni	29,9	327
B(a)P	3,9	0,74

6.1.2 Résultats

Le Tableau 9 et les figures suivantes présentent les émissions totales, par polluant, pour l'ensemble du réseau routier étudié sur les cinq scénarios :

Tableau 9 : Emissions totales journalières pour l'ensemble du réseau routier étudié

Polluants	Unité	Scénario Actuel 2024	Scénario futur sans projet - 2029	Scénario futur avec projet - 2029
NO_x	kg/jour	1,34	1,04	1,11
PM₁₀		0,15	0,13	0,14
PM_{2,5}		0,10	0,08	0,09
CO		0,67	0,52	0,56
COVNM		0,03	0,02	0,02
SO₂	g/jour	7,27	7,59	8,19
Benzène		1,08	0,49	0,52
As	mg/jour	5,43	5,43	5,80
Ni		26,75	26,76	28,56
BaP		3,72	3,34	3,58

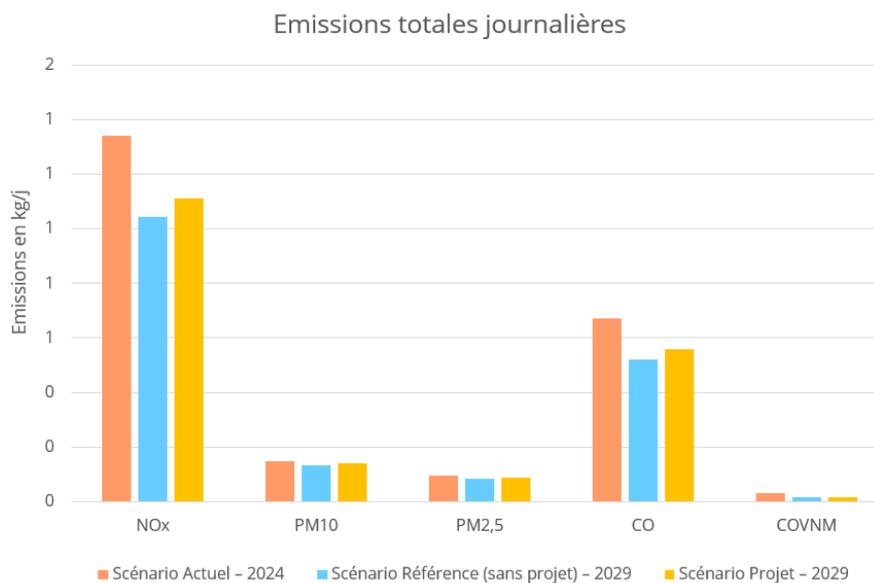


Figure 16 : Emissions totales journalières pour l'ensemble du réseau routier étudié (1)

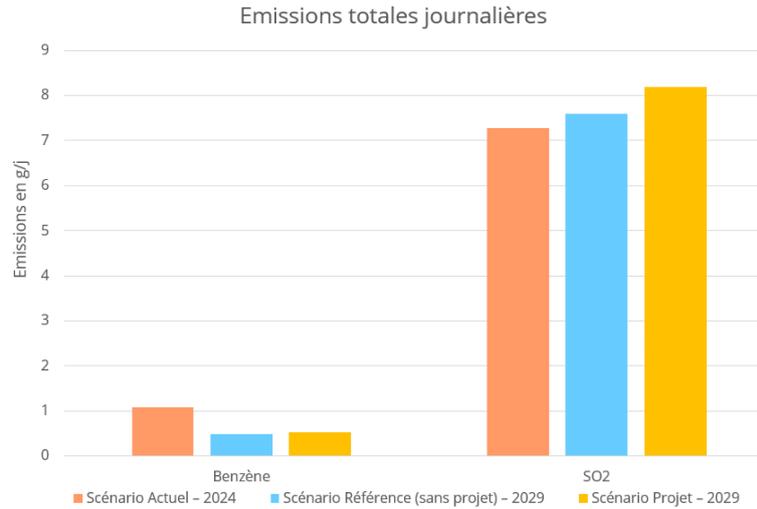


Figure 17 : Emissions totales journalières pour l'ensemble du réseau routier étudié (2)

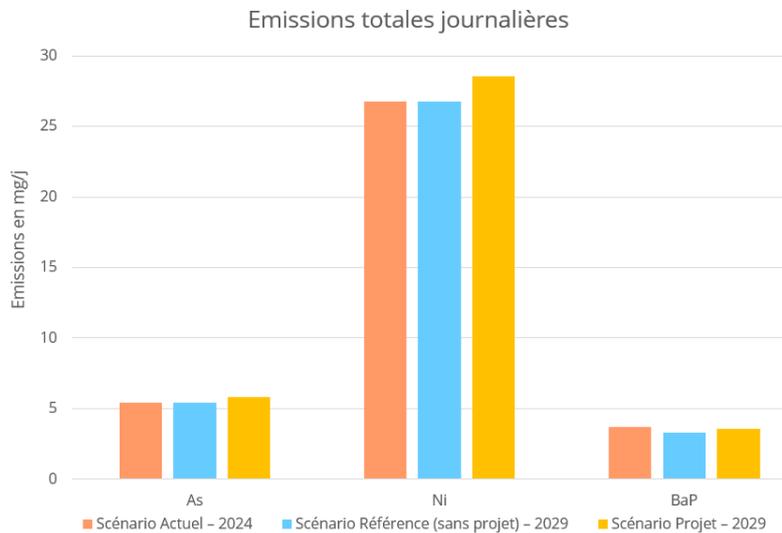


Figure 18 : Emissions totales journalières pour l'ensemble du réseau routier étudié (3)

L'évolution des émissions entre les différents scénarios est détaillée ci-après :

Tableau 10 : Evolution des émissions totales journalières pour l'ensemble du réseau routier étudié entre les différents scénarios

Polluants	Evolution Futur sans Projet 2029 / Actuel 2024	Evolution Futur avec Projet 2029 / sans Projet 2029
NO_x	- 22,3 %	+ 6,6 %
PM₁₀	- 8,8 %	+ 6,3 %
PM_{2,5}	- 13,5 %	+ 6,4 %
CO	- 22,5 %	+ 7,7 %
COVNM	- 47,0 %	+ 6,2 %
SO₂	+ 4,4 %	+ 7,8 %
Benzène	- 54,9 %	+ 7,9 %
As	+ 0,01 %	+ 6,7 %
Ni	+ 0,05 %	+ 6,7 %
BaPo	- 10,3 %	+ 7,4 %

On observe globalement une baisse des émissions à l'horizon 2029 sans projet pour l'ensemble des polluants à l'exception du SO₂, de l'arsenic et du nickel. L'évolution est variable selon le polluant considéré (comprise entre + 4,4 % et - 54,9 %). Les baisses les plus importantes sont observées pour le benzène et les COVNM. Elles sont à rapprocher d'une évolution du parc roulant (renouvellement et amélioration technologique) à l'avenir. Cette évolution n'est pas suffisamment favorable à l'abaissement des émissions de SO₂ pour compenser les effets de l'augmentation du trafic routier à l'horizon futur. Concernant les émissions des métaux, la part liée à l'usure des équipements (freins, pneus) est prépondérante.

A l'horizon de la mise en service du projet en 2029, l'augmentation des distances parcourues, liée à l'augmentation du trafic (création de logements), est à l'origine d'une faible hausse des émissions des polluants par rapport au scénario sans projet au même horizon : **+ 7 %** en moyenne.

Afin d'évaluer l'impact du projet sur les concentrations en polluants, il s'agit dans le prochain chapitre de modéliser la dispersion des émissions du dioxyde d'azote et des particules PM₁₀ et PM_{2,5} calculées précédemment.

6.2 Modélisation des concentrations

Il s'agit ici de modéliser la dispersion des émissions des polluants traceurs du trafic routier calculées précédemment.

Pour rappel, l'approche retenue pour mener cette étude est basée sur celle précisée dans le guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières, établi par le CEREMA et publié le 22 février 2019. L'étude réalisée est de niveau équivalent à II. Dans ce cadre, et conformément au guide, la modélisation aérodispersible porte sur le **dioxyde d'azote**. En complément, la modélisation des **particules PM₁₀ et PM_{2,5}** a été intégrée afin de prendre en compte ces polluants à enjeux sur le territoire régional.

6.2.1 Méthodologie

Le modèle de dispersion atmosphérique mis en œuvre ici est ADMS-Roads 5, logiciel de type gaussien de seconde génération. Ce type de modèle présente l'avantage d'un temps de calcul très court, permettant ainsi l'étude d'un grand nombre de situations météorologiques.

Développé depuis près de 30 ans par Cambridge Environmental Research Consultant (CERC), cet outil numérique est largement utilisé et reconnu sur le territoire français, en Europe et dans le monde. Considéré par l'INERIS comme la nouvelle génération des modèles de dispersion atmosphérique gaussiens, il est reconnu par l'US EPA (Environmental Protection Agency of United-States) comme un modèle « avancé » (« advanced model »). Validé par l'outil européen d'évaluation des modèles de dispersion, le « Model Validation Kit », il se base sur les technologies et les connaissances les plus récentes dans le domaine.

Ce modèle nécessite la prise en compte de paramètres d'entrée spécifiques au domaine d'étude qui sont détaillés dans le paragraphe ci-après.

6.2.2 Paramètres d'entrée pris en compte

6.2.2.1 Données d'émission

Les émissions des polluants retenus pour la modélisation de la dispersion sont celles calculées précédemment sur chacun des tronçons du réseau routier étudié (§6.1.2).

6.2.2.2 Domaine d'étude

Le domaine d'étude pris en compte dans le cadre de cette étude est un carré de 2,0 km par 2,0 km de résolution avec un maillage régulier d'environ 50 mètres. Un maillage plus resserré est défini à proximité des sources routières.

La bande d'étude est quant à elle définie comme un périmètre centré sur les voies dépendant des TMJA attendus sur ces dernières comme synthétisé dans le tableau suivant :

Tableau 11 : Critères de définition de la largeur de la bande d'étude – Guide du CEREMA⁸

TMJA de la voie à l'horizon d'étude le plus lointain (veh/j)	Largeur minimale de la bande d'étude centrée sur l'axe de la voie (m)
> 50 000	600
[25 000 ; 50 000]	400
[10 000 ; 25 000]	300
< 10 000	200

Une bande d'étude de 200 mètres a ainsi été établie pour le réseau étudié, elle est illustrée figure suivante :

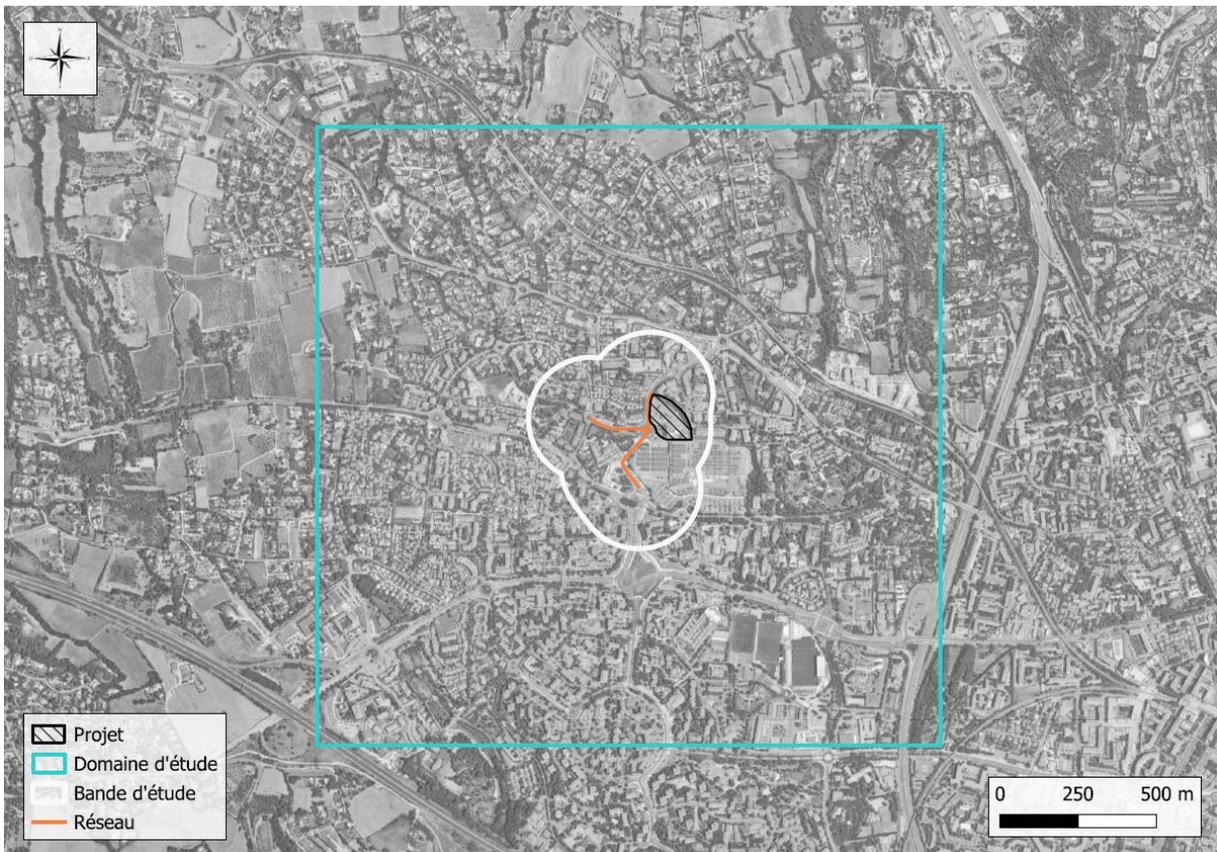


Figure 19 : Domaine et bande d'étude

⁸ Guide ministériel méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du 22 février 2019 rédigé par le CEREMA

6.2.2.3 Topographie

La topographie présente sur le domaine d'étude peut, en fonction de son importance, influencer sur la trajectoire du panache. Le relief, bien que peu marqué sur la zone d'étude, a été pris en compte dans cette étude.

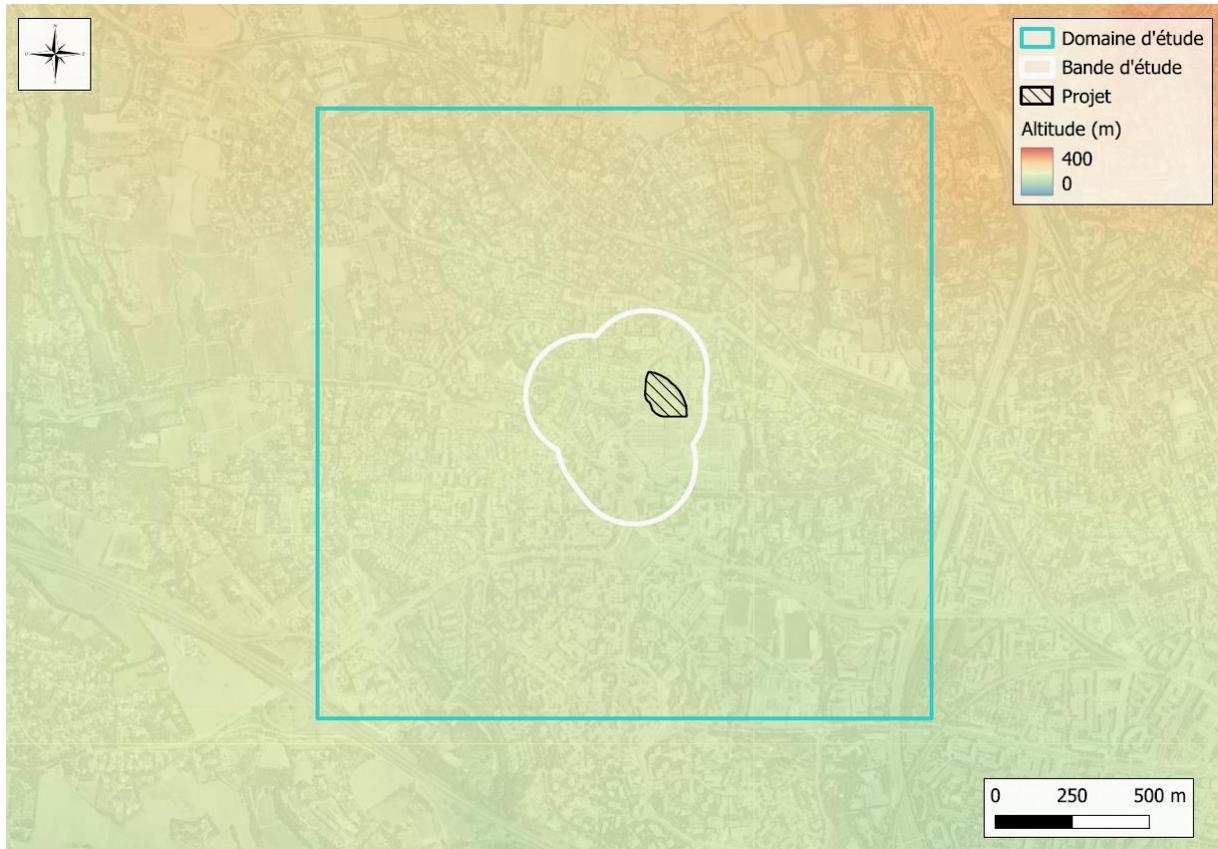


Figure 20 : Relief au droit du projet

6.2.2.4 Occupation des sols

La nature des sols peut influencer la progression des panaches. Le paramètre couramment utilisé dans les modèles de dispersion pour caractériser cette nature est la rugosité, qui représente la nature des obstacles au sol. La rugosité s'exprime en mètre et peut varier entre 0,001 et 1.

A partir des données d'occupation des sols d'images satellitaires de l'année 2018 (Corine Land Cover), il peut être affecté une rugosité propre à chaque point de la maille prise en compte.

Ainsi, une observation de l'occupation des sols a été réalisée. Ces caractéristiques sont présentées en figure suivante.

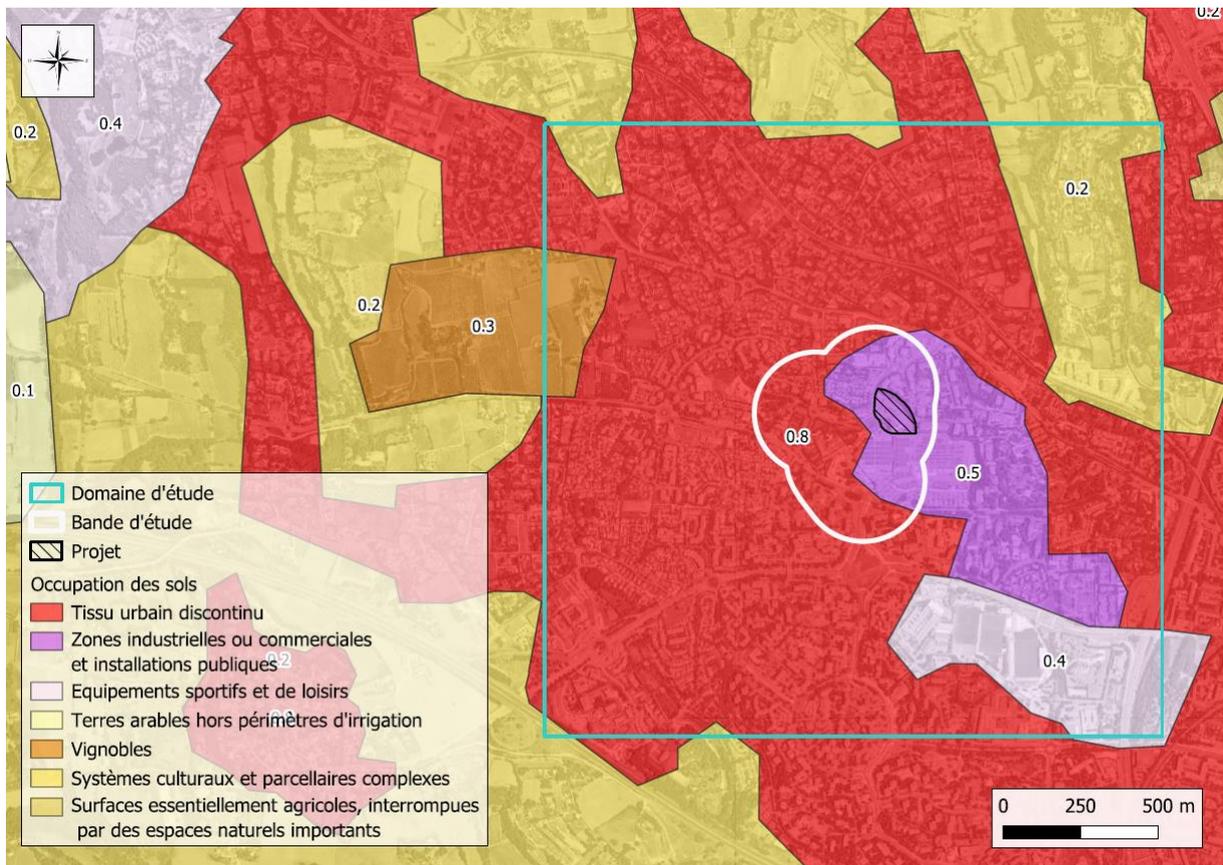


Figure 21 : Occupation des sols sur le domaine d'étude

Sur le domaine d'étude, l'occupation des sols varie de 0,2 à 0,8 m (pour des occupations de type tissu urbain discontinu principalement, vignobles, équipements sportifs et de loisirs, zones industrielles ou commerciales, terres arables hors périmètre d'irrigation), une hauteur de rugosité variable a ainsi été prise en compte.

6.2.2.5 Récepteurs

Parmi la population générale est distinguée la population vulnérable dite « public sensible ». Il s'agit :

- Des jeunes enfants ;
- Des personnes âgées ;
- Des personnes présentant des problèmes pulmonaires et cardiaques chroniques.

Ainsi, des points spécifiques appelés « récepteurs » ont été intégrés dans le modèle de dispersion afin d'estimer les concentrations en polluants au niveau de ces derniers. Un établissement recevant du public sensible a été recensé, il s'agit de la crèche des Petits Chaperons Rouges.

En complément, quatre zones d'habitations susceptibles d'être impactées dont trois correspondant à de futures habitations du projet et à la future crèche, ont également été prises en compte.

Ces récepteurs sont recensés dans le tableau ci-après.

Tableau 12 : Localisation des points récepteurs (projection géographique : UTM zone 31)

N° du récepteur	X	Y	Description
1	695378	4823279	Les Petits Chaperons Rouges
2	695400	4823029	Future crèche
3	695304	4823076	Future habitation projet
4	695352	4823030	Future habitation projet
5	695201	4823052	Habitation riveraine hors projet

Leurs emplacements sont illustrés sur la cartographie suivante :

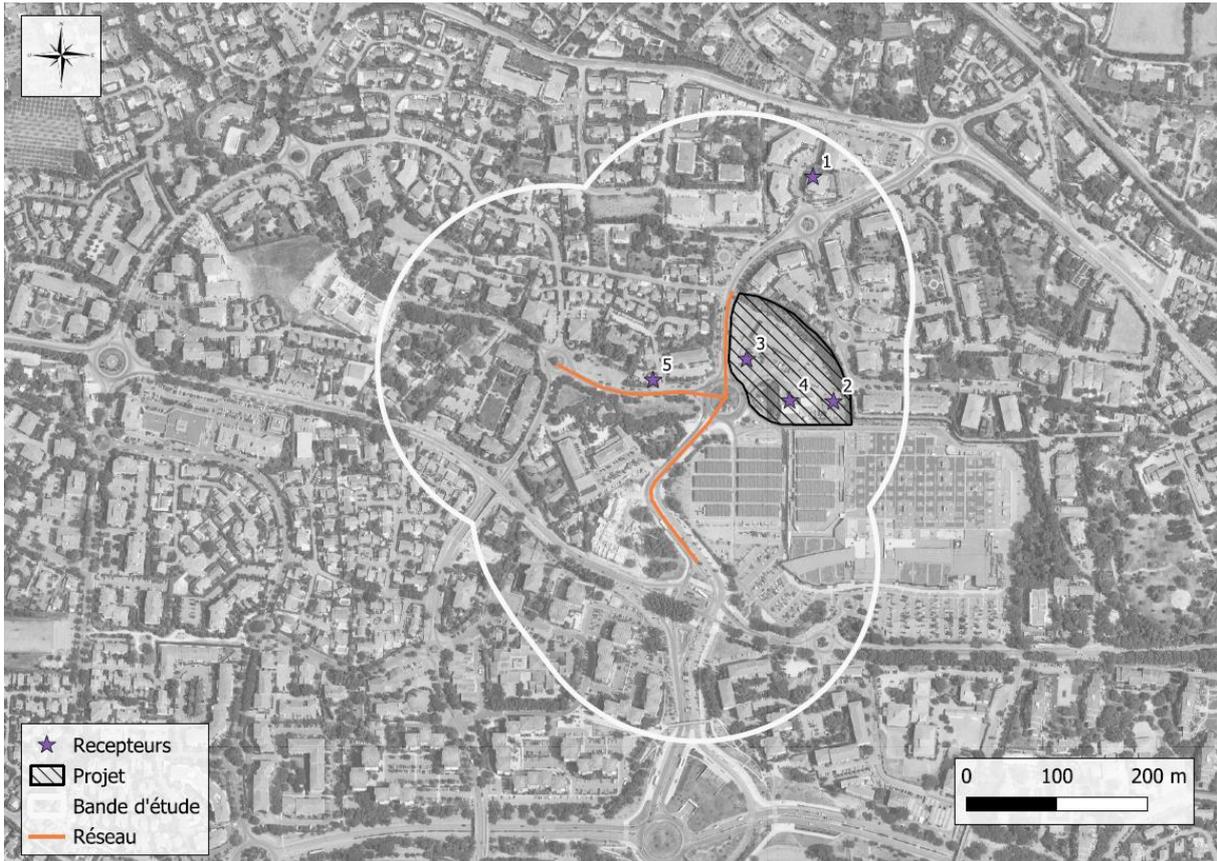


Figure 22 : Récepteurs retenus au sein de la bande d'étude

6.2.2.6 Données météorologiques

Les conditions météorologiques présentes sur le domaine d'étude sont un des paramètres prépondérants dans les calculs de dispersion. Afin que ces derniers soient les plus représentatifs possibles des conditions météorologiques présentes sur la zone d'étude, les données réelles (horaires sur une période d'un an) sont issues de la station météorologique la plus représentative du site soit celle de Marignane (*Indicatif : 13054001, alt : 9m, lat : 43°26'15"N, lon : 5°12'57"E*) située environ 20 km au sud du projet.

Les données prises en compte concernent les paramètres suivants :

- La vitesse du vent ;
- La direction du vent ;
- La température ;
- La pluviométrie ;
- La nébulosité totale.

La rose des vents issue de cette chronique météorologique est la suivante :

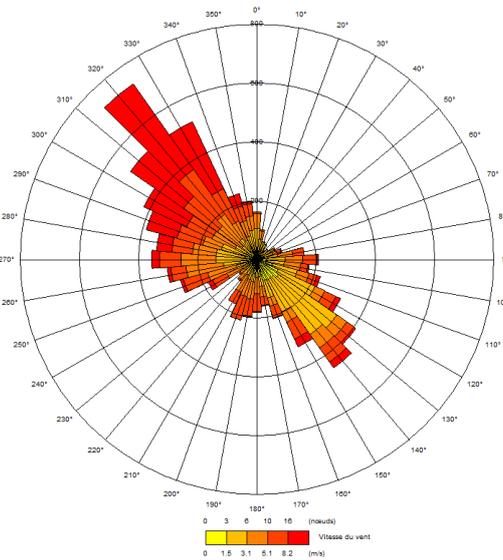


Figure 23 : Rose des vents - données 2023 – Station Météo-France de Marignane

Les vents dominants proviennent principalement du nord-ouest, caractéristique du Mistral très présent dans la région PACA, avec des vents modérés à fort, et du sud-est avec des vents plus faibles.

6.2.2.7 Conversion NO_x/NO_2

Afin d'affiner les résultats obtenus en NO_2 par le calcul des émissions, nous avons pris en compte la photochimie du NO_x dans les calculs de dispersion.

En effet, ADMS-Roads utilise un sous-ensemble du Generic Reaction Set (GRS) pour modéliser la chimie du NO_x . Cette approche exclut les hydrocarbures du schéma de réaction et suppose que les polluants de fond sont instantanément mélangés. Le modèle ajuste les valeurs de concentration de fond que l'on intègre en données horaires pour garantir des conditions d'équilibre pendant les différentes heures de la journée.

6.2.2.8 Pollution de fond

Les concentrations de fond sont définies par la directive européenne 2008/CE/50 comme les niveaux minimums moyens enregistrés non influencés par des sources de pollution locales.

Comme explicité dans le paragraphe 4.1, le transport routier n'est pas le seul émetteur de polluants dans l'air. D'autres contributeurs sont présents sur la zone tels que les secteurs résidentiel, industriel ou maritime.

Le renseignement des niveaux de fond auxquels sont exposés les populations présentes dans le domaine d'étude est nécessaire pour évaluer l'impact du projet sur la qualité de l'air et la santé des riverains. Les concentrations modélisées correspondent donc aux concentrations de fond et aux sur-concentrations générées par les infrastructures routières affectées par le projet.

Sur la zone d'étude, les stations AtmoSud nous ont permis de déterminer des niveaux de fond pour le NO₂ et les particules.

Le tableau ci-dessous présente la concentration de fond moyenne prise en compte.

Tableau 13 : Concentration de fond annuelle retenue dans les calculs de modélisation

Composé	Fond pour l'année 2023 (µg/m ³)	Source
NO ₂	16,7 ^(*)	En moyenne horaire Station Aix Ecole d'Art
PM ₁₀	15,6 ^(*)	
PM _{2.5}	8,8 ^(*)	

^(*) cette valeur est donnée à titre indicatif car les valeurs de bruit de fond ont été appliquées en moyenne horaire

La pollution de fond a ici été appliquée sur un pas de temps horaire afin de tenir compte à la fois des variations des émissions des sources et de la fluctuation des phénomènes météorologiques sur la journée.

Les concentrations présentées dans les sections suivantes correspondent aux concentrations totales sur la zone, à savoir la somme des concentrations modélisées et des concentrations de fond présentées dans le tableau ci-avant.

6.2.3 Résultats de la modélisation pour le NO₂

Les cartographies de concentrations en NO₂ pour chaque scénario sont présentées ci-après. Ces dernières mettent en évidence que :

- Les concentrations les plus élevées sont relevées à proximité immédiate du réseau routier considéré et approchent globalement la concentration de fond sur le reste de la bande d'étude lorsque l'on s'éloigne de ces axes routiers ;
- La valeur réglementaire de 40 µg/m³ en moyenne annuelle pour le dioxyde d'azote est respectée sur l'ensemble de la bande d'étude pour le scénario actuel et les scénarios futurs.
- La valeur guide OMS parue en 2021 en dioxyde d'azote de 10 µg/m³ est dépassée dans la bande d'étude quel que soit le scénario considéré. Ces dépassements ne peuvent pas être associés à la réalisation du projet compte tenu de l'influence de la pollution de fond (16,7 µg/m³). En effet, ce constat est observé sur l'ensemble des scénarios, y compris ceux ne prenant pas en compte la réalisation du projet (scénario Référence 2029).



Figure 24 : Cartographie des concentrations en NO_2 – Etat Actuel 2024



Figure 25 : Cartographie des concentrations en NO_2 – Référence 2029



Figure 26 : Cartographie des concentrations en NO₂ – Projet 2029

Les résultats des modélisations en NO₂ au niveau des points récepteurs sont présentés pour chaque scénario dans le tableau ci-après, et sont comparés aux valeurs réglementaires françaises en vigueur applicables, ainsi qu'aux valeurs guides OMS.

Tableau 14 : Résultats de la modélisation – Concentrations moyennes annuelles – NO₂

Nom du récepteur	Actuel 2024	Référence 2029	Projet 2029
	(µg/m ³)		
1	15,68	15,67	15,68
2	15,81	15,77	15,78
3	16,59	16,37	16,43
4	15,98	15,90	15,92
5	18,10	17,60	17,70
Valeur réglementaire française	40	40	40
Valeur guide OMS	10	10	10

Les variations entre les scénarios futur projet et de référence ne sont pas significatives.

A noter qu'en 2030, une nouvelle valeur limite annuelle pour le NO₂ de 20 µg/m³ devrait entrer en vigueur⁹. D'après les résultats précédents, celle-ci serait respectée au droit des récepteurs aux horizons futurs avec et sans projet.

⁹ https://www.citepa.org/fr/2024_04_a04/

6.2.4 Résultats de la modélisation pour les particules

Les résultats des modélisations en PM₁₀ et PM_{2,5} au niveau des points récepteurs sont présentés pour chaque scénario dans les tableaux ci-après, et sont comparés aux valeurs réglementaires françaises en vigueur applicables, ainsi qu'aux valeurs guides OMS.

Tableau 15 : Résultats de la modélisation – Concentrations moyennes annuelles – PM₁₀

Nom du récepteur	Actuel 2024	Référence 2029	Projet 2029
	(µg/m ³)		
1	15,66	15,66	15,66
2	15,69	15,68	15,68
3	15,83	15,81	15,82
4	15,72	15,71	15,71
5	16,10	16,10	16,10

Valeur réglementaire française	40	40	40
Valeur guide OMS	15	15	15

Tableau 16 : Résultats de la modélisation – Concentrations moyennes annuelles – PM_{2,5}

Nom du récepteur	Actuel 2024	Référence 2029	Projet 2029
	(µg/m ³)		
1	8,82	8,82	8,82
2	8,84	8,84	8,84
3	8,93	8,92	8,92
4	8,86	8,85	8,86
5	9,11	9,07	9,09

Valeur réglementaire française	25	25	25
Valeur guide OMS	5	5	5

Pour les PM₁₀, la valeur limite annuelle de 40 µg/m³ est respectée sur tous les scénarios pour l'ensemble des récepteurs et la ligne directrice OMS de 15 µg/m³ est dépassée, en lien avec le bruit de fond aixois sur la zone (15,6 µg/m³).

Pour les PM_{2,5}, la valeur limite annuelle de 25 µg/m³ est respectée sur tous les scénarios pour l'ensemble des récepteurs et la ligne directrice OMS de 5 µg/m³ est dépassée, en lien avec le bruit de fond aixois sur la zone (8,8 µg/m³).

Les variations des concentrations en particules entre les scénarios futur projet et de référence et donc l'impact du projet sur les concentrations en particules ne sont pas significatifs.

6.3 Evaluation de l'exposition de la population (IPP)

L'Indice Pollution Population ou IPP est un indicateur issu du croisement des concentrations en NO₂ et des populations exposées sur la zone d'étude. Cet indicateur représente de manière simplifiée l'exposition potentielle des personnes à la pollution atmosphérique due au projet routier et aux voies impactées par celui-ci.

6.3.1 Méthodologie

Dans le cadre du calcul de l'IPP, à chaque maille du domaine d'étude est affectée la densité de population correspondant à l'IRIS¹⁰ sur laquelle elle se situe. Le maillage de la population utilisé provient de l'Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques (INSEE).

L'IPP a ensuite été calculé à l'aide des concentrations modélisées en NO₂. Le calcul d'IPP se fait selon l'équation suivante :

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

Avec :

- IPP_i : IPP calculé à l'échelle de la maille i ;
- C_i : concentration modélisée du polluant à l'échelle de la maille i ;
- P_i : population présente dans la maille i.

A noter que les IPP par maille les plus forts peuvent correspondre :

- aux zones où la densité de population est la plus élevée ;
- ou aux zones où les concentrations calculées sont les plus élevées ;
- ou les deux.

6.3.2 Données d'entrée

6.3.2.1 Concentrations modélisées en NO₂

Les concentrations en NO₂ utilisées pour le calcul de l'IPP sont les concentrations issues des modélisations présentées précédemment.

6.3.2.2 Population

Pour l'ensemble des scénarios étudiés, la densité de population a été estimée sur la base des données de l'IRIS pour l'année 2020 (dernière version).

La population aux deux horizons d'étude (2024 et 2029) a été estimée à partir des projections de population réalisées par l'INSEE¹¹. Ces projections, réalisées à l'échelle du département des Bouches-du-Rhône, permettent de déterminer le pourcentage d'augmentation de la population entre 2020 (année du dernier recensement pour les IRIS) et les horizons étudiés. Ces augmentations ont ensuite été appliquées à la répartition de population par IRIS 2020.

Les facteurs d'évolution de la population sont présentés dans le tableau ci-après.

Tableau 17 : Evolution de la population aux différents horizons étudiés

% d'évolution entre 2020 et 2024	% d'évolution entre 2020 et 2029
+ 0,78 %	+ 1,71 %

Source : INSEE, projections du scénario « central » entre 2018 et 2070

¹⁰ Un IRIS représente le découpage d'une commune de plus de 5 000 habitants en quartier d'habitations. Par extension, afin de couvrir l'ensemble du territoire, on assimile également à un IRIS chacune des communes non découpées (communes de moins de 5 000 habitants).

¹¹ INSEE, Evolution de la population de 2018 à 2070, modèle Omphale 2022 – scénario central

Par ailleurs, le projet prévoit l'aménagement de 354 logements. L'INSEE a estimé en 2017 que le nombre d'occupants moyen par logement¹² était de 2,2 personnes. Ainsi, sur cette base, nous avons calculé que le projet générerait 779 habitants supplémentaires sur le périmètre du futur aménagement. A noter que cette approche est majorante car une majorité des logements (+ de 80 %) sont des T1 n'accueillant donc qu'une personne.

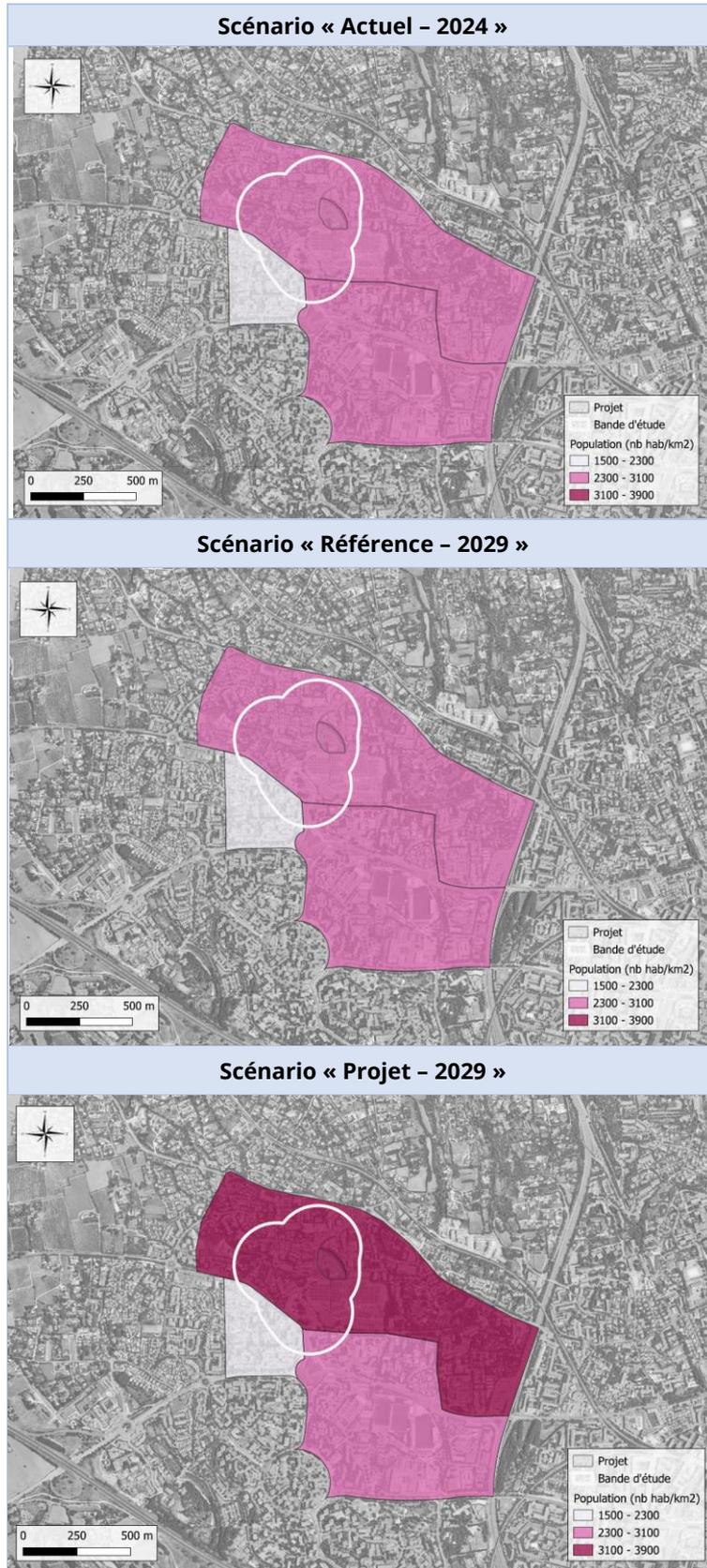
Les estimations du nombre d'individus dans les IRIS considérés sont présentées dans le tableau ci-dessous.

Tableau 18 : Nombre d'individus dans les IRIS aux horizons actuel et futur

Actuel 2024	Référence 2029	Projet 2029
Nombre d'habitants		
7 043	7 108	7 887

¹² INSEE (2020) <https://www.insee.fr/fr/statistiques/4277727?sommaire=4318291>

Figure 27 : Répartition de la population pour les différents scénarios (source : INSEE)



Les données de populations à l'échelle de l'IRIS ont été désagrégées sur l'emprise au sol du bâti à une résolution de 25 m. Pour cela, les données de BD TOPO® ont été collectées sur la zone d'étude et affinées pour considérer uniquement les surfaces habitées dans le calcul de l'IPP. Celles-ci sont présentées pour les différentes configurations sur la figure suivante :

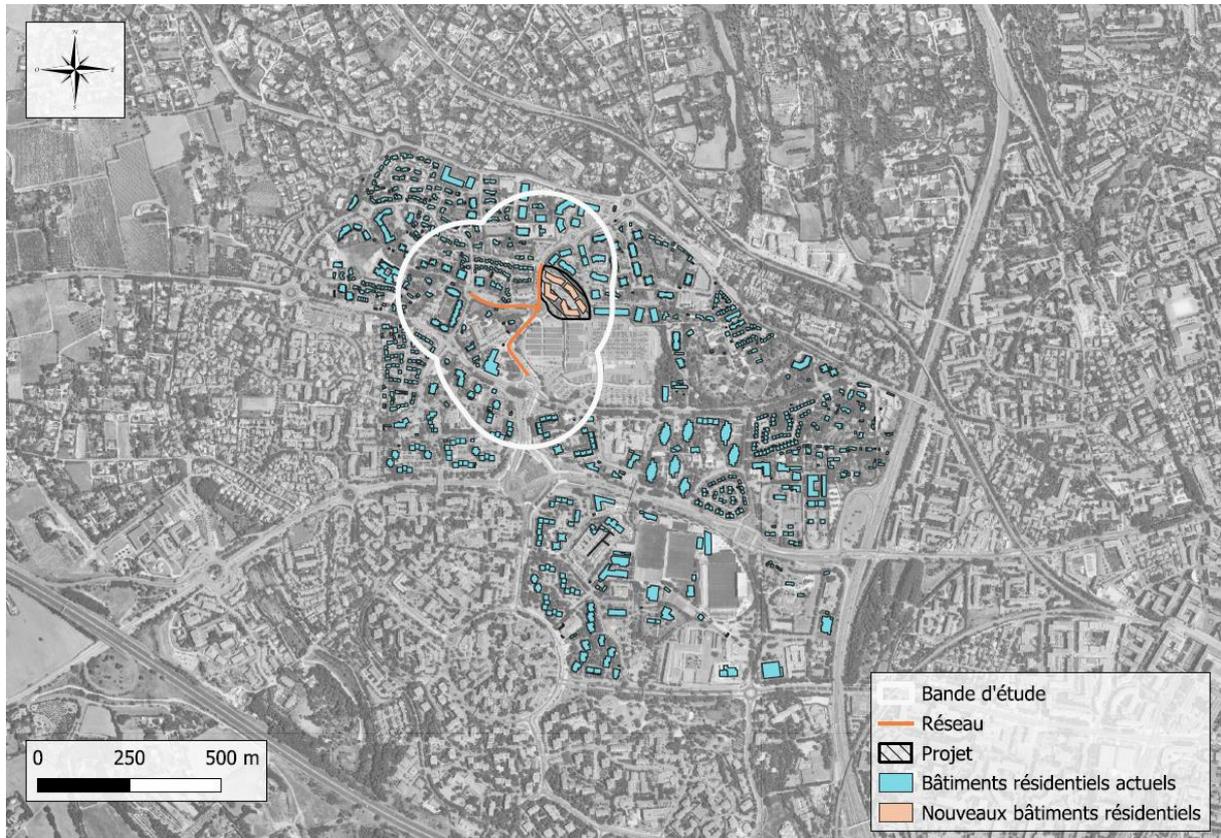


Figure 28 : Surface habitée dans la bande d'étude à horizon du projet (source : BD TOPO®)

6.3.3 Résultats

Pour calculer l'IPP, les IPP par maille ont été additionnés sur la totalité de la bande d'étude. L'IPP cumulé ainsi obtenu permet de comparer les différents scénarios et de voir l'impact du projet.

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

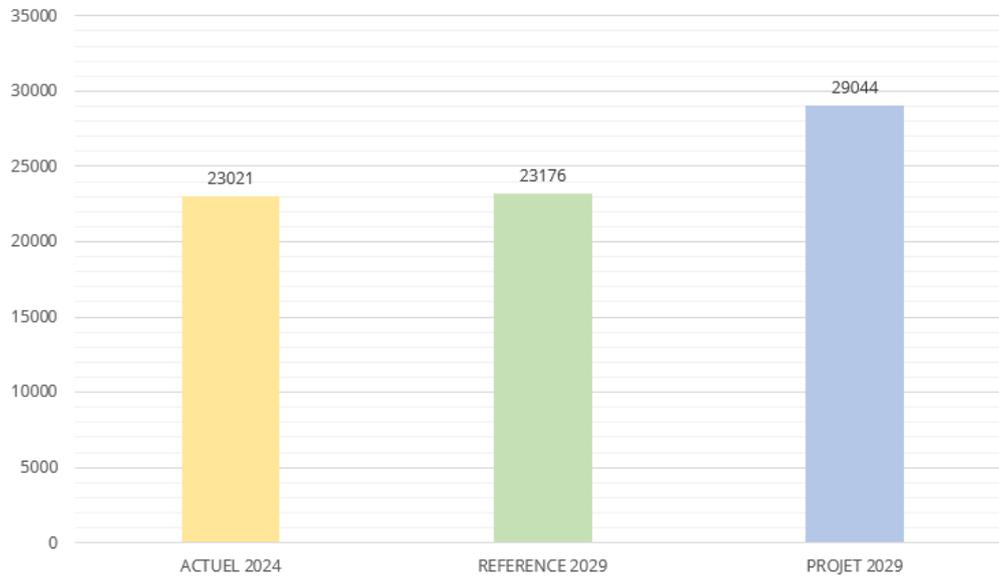


Figure 29 : Calcul des Indices Pollution-Population pour les différents scénarios

D'ici à 2029 (différence entre le scénario futur sans projet (Référence 2029) et le scénario actuel), l'IPP cumulé augmente légèrement (moins de 1 %) du fait de la faible variation des concentrations en NO₂ et de l'augmentation naturelle du nombre d'habitants à l'horizon 2029.

L'IPP cumulé à l'horizon du Projet 2029 augmente d'environ 25 % par rapport à celui du scénario de Référence 2029, essentiellement en lien avec l'aménagement de nouveaux logements dans le cadre du projet et donc un apport non négligeable de nouveaux habitants dans la zone d'étude.

Selon la note méthodologique du CERTU¹³, les bilans « santé » peuvent être considérés comme équivalents si les différences d'IPP cumulés sont inférieures à 20-30 %. **Ainsi, la situation sanitaire globale de la zone d'étude peut être considérée comme équivalente à la situation de référence en cas d'aménagement du projet.**

Dans une démarche d'amélioration continue, des mesures visant à favoriser une bonne qualité de l'air sur la zone sont développées dans le paragraphe suivant.

¹³ Note méthodologique sur l'évaluation des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact routières » (CERTU – Février 2005).

7 Mesures ERC

La séquence « éviter, réduire, compenser » (ou ERC) est une démarche réglementaire (art. L-122-3 du Code de l'Environnement) qui a pour objectif d'améliorer le bilan écologique de projets ou de plans/programmes, selon toutes les composantes de l'environnement et de la santé, en :

- évitant les atteintes à l'environnement ;
- réduisant les atteintes qui n'ont pu être suffisamment évitées ;
- compensant les effets notables qui n'ont pu être ni évités, ni suffisamment réduits.

L'objectif de la séquence ERC est représenté sur la figure suivante.

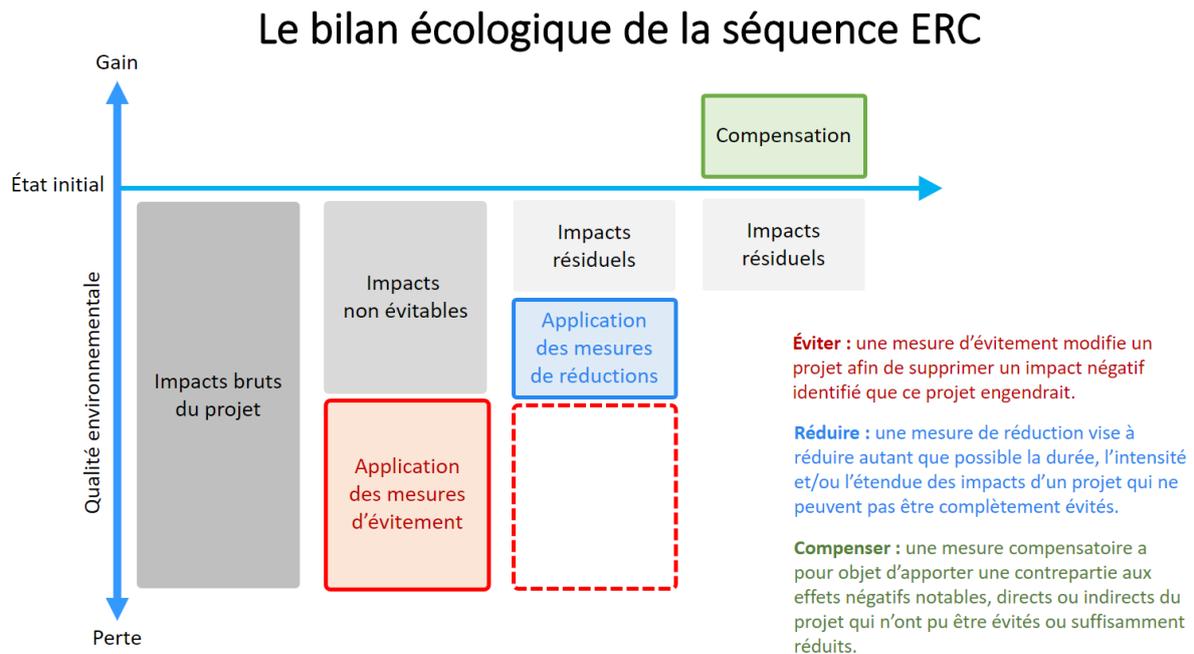


Figure 30 : Schéma de la séquence ERC (de la séquence ERC (source : Ministère de la Transition Ecologique¹⁴)

S'agissant de la qualité de l'air, les mesures de compensation visent essentiellement la qualité de l'air intérieur. Le plan masse du projet étant arrêté, les mesures d'évitement et de réduction concerneront en majorité la phase de construction et la phase exploitation, et dans une moindre mesure la phase conception. Elles sont présentées ci-dessous :

Phase conception :

- Agir sur la ventilation :
 - o En cas de ventilation double flux : Placer les prises d'air sur les façades les moins exposées, si possible en cœur d'îlot et prêter attention à l'emplacement des rejets (à plus de 2 mètres des prises d'air afin d'éviter une recirculation de l'air vicié à l'intérieur - norme européenne EN 13779) et prévoir une filtration efficace ainsi qu'un niveau de maintenance adapté.
 - o En cas de ventilation naturelle : privilégier une configuration avec des appartements traversants afin que l'aération par les façades les moins exposées soit rendue possible.

¹⁴ <https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/Th%C3%A9ma%20-%20C3%89valuation%20environnementale%20-%20La%20phase%20d%E2%80%99C3%A9vitement%20de%20la%20s%C3%A9quence%20ERC.pdf>

- Eloigner les bâtiments d'habitation des axes routiers : dans la mesure du possible, agrandir les zones tampon entre les axes routiers et les habitations.
- Prescrire l'utilisation de peintures et matériaux à faible émission de COV et de formaldéhyde.

Phase de construction :

- Absence de rejet dans le milieu naturel (air)
 - o arroser les pistes par temps sec et venteux
 - o humidifier le stockage ou pulvériser des additifs pour limiter les envols par temps sec ;
 - o mettre en place des bâches sur des résidus à l'air libre pouvant émettre des poussières ;
 - o confiner les stockages de produits pulvérulents, mettre en place un dispositif de capotage et d'aspiration de produits pulvérulents ;
 - o respecter les normes d'émission en vigueur ;
 - o limiter l'utilisation de groupes électrogènes
 - o éviter de laisser tourner les moteurs des engins de chantier et autres véhicules en inactivité.
- Suivre la mise en œuvre ou la faire suivre par un AMO Santé et Qualité de l'air :
 - o respect des bonnes pratiques chantier
 - o respect des temps de séchage et surveillance de l'humidité
 - o attention portée à la qualité des remblais, gestion des déchets
 - o surventilation des pièces à l'issue des activités émettrices (peinture par exemple)
 - o respect des prescriptions d'utilisation de matériaux et peintures peu émissifs afin de favoriser la qualité de l'air intérieur

Phase exploitation :

- Sensibilisation des occupants à la qualité de l'air intérieur : bonnes pratiques de ventilation au quotidien, sources de polluants en air intérieur bien identifiées, ...

8 Analyses des incertitudes

L'analyse des hypothèses considérées dans le cadre de cette étude doit être réalisée afin de pouvoir caractériser l'influence des incertitudes sur les résultats de l'étude et analyser si les choix réalisés minorent ou majorent les conclusions de l'étude.

Les principaux paramètres influençant les résultats sont :

- les hypothèses sur les émissions atmosphériques ;
- Les hypothèses relatives aux modèles de dispersion utilisés et les valeurs des paramètres pris en compte.

La discussion sera de ces hypothèses sera menée de façon qualitative ou quantitative.

8.1 Caractérisation des émissions atmosphériques

Les émissions liées au trafic routier ont été calculées sur la base des données trafic du bureau d'étude Transmobilités et des hypothèses suivantes :

- la vitesse de circulation des véhicules : la vitesse prise en compte sur certains tronçons est considérée comme constante. Elle ne tient pas compte des accélérations et décélérations en début et fin de tronçon ;
- le nombre de véhicules pris en compte pour les différents scénarios ;
- les facteurs d'émissions appliqués par le logiciel Trefic (facteurs COPERT V) ;
- le parc roulant (données IFSTTAR).

La principale incertitude, pouvant modifier les résultats de l'étude, concerne les trafics considérés dans l'étude et plus particulièrement pour les scénarios futurs. Elle est cependant non quantifiable en l'état actuel des connaissances. De plus, en l'absence de facteur d'émissions, les émissions liées aux huiles lubrifiantes et aux glissières de sécurité n'ont pas été prises en compte dans cette étude compte tenu du manque de données pour les quantifier.

Il n'est pas possible de statuer sur l'aspect minorant ou majorant des hypothèses considérées.

8.2 Modélisation des transferts

La modélisation des transferts dans l'environnement a été réalisé via un logiciel de dispersion basé sur des équations mathématiques qui permettent de retranscrire de façon simplifiée, les phénomènes de dispersion observés dans la réalité. Les principales incertitudes de cette phase sont liées au modèle et aux données d'entrée utilisés.

Les données d'entrée du modèle sont :

- Les caractéristiques des sources et leurs émissions : dans le cadre de cette étude, les sources considérées sont toutes des sources linéiques.
- Les polluants gazeux qui ont été considérés comme des gaz inertes sans appauvrissement du panache lié au dépôt : cette approche est majorante ;
- Le domaine d'étude de 2,0 x 2,0 km qui se situe dans la gamme d'utilisation du logiciel,
- Les paramètres rugosité et la topographie qui ont été intégrés au modèle permettant une bonne prise en compte des phénomènes de turbulence liés à l'occupation des sols et au relief ;
- Les données météorologiques considérée dans l'étude, sont issues de la station MétéoFrance la plus proche disposant d'une chronique météorologique complète horaire d'un an. La nébulosité est quant à elle issue d'une simulation à haute résolution extraite à

proximité immédiate du site (AROME source Météo France) : données représentatives des conditions météorologiques au droit du site.

- Les vents dont les vitesses sont inférieures à 0,8 m/s ont été pris en compte.

Les incertitudes liées aux calculs de modélisation sont soit majorantes soit réalistes et ne sont donc pas de nature à remettre en cause les conclusions de l'étude.

9 Conclusions

Dans le cadre de la construction d'un projet immobilier à Aix-en-Provence (13), une étude Air et Santé a été réalisée. Elle comporte notamment une campagne de mesure de qualité de l'air (NO₂), un bilan des émissions liées au trafic routier, des modélisations de la dispersion atmosphérique du dioxyde d'azote et des particules ainsi qu'une évaluation de l'exposition de la population via le calcul de l'Indice Pollution Population.

A l'horizon de la mise en service du projet en 2029, l'augmentation des distances parcourues liée à la mise en service du projet est à l'origine d'une hausse de + 7 % (en moyenne) des émissions des polluants par rapport au scénario sans projet (référence) au même horizon.

Vis-à-vis du NO₂ et des particules, la réalisation du projet engendrera un impact prévisionnel faible sur les concentrations permettant de respecter les valeurs réglementaires françaises de la qualité de l'air, à l'horizon 2029. Toutefois, les valeurs guides OMS 2021 sont dépassées sans que cela ne soit attribuable à la réalisation du projet lui mais bien en lien avec le bruit de fond sur la zone.

D'après le calcul de l'indice pollution-population, la situation sanitaire globale de la zone d'étude peut être considérée comme équivalente à la situation de référence en cas d'aménagement du projet.

En définitive, la qualité de l'air sur l'emprise du projet est compatible avec sa réalisation au regard du respect des valeurs repères françaises en vigueur actuellement et à l'horizon du projet. Toutefois, au vu du dépassement des valeurs limite OMS (non imputable au projet et valable sur une majeure partie du territoire) et dans une démarche d'amélioration continue, le sujet de l'exposition à la pollution de l'air est pris en compte dans le projet d'aménagement à travers la proposition de diverses mesures d'évitement réduction ou compensation.

10 Annexe 1 : Présentation de la méthode de mesure du NO₂

Le dioxyde d'azote NO₂ est mesuré à l'aide d'un échantillonneur passif long term de marque Passam dans lequel il diffuse et est piégé sur un support solide imprégné de triéthanolamine (TEA).

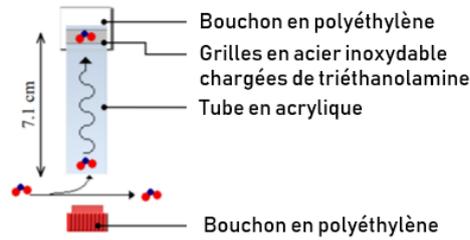


Figure 31 : Principe de l'échantillonneur passif Passam

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

11 Annexe 2 : Illustration des points de mesure



Point 1



Point 2



Point 3



Point 4



Point 5



Point 6



Point 7

12 Annexe 3 : Rapport d'analyse du laboratoire PASSAM

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

passam ag

air quality monitoring

NO2 Mesure du dioxyde d'azote par un échantillonneur passif

informations client

client: ISPIRA
ID client: FIX
contact: Marie Guibert
projet: Aix Bredasque
référence: EXPRESS

échantillonneurs passifs

date de réception: 19.09.2024
type: tube (Palms)
polluant: NO2
limite de détection: 0.5 µg/m3 (14 jours)
lux d'échantillonnage: 0.734 [ml/min]
filtre de protection: oui

analyse

méthode: SP01 photomètre, Salzmann
analyte: NO2-
date: 23.09.2024
lieu: passam ag

rapport de test

créé le: 24.09.2024
créé par: K. Bodei
vérifié le: 24.09.2024
vérifié par: T. Hangartner
nom de fichier: FIX012435
pages: 1



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

site de mesure	échantillonneur passif		période de mesure				temps d'expo. [h]	blanc [ABS]	mesure		résultat		Commentaire sur l'analyse
	ID	lot no.	début date	début heure	fin date	fin heure			dilution	valeur [ABS]	m analyte/ sampler [µg]	C NO2 [µg/m3]	
Point 1	FIX - 547	45258	04/09/2024	12:00	19/09/2024	10:07	334.1	0.002	1	0.063	0.14	9.2	
Point 2	FIX - 569	45258	04/09/2024	11:36	19/09/2024	10:10	334.6	0.002	1	0.050	0.11	7.2	
Point 3	FIX - 563	45258	04/09/2024	11:40	19/09/2024	10:14	334.6	0.002	1	0.082	0.18	12.1	
Point 4	FIX - 538	45258	04/09/2024	11:45	19/09/2024	10:18	334.6	0.002	1	0.065	0.14	9.5	
Point 5	FIX - 535	45258	04/09/2024	12:10	19/09/2024	10:30	334.3	0.002	1	0.045	0.10	6.5	
Point 6	FIX - 561	45258	04/09/2024	12:15	19/09/2024	10:36	334.4	0.002	1	0.033	0.07	4.7	
Point 7	FIX - 524	45258	04/09/2024	11:55	19/09/2024	10:22	334.5	0.002	1	0.068	0.15	10.0	
Doublon - Point 7	FIX - 567	45258	04/09/2024	11:55	19/09/2024	10:22	334.5	0.002	1	0.069	0.15	10.1	
Blanc - Point 7	FIX - 531	45258	04/09/2024	11:55	19/09/2024	10:22	334.5	0.002	1	0.001	< 0.01	< 0.5	

13 Annexe 4 : Trafics routiers considérés

Tableau 19 : Trafics considérés sur les différents axes du réseau routier étudié

Brin	ETAT INITIAL 2024		REFERENCE 2029		PROJET 2029		Vitesse (km/h)
	PL	TMJA	PL	TMJA	PL	TMJA	
1	317	5 200	317	5 200	319	5 700	34
2	252	6 800	252	6 800	252	7 400	37
3	584	5 900	584	5 900	583	6 200	35

PL : Poids Lourds en veh/j

TMJA : Trafic Moyen Journalier en veh/j

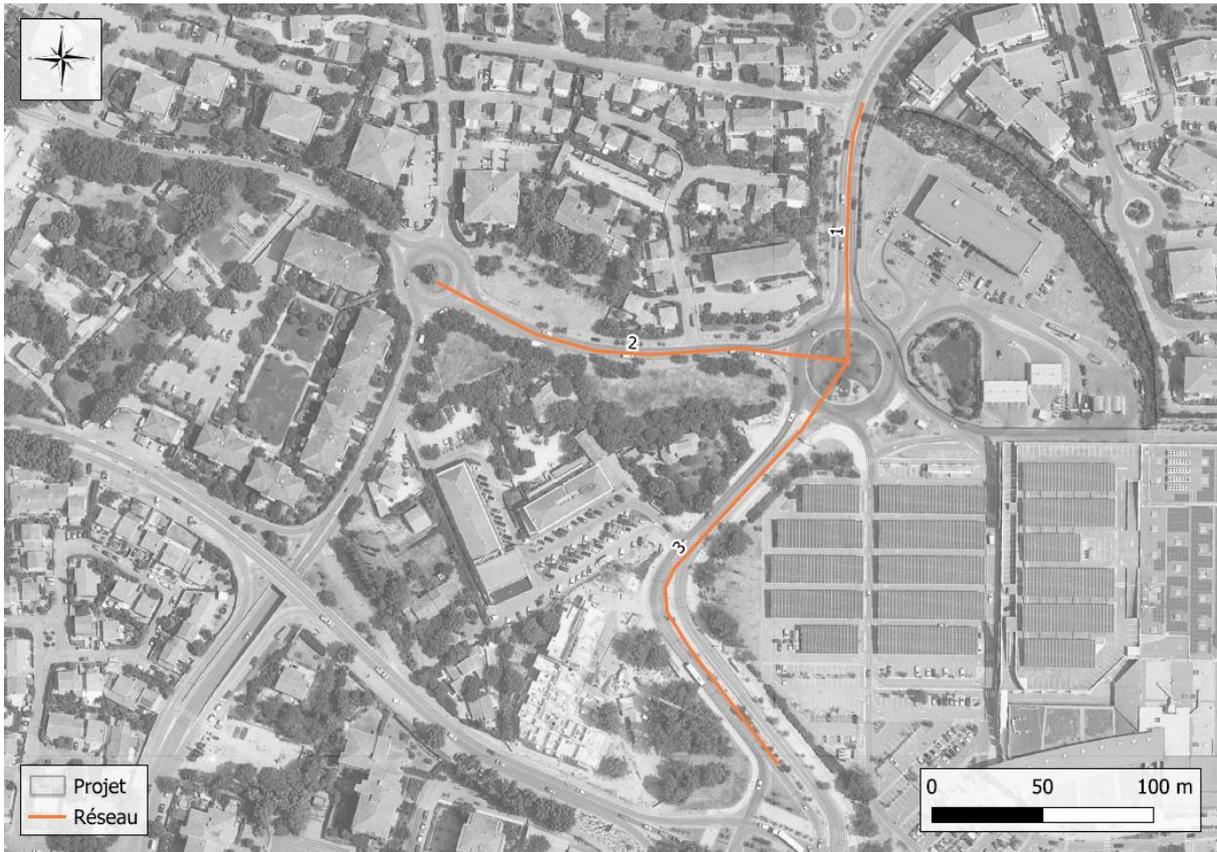


Figure 32 : Réseau routier associé

Données issues de l'étude Transmobilités en 2024.