

# Rapport d'étude de la qualité de l'air

## Projet d'aménagement de ZAC Littoral (Marseille 16<sup>ème</sup>)



Campagnes de mesure du 8 au 22 novembre 2021

Pour :  
Kaufman & Broad



N° de version	Rédaction	Relecture	Validation
1	Marie Guibert Bryan Vincent	Justine Gourdeau Rafaël Bunales	Justine Gourdeau
	14/12/2021	22/12/2021	22/12/2021
2	Bryan Vincent	Marie Guibert	Justine Gourdeau
	10/01/2021	11/01/2021	11/01/2021

Table des matières

1	Résumé.....	5
2	Contexte et niveau d'étude.....	6
3	Composés étudiés .....	8
4	Méthodes de mesure .....	9
5	Valeurs réglementaires pour les polluants étudiés.....	10
6	Stratégie d'échantillonnage .....	11
7	Bilan de la qualité de l'air locale à partir des données d'AtmoSud.....	12
8	Campagne de mesures .....	15
8.1	Données météorologiques .....	15
8.2	Résultats des mesures de dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> ).....	17
8.2.1	Données sur la zone d'étude.....	17
8.2.2	Confrontation aux stations pérennes d'AtmoSud.....	18
8.3	Résultat des mesures de PM <sub>10</sub> .....	19
8.4	Résultat des mesures de benzène.....	22
8.5	Résultat des mesures de SO <sub>2</sub> .....	22
9	Calcul des émissions.....	24
9.1	Zone et réseau d'étude .....	24
9.2	Méthode de calcul des émissions.....	25
9.3	Facteurs d'émissions et parc roulant .....	25
9.4	Bilan du trafic .....	27
9.5	Bilan des émissions.....	27
9.6	Analyse du bilan des émissions .....	31
10	Impact sur la qualité de l'air et la santé .....	34
10.1	Modélisation des concentrations.....	34
10.1.1	Le modèle ADMS .....	34
10.1.2	Principales données d'entrée.....	34
10.1.3	Pollution de fond .....	37
10.2	Données en sortie du modèle .....	38
10.3	Résultats de la modélisation .....	41
10.4	Evaluation de l'exposition (Indice Pollution Population) .....	52
10.4.1	Bande d'étude .....	52
10.4.2	Méthode de calcul de l'indice pollution population .....	52
10.4.3	Résultats.....	53
11	Conclusion .....	54
12	Recommandations en termes d'aménagement.....	55

Annexe 1 – Fiches descriptives des points de mesure .....	57
Annexe 2 – Documents de planification relatifs à l'air.....	65
Annexe 3 – Rapport d'analyse du laboratoire PASSAM : NO <sub>2</sub> et PM <sub>10</sub> .....	71
Annexe 4 – Rapports d'analyse du laboratoire TERA : Benzène et SO <sub>2</sub> .....	73

## Liste des figures

Figure 1 : Localisation du projet .....	6
Figure 2 : Plan cadastral et périmètre d'intervention (source : EODD).....	7
Figure 3 : Plan d'implantation des points de mesure .....	11
Figure 4 : Cartographie des stations pérennes d'AtmoSud les plus proches de la zone du projet.	13
Figure 5 : Températures et précipitations du 08/11/2021 au 22/11/2021 à la station Marignane (données Météo France).....	15
Figure 6 : Rose des vents à la station de Marignane du 08/11/2021 au 22/11/2021 – données issues de Météo-France .....	16
Figure 7 : Rose des vents à la station de Marignane au mois de novembre de 2011 à 2021 – données issues de Météo-France.....	16
Figure 8 : Concentrations moyennes en NO <sub>2</sub> aux différents points de mesure .....	17
Figure 9 : Cartographie des concentrations moyennes en NO <sub>2</sub> relevées sur les différents points de mesure .....	17
Figure 10 : Concentrations moyennes en NO <sub>2</sub> relevées sur les différents points de mesure et aux stations d'AtmoSud du 08/11/2021 au 22/11/2021 .....	18
Figure 11 : Evolution des concentrations moyennes annuelles en NO <sub>2</sub> aux stations pérennes d'AtmoSud de 2016 à 2020.....	19
Figure 12 : Concentrations en PM <sub>10</sub> au droit des points de mesure et des stations pérennes du 08/11/2021 au 22/11/2021 .....	20
Figure 13 : Evolution des concentrations moyennes annuelles en PM <sub>10</sub> aux stations pérennes d'AtmoSud .....	20
Figure 14 : Concentrations moyennes annuelles 2019 en PM <sub>10</sub> modélisées – Source : AtmoSud ..	21
Figure 15 : Concentrations moyennes annuelles 2020 en PM <sub>10</sub> modélisées – Source : AtmoSud ..	22
Figure 16 : Réseau et zone d'étude .....	24
Figure 17 : Paramètres pris en compte dans COPERT5.....	26
Figure 18 : Emissions en oxydes d'azote en kg/an .....	28
Figure 19 : Emissions en PM <sub>10</sub> kg/an .....	28
Figure 20 : Emissions en PM <sub>2,5</sub> kg/an .....	28
Figure 21 : Emissions en monoxyde de carbone en kg/an .....	29
Figure 22 : Emissions en composés organiques volatils non méthaniques en kg/an.....	29
Figure 23 : Emissions en benzène en kg/an.....	29
Figure 24 : Emissions en dioxyde de soufre en kg/an .....	30
Figure 25 : Emissions en arsenic en kg/an .....	30
Figure 26 : Emissions en nickel en kg/an.....	30
Figure 27 : Emissions en benzo(a)pyrène en kg/an.....	31
Figure 28 : Evolution des émissions par rapport à l'état initial (2020) selon le scénario .....	31
Figure 29 : Evolution du trafic journalier sur la zone d'étude (tous véhicules) .....	33
Figure 30 : Rose des vents observés sur la station Météo France de Marseille .....	35

Figure 31 : Topographie (en mNGF) utilisée dans le modèle ADMS .....	36
Figure 32 : Hauteurs de rugosité considérées dans le modèle .....	37
Figure 33 : Domaine d'étude et points récepteurs .....	38
Figure 34 : Histogramme présentant les résultats des mesures et du modèle ADMS (NO <sub>2</sub> ).....	40
Figure 35 : Concentrations moyennes annuelles en NO <sub>2</sub> – Scénario initial 2020 .....	42
Figure 36 : Percentile 99,8 horaire en NO <sub>2</sub> – Scénario initial 2020 .....	43
Figure 37 : Concentrations moyennes annuelles en NO <sub>2</sub> – Scénario avec Projet 2024 .....	44
Figure 38 : Percentile 99,8 horaire en NO <sub>2</sub> – Scénario avec Projet 2024 .....	45
Figure 39 : Concentrations moyennes annuelles en NO <sub>2</sub> – Scénario sans Projet 2024 .....	46
Figure 40 : Percentile 99,8 horaire en NO <sub>2</sub> – Scénario sans Projet 2024 .....	47
Figure 41 : Concentrations moyennes annuelles en NO <sub>2</sub> – Scénario avec Projet 2044 .....	48
Figure 42 : Percentile 99,8 horaire en NO <sub>2</sub> – Scénario avec Projet 2044 .....	49
Figure 43 : Concentrations moyennes annuelles en NO <sub>2</sub> – Scénario sans Projet 2044 .....	50
Figure 44 : Percentile 99,8 horaire en NO <sub>2</sub> – Scénario sans Projet 2044 .....	51
Figure 45 : Nombre d'individus résidant dans la zone d'étude et au niveau des bandes d'étude ..	53
Figure 46 : Indice Population pour les différents horizons et scénarios.....	53
Figure 47 : Illustration de l'effet de la géométrie du front bâti continu sur la qualité de l'air (source : ADEME).....	56
Figure 48 : Amélioration de la canalisation des polluants le long de l'axe routier par la présence de mur acoustique à pan supérieur incliné – source : Collins et al, 2021 .....	56

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Paramètres étudiés : sources et effets sur la santé.....	8
Tableau 2 : Méthodes de mesure et d'analyse des différents polluants .....	9
Tableau 3 : Valeurs de référence pour les composés étudiés.....	10
Tableau 4 : Moyennes annuelles 2019, 2020 et 2021 (partielle) et données récoltées lors des campagnes de mesure de novembre 2021 enregistrées par les stations AtmoSud situées à proximité de la zone d'étude .....	13
Tableau 5 : Facteurs d'émission en PM <sub>10</sub> et PM <sub>2,5</sub> pour l'usure des pneus et des freins selon les catégories de véhicules.....	26
Tableau 6 : Teneurs en soufre des carburants considérées.....	26
Tableau 7 : Facteurs d'émissions pour l'usure des pneus et des freins du benzo(a)pyrène et des métaux .....	27
Tableau 8 : Nombre de kilomètres parcourus par jour sur le réseau d'étude retenu .....	27
Tableau 9 : Emissions calculées par polluants pour les cinq scénarios en kg/an.....	27
Tableau 10 : Pollution de fond annuelle retenue dans les calculs de modélisation .....	37
Tableau 11 : Comparaison des résultats modélisés et mesurés en NO <sub>2</sub> .....	39
Tableau 12 : Paramètres statistiques.....	40
Tableau 13 : Concentrations modélisées en NO <sub>2</sub> pour les 5 scénarios.....	41
Tableau 14 : Largeur des bandes d'étude en fonction du trafic.....	52
Tableau 15 : Objectifs nationaux de réduction des émissions .....	65

## 1 Résumé

Dans le cadre de l'aménagement d'un ensemble immobilier résidentiel dans le 16<sup>ème</sup> arrondissement de Marseille, la société ISPIRA a été mandatée par Kaufman & Broad afin de mener une étude de la qualité de l'air sur la zone. Celle-ci vise ainsi à évaluer l'exposition des futurs habitants, avec une attention particulière portée à l'influence des trafics routier et maritime à proximité.

Des mesures de dioxyde d'azote sur huit points, de dioxyde de soufre sur deux points ainsi que de particules PM<sub>10</sub> et benzène sur un point ont été effectuées durant deux semaines, du 8 au 22 novembre 2021.

Le bilan des émissions réalisé indique **que l'impact de la mise en service du projet sur les émissions est de 11,3% quel que soit le composé considéré par rapport au scénario référence de 2024 et de 2044.**

Les concentrations en dioxyde d'azote mesurées lors de la campagne s'échelonnent de 28 à 35 µg/m<sup>3</sup>.

**Les concentrations modélisées en NO<sub>2</sub> montrent un respect de la valeur limite de 40 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle sur l'ensemble des points récepteurs et des scénarios considérés.** Un dépassement de celle-ci est modélisé au niveau du Chemin du littoral à proximité du projet. Cette tendance diminue en 2024 et plus fortement encore en 2044, avec un respect de cette valeur réglementaire. **De plus, la mise en service du projet n'entraîne pas de modifications majeures sur les concentrations en NO<sub>2</sub> par rapport au scénario de référence au même horizon d'étude.**

S'agissant des particules PM<sub>10</sub>, la concentration moyenne retrouvée au centre de la parcelle est de 29,4 µg/m<sup>3</sup>.

Au vu des concentrations retrouvées au droit des stations fixes d'Atmosud, **il est très probable que la valeur limite de 40 µg/m<sup>3</sup> pour les particules PM<sub>10</sub> est respectée sur une année entière au droit du projet de la ZAC Littoral.**

Pour le benzène et le dioxyde de soufre, les concentrations mesurées lors de la campagne sont faibles à très faibles, respectivement de l'ordre de 0,4 µg/m<sup>3</sup> et 0,1 µg/m<sup>3</sup> sur la zone.

**Il est certain que la valeur limite annuelle de 5 µg/m<sup>3</sup> pour le benzène et l'objectif de qualité annuel de 50 µg/m<sup>3</sup> pour le SO<sub>2</sub> sont respectées au droit du projet de la ZAC Littoral.**

La mise en service du projet conduit à une augmentation du trafic sur la zone (+11,3 %). Cette augmentation aura une **influence sur l'IPP : sa baisse attendue en cas de réalisation du projet reste marquée (-10% entre 2020 et 2024, et -25% entre 2020 et 2044), mais moins forte qu'en l'absence de réalisation du projet.**

## 2 Contexte et niveau d'étude

Le projet objet de ce rapport d'étude consiste en la construction d'un ensemble immobilier résidentiel, dans le seizième arrondissement de Marseille, le long du Chemin du Littoral à l'angle du rond-point France-Indochine. La formalisation du dossier de création d'une Zone d'Aménagement Concertée sur le secteur nécessite des études préalables. Le bureau d'étude ISPIRA, accompagné de son partenaire et sous-traitant Ramboll, réalise l'étude Air et Santé de l'étude d'impact.

L'article R122-5 du code de l'environnement décrit le contenu attendu d'une étude d'impact. La méthodologie à mettre en œuvre pour mener les études dites « air et santé » des projets d'infrastructures routières est indiquée dans le Guide méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impacts routières du 22 février 2019<sup>1</sup> (Guide CEREMA). Dans le contexte particulier de création d'une ZAC pour lequel il n'existe pas de document de référence, ce guide sert uniquement de cadre. Les différentes parties de la présente étude correspondent aux recommandations de ce guide pour une étude de niveau II.

La localisation du projet est la suivante :

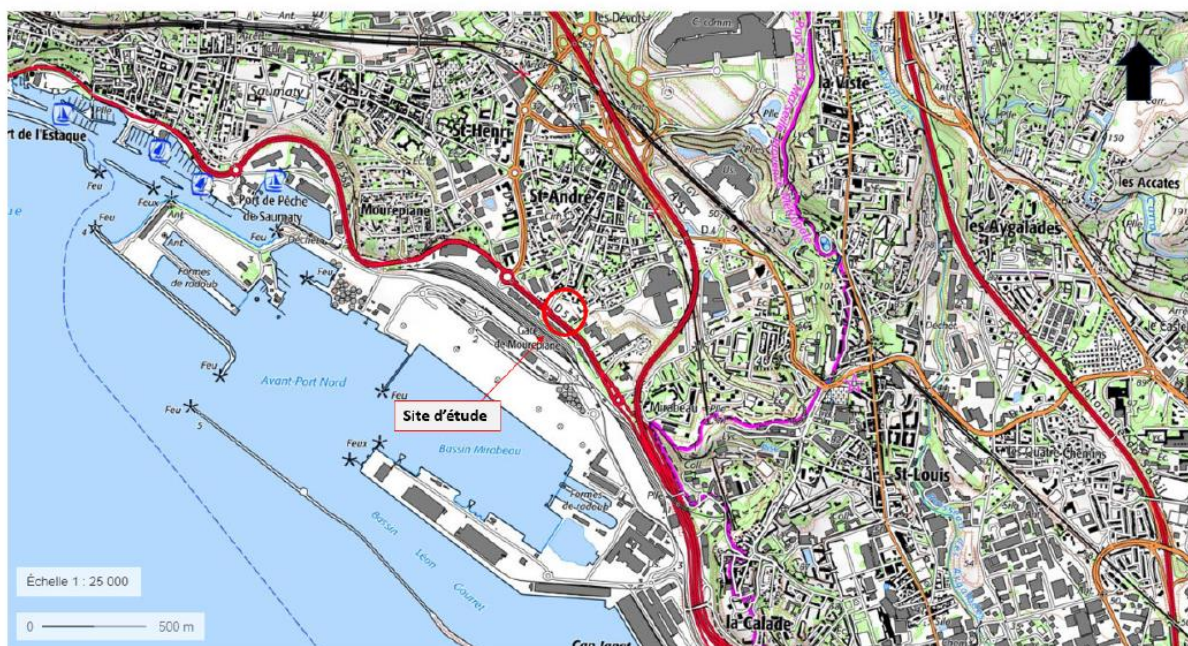


Figure 1 : Localisation du projet

Le plan de l'aménagement peut être trouvé ci-après :

<sup>1</sup> CEREMA, Guide Méthodologique sur le volet « air et santé » des études d'impact routières du 22 février 2019. Ce guide est visé par la note technique (NOR TRET1833075N) relative à la prise en compte des effets sur la santé de la pollution de l'air dans les études d'impact.



Figure 2 : Plan cadastral et périmètre d'intervention (source : EODD)

Des mesures de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), particules PM<sub>10</sub>, benzène et dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) ont ainsi été effectuées du 8 au 22 novembre au droit du futur aménagement afin de caractériser in-situ l'état initial du projet.

Par la suite, un calcul des émissions polluantes liées au trafic ainsi que la modélisation de la dispersion atmosphérique en 2020 (afin de disposer d'une année météorologique complète) avec comparaison entre les données mesurées sur la période du 8 au 22 novembre 2021 et les données modélisées sur la même période.

Les différents scénarios suivants ont été considérés pour les modélisations :

- Etat initial : année 2020 ;
- Etats futurs à l'année de mise en service du projet : 2024 ;
- Etats futurs à l'année de mise en service du projet + 20 ans : 2044

### 3 Composés étudiés

Lors de cette étude, les composés mesurés sont le dioxyde d'azote, le benzène et les particules PM10, présentés dans le tableau suivant :

Tableau 1 : Paramètres étudiés : sources et effets sur la santé





Paramètre	Sources	Effets sur la santé
Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	Les principaux contributeurs des émissions d'oxydes d'azote (NO <sub>2</sub> et NO) 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. Les concentrations en ce polluant varient fortement à l'échelle d'un territoire, en fonction de la distance aux axes routiers notamment.	Le NO <sub>2</sub> est un gaz irritant pour les bronches. Il favorise les infections pulmonaires chez les enfants, et augmente la fréquence et la gravité des crises chez les asthmatiques.
Particules PM <sub>10</sub>	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 <sub>10</sub> , de diamètre inférieur à 10 micromètres, et les PM <sub>2.5</sub> (diamètre inférieur à 2.5 µm, qui pénètrent plus profondément dans les poumons). Les concentrations en ce polluants sont assez homogènes à l'échelle d'un territoire.	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, à des concentrations relativement basses, irriter les voies respiratoires inférieures et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble
Benzène	Le benzène est un polluant majoritairement émis par le trafic routier, plus particulièrement par les véhicules à motorisation essence dont les deux-roues motorisés. Il est également présent près des zones de stockage et de distribution de carburant (stations-services). Le benzène est aussi émis lors de la combustion de biomasse type chauffage au bois domestique et écobuage.	Le benzène est considéré comme cancérigène.
Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> )	Le SO <sub>2</sub> est un polluant essentiellement industriel. Les sources principales sont les centrales thermiques, les installations de combustion, le trafic maritime et routier, et les unités de chauffage individuel et collectif.	Le SO <sub>2</sub> est un irritant des muqueuses, de la peau et des voies respiratoires supérieures (toux, gêne respiratoire).



## 4 Méthodes de mesure

Le tableau suivant regroupe les différentes techniques de mesure utilisées lors de la campagne de mesure de qualité de l'air :

Tableau 2 : Méthodes de mesure et d'analyse des différents polluants

Polluant	Méthode de mesures et d'analyse	Illustration
<b>Dioxyde d'azote</b>	<p>Le dioxyde d'azote NO<sub>2</sub> est mesuré à l'aide d'un échantillonneur passif long term de marque Passam dans lequel il diffuse et est piégé sur un support solide imprégné de triéthanolamine (TEA). L'analyse est ensuite conduite par spectrophotométrie dans le visible à 542 nm. Les analyses seront confiées au laboratoire Passam AG. La durée des mesures par capteurs passifs pour le NO<sub>2</sub> est de 14 jours.</p>	
<b>PM<sub>10</sub></b>	<p>L'échantillonneur passif Sigma-2 permet la collecte des particules de 2,5 à 80 µm de diamètre par sédimentation. Les particules sont fixées sur une plaque adhésive et ensuite soumises à une analyse par microscopie électronique. Les résultats de cette analyse spécifique montrent la répartition des tailles de particules et permettent ainsi de calculer la teneur des PM<sub>10</sub> dans l'air ambiant durant la période d'exposition.</p> <p>Cette méthode de mesure est conforme à la norme allemande VDI 2119 :2013.</p>	
<b>Benzène</b>	<p>Conformément à la norme NF EN ISO 16017-2, la réalisation des prélèvements pour l'analyse du benzène se fait selon une méthode de référence qui utilise un échantillonneur diffusif, de type Radiello® 145.</p> <p>Le Radiello® est composé d'une cartouche adsorbante, d'un corps diffusif et d'un support.</p> <p>L'analyse des échantillons est effectuée par le laboratoire TERA Environnement.</p>	
<b>Dioxyde de soufre</b>	<p>La réalisation des prélèvements pour l'analyse du SO<sub>2</sub> se fait par le biais d'un échantillonneur diffusif, de type Radiello® 166.</p> <p>L'analyse des échantillons est effectuée par le laboratoire TERA Environnement.</p>	

## 5 Valeurs réglementaires pour les polluants étudiés

La stratégie communautaire de surveillance de la qualité de l'air et les valeurs réglementaires (valeurs limites, valeurs cibles, objectifs de qualité sur le long terme) sont indiquées dans la directive européenne (2008/50/CE) du 21 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).

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

Tableau 3 : Valeurs de référence pour les composés étudiés

DIOXYDE D'AZOTE (NO <sub>2</sub> )		
Objectif de qualité	40 µg/m <sup>3</sup> (FR) 10 µg/m <sup>3</sup> (OMS)	en moyenne annuelle
	25 µg/m <sup>3</sup> (OMS)	en moyenne journalière
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	200 µg/m <sup>3</sup> (UE + FR)	en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures par an
	40 µg/m <sup>3</sup> (UE+FR)	en moyenne annuelle
PARTICULES (PM <sub>10</sub> )		
Objectif de qualité	30 µg/m <sup>3</sup> (FR) 15 µg/m <sup>3</sup> (OMS)	en moyenne annuelle
	45 µg/m <sup>3</sup> (OMS)	en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	50 µg/m <sup>3</sup> (UE)	en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours par an
	40 µg/m <sup>3</sup> (UE)	en moyenne annuelle
BENZÈNE (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )		
Objectif de qualité	2 µg/m <sup>3</sup> (FR)	en moyenne annuelle
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	5 µg/m <sup>3</sup> (UE)	en moyenne annuelle
DIOXYDE DE SOUFRE (SO <sub>2</sub> )		
Objectif de qualité	50 µg/m <sup>3</sup> (FR)	en moyenne annuelle
Valeurs limites pour la protection de la santé humaine	350 µg/m <sup>3</sup> (UE+FR)	en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 24 heures par an
	125 µg/m <sup>3</sup> (UE+FR)	en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an

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.

## 6 Stratégie d'échantillonnage

Sur la zone en étude, huit points de mesure du dioxyde d'azote ont été implantés ; parmi eux, deux points (n°2 et n°6) ont également accueilli la mesure de dioxyde de soufre et un autre point (n°3) a accueilli des mesures de particules PM<sub>10</sub> et de benzène.

La campagne de mesures a été déployée durant deux semaines. Les prélèvements ont ainsi été réalisés du 8 au 22 novembre 2021.

Le plan d'implantation des points est présenté sur la figure suivante :



Figure 3 : Plan d'implantation des points de mesure

Les fiches descriptives des points de mesure peuvent être trouvées en annexe page 56.

## 7 Bilan de la qualité de l'air locale à partir des données d'AtmoSud

L'Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) dans la région est AtmoSud. Son réseau de stations de mesure pérennes permet une surveillance à l'année de la qualité de l'air en différentes zones de la région PACA.

Selon AtmoSud<sup>2</sup>, la qualité de l'air s'améliore en 2020 dans la région PACA conformément à la tendance générale depuis les années 90, une tendance qui a été renforcée par le contexte sanitaire exceptionnel et les périodes de confinement.

En 2020, 219 000 personnes habitent dans une zone dépassant les lignes directrices OMS<sup>3</sup> pour les particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> (contre 900 000 en 2019), et 5 000 personnes habitent dans une zone dépassant les lignes directrices OMS pour le dioxyde d'azote (contre 74 000 en 2019). Concernant le dioxyde de soufre et le benzène, les valeurs relevées témoignent également d'une légère baisse et les moyennes annuelles respectent les objectifs de qualité pour ces deux composés.

Pour les autres polluants réglementés, les constats sont les suivants :

- Les concentrations de monoxyde de carbone sont en baisse depuis plus de 20 ans. Cette chute de concentrations est liée à la baisse des émissions par les activités humaines, notamment le transport routier et la production d'énergie.
- Les valeurs cibles et objectifs de qualité, établis pour les quatre métaux réglementés (Arsenic, Plomb, Nickel, Cadmium), sont respectés dans la région depuis plusieurs années, avec une tendance toujours à la baisse. Ce constat, sans doute lié à la baisse des émissions de ces polluants, reste confirmé en 2020.
- La valeur cible établie pour les HAP est respectée dans la région depuis plusieurs années. En 2020, les concentrations en moyenne annuelle en benzo(a)pyrène n'ont pas excédé 0.5 ng/m<sup>3</sup> pour l'ensemble de points de mesure, la valeur cible pour le benzo(a)pyrène étant fixée à 1 ng/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle.

AtmoSud dispose de plusieurs stations de mesure fixes réparties sur le territoire régional. Les stations les plus proches de la zone du projet sont Marseille Saint-Louis (à environ 2 km), Marseille Place Verneuil (à environ 5 km) et Marseille Longchamp (à environ 7 km). Leur emplacement vis-à-vis de la zone d'étude, celui des autres stations alentours ainsi que les polluants qu'elles mesurent sont illustrés sur la carte suivante.

<sup>2</sup> Porter à connaissance – Qualité de l'air 2020 – ATMO SUD -Septembre 2021

<sup>3</sup> Ici il est question des lignes directrices de 2005, à noter qu'elles ont été révisées à la baisse en septembre 2021.



Figure 4 : Cartographie des stations pérennes d'AtmoSud les plus proches de la zone du projet

Les concentrations annuelles en divers polluants relevées en 2019 et 2020 ainsi que les concentrations enregistrées pendant les campagnes de mesures par ces stations sont indiquées dans le tableau ci-après :

Tableau 4 : Moyennes annuelles 2019, 2020 et 2021 (partielle) et données récoltées lors des campagnes de mesure de novembre 2021 enregistrées par les stations AtmoSud situées à proximité de la zone d'étude

	Annuelle 2019	Annuelle 2020	Annuelle 2021*	Campagne novembre 2021	Valeur limite annuelle
<b>Station</b>	<b>NO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>				
Marseille Place Verneuil	32,0	29,1	30,7	39,6	40
Marseille Longchamp	26,1	21,8	24,5	34,9**	
Marseille Saint Louis	32,8	30,2	32,1	34,1**	
Marseille Rabatau	44,9	35,4	40,6	48,9	
Marseille L2 Kaddouz	41,0	34,7	--***	40,9	
Marseille Jean Moulin	42,4	34,5	--***	47,3	
<b>Station</b>	<b>SO<sub>2</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</b>				
Marseille Place Verneuil	1,4	1,8	1,4	1,8	50 (Objectif de qualité)
Marseille Longchamp	2,3	1,4	1,6	--***	

	Annuelle 2019	Annuelle 2020	Annuelle 2021*	Campagne novembre 2021	Valeur limite annuelle
<i>Station</i>	<i>PM<sub>10</sub> (µg/m<sup>3</sup>)</i>				
Marseille Place Verneuil	--***	--***	--***	22,6	40
Marseille Longchamp	17,9	16,4	18,5	21,5	
Marseille Saint Louis	20,5	18,6	22,2	22,3**	
Marseille Rabatau	33,2	28,9	32	37,2	
Marseille L2 Kaddouz	25,5	22,7	-	28,8	
Marseille Jean Moulin	34,5	28,8	-	35,5	

\*Moyenne annuelle 2021 partielle calculée au moment de la rédaction du rapport pour les stations présentant plus de 75 % de données valides

\*\* Taux de fonctionnement de la station : 87%

\*\*\* Taux de fonctionnement de la station insuffisant pour l'exploitation des données

S'agissant du benzène, les stations Rabatau et Longchamp ont respectivement affiché des moyennes annuelles homogènes de 2 µg/m<sup>3</sup> et 1 µg/m<sup>3</sup> pour les années 2016 à 2020. Aucune donnée n'est disponible pour les stations étudiées lors de la campagne de mesure en novembre 2021.

Les stations représentatives des niveaux de fond urbain (Place Verneuil, Longchamp, Saint Louis) respectent depuis plusieurs années la valeur limite annuelle de 40 µg/m<sup>3</sup> contrairement à celles sous influence trafic (Rabatau, L2 Kaddouz, Jean Moulin) qui la dépassent en 2019 mais la respectent en 2020, en contexte particulier de pandémie. Dans le cas de Rabatau, il est possible que cette valeur limite soit de nouveau dépassée en 2021 au vu des premières données disponibles.

Pour le SO<sub>2</sub> l'objectif de qualité en moyenne annuelle de 50 µg/m<sup>3</sup> est largement respecté depuis plusieurs années sur les stations de fond où ce polluant est mesuré.

L'ensemble des stations quelle que soit leur typologie présente un respect de la valeur limite de 40 µg/m<sup>3</sup> pour les particules PM<sub>10</sub>.

Pour information, un résumé des principaux documents de planification relatif à l'air sur la zone d'étude est disponible en annexe page 65.

## 8 Campagne de mesures

### 8.1 Données météorologiques

Les données météorologiques permettent de situer les campagnes par rapport aux conditions habituellement relevées à la même période, et de mettre en perspective les résultats de concentrations des polluants.

Les données ci-après sont issues de la station Météo-France la plus proche, Marignane (Indicatif : 13054001, alt : 9m, lat : 43°26'12"N, lon : 05°12'54"E). Les températures minimales, maximales et moyennes journalières ainsi que les précipitations relevées durant la campagne sont présentées dans les graphiques ci-dessous.

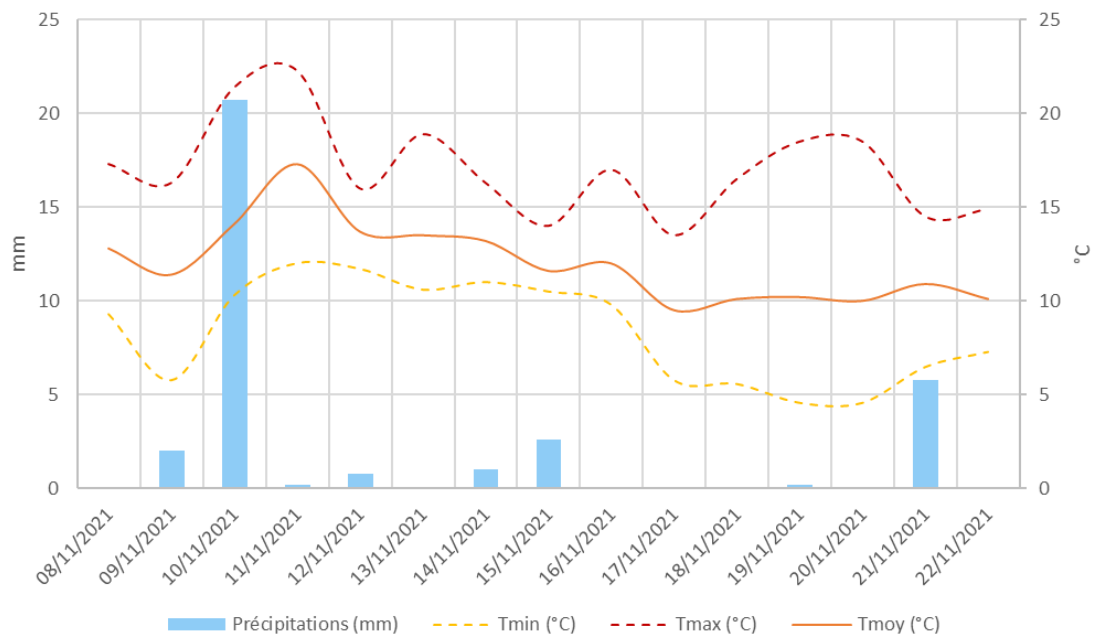


Figure 5 : Températures et précipitations du 08/11/2021 au 22/11/2021 à la station Marignane (données Météo France)

Les comparaisons aux normales saisonnières s'appuient sur la fiche climatologique de la station de Marignane délivrée par Météo-France (statistiques 1981-2010). Lors de la campagne, les températures sont comparables aux normales de saison (12,0°C en moyenne contre 11,1°C habituellement sur la station au mois de novembre).

Quelques épisodes pluvieux viennent émailler la campagne, au vu de la durée de l'étude, une comparaison aux normales n'est toutefois pas pertinente.

La figure ci-après présente la rose des vents générale par classe de vitesse pour la station de Marignane sur la période de campagne ainsi qu'au mois de novembre au cours des dix dernières années.

Pour rappel, la rose indique d'où provient le vent.

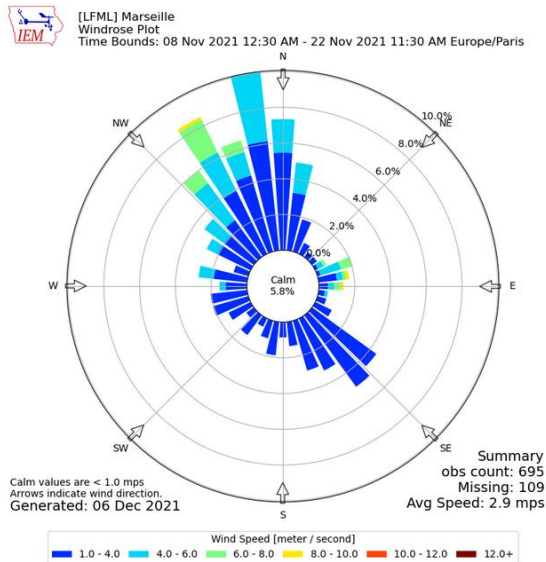


Figure 6 : Rose des vents à la station de Marignane du 08/11/2021 au 22/11/2021 – données issues de Météo-France

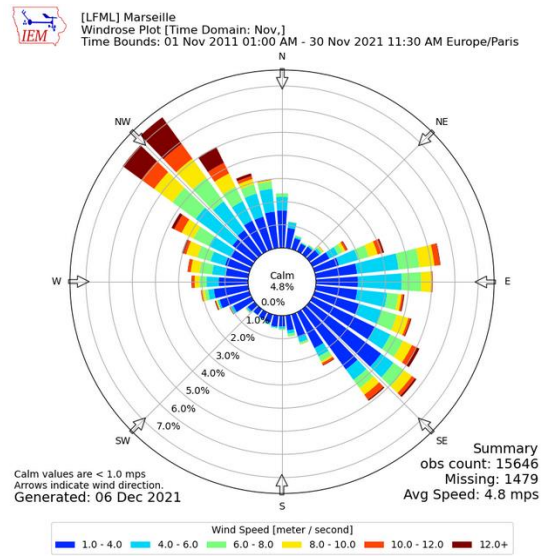


Figure 7 : Rose des vents à la station de Marignane au mois de novembre de 2011 à 2021 – données issues de Météo-France

Durant la campagne, les vents dominants sont d'origine nord/nord-ouest et dans une moindre mesure sud-est. Ces directions de vent se retrouvent dans la rose des normales du mois de novembre, qui présente toutefois des vitesses de vent plus marquées, et des composantes nord-ouest et est plus affirmées que lors de la campagne de mesure.

Les données de vents précédentes sont données à titre indicatif car la station de mesure de Marignane n'est pas la plus représentative de la zone d'étude mais la seule pour laquelle nous disposons d'un historique suffisant.

Pour le calage des modélisations sur la campagne de mesure, la rose des vents de la station Marseille Observatoire, plus proche de la zone d'étude, a été utilisée.



## 8.2 Résultats des mesures de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)

Les résultats présentés sont des moyennes sur les deux semaines de campagne. Le détail des rapports d'analyses peut être trouvé en annexe page 65.

### 8.2.1 Données sur la zone d'étude

Les résultats des mesures de dioxyde d'azote sont présentés dans le graphique et la carte ci-après :

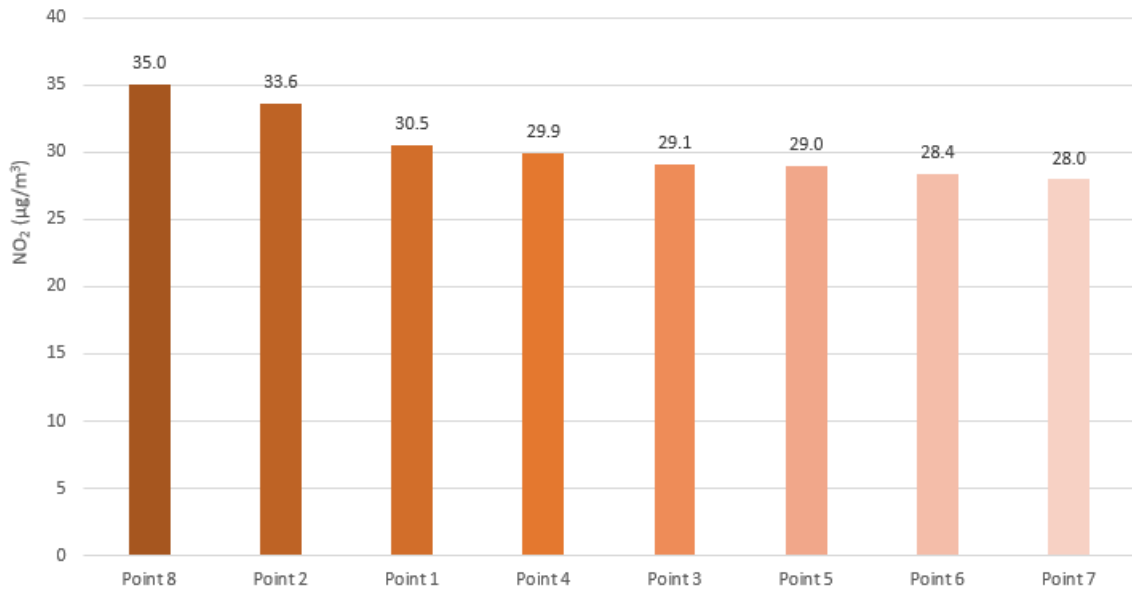


Figure 8 : Concentrations moyennes en NO<sub>2</sub> aux différents points de mesure

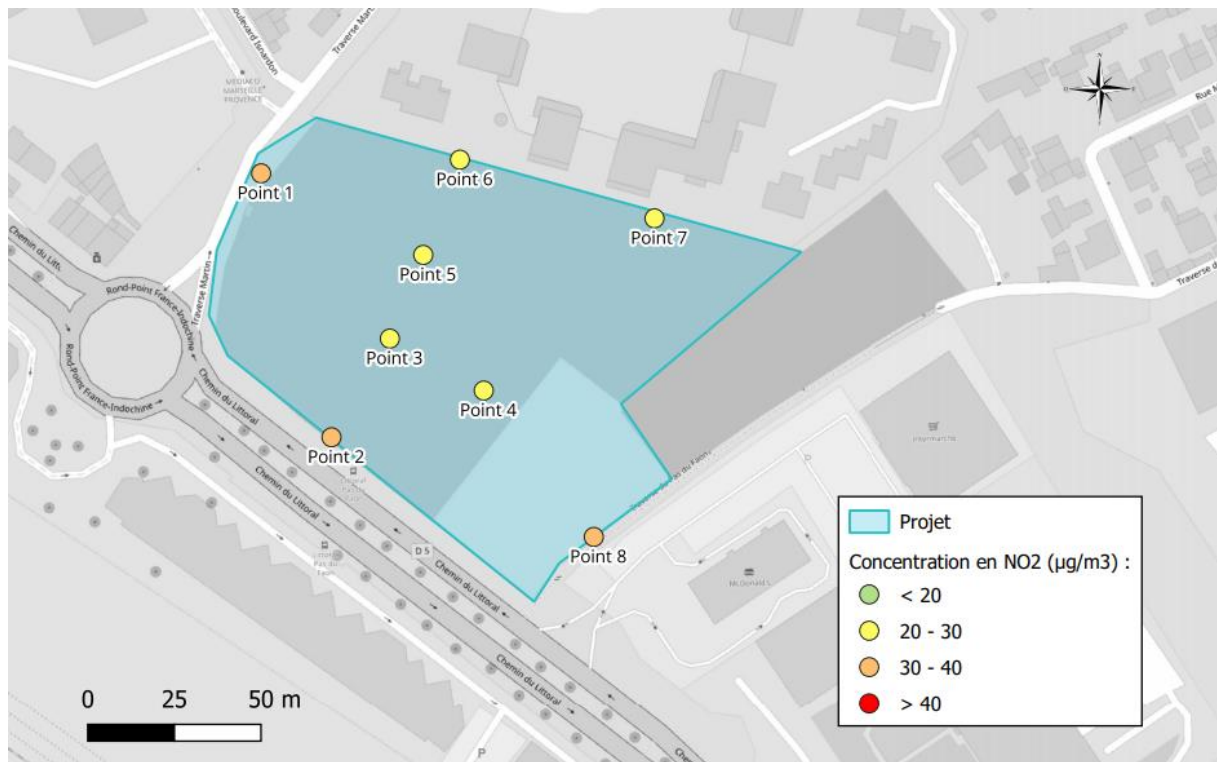


Figure 9 : Cartographie des concentrations moyennes en NO<sub>2</sub> relevées sur les différents points de mesure

Les teneurs moyennes sur la campagne s'échelonnent entre 28,0 et 35,0 µg/m<sup>3</sup>.

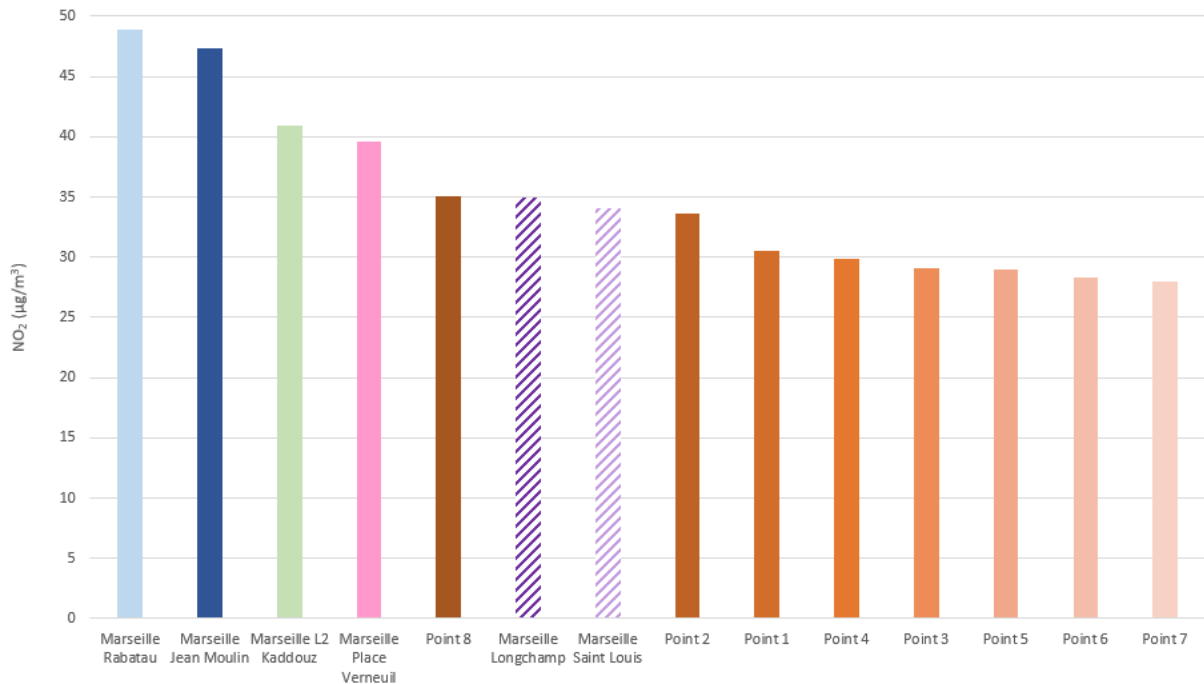
La comparaison avec les valeurs limites établies sur une année complète est indicative pour les concentrations relevées sur la zone d'étude puisque la durée de mesure est restreinte. Toutefois, **sur la période de mesure, les points présentent des concentrations inférieures à la valeur limite annuelle en vigueur de 40  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour le  $\text{NO}_2$ .**

Au centre de la parcelle, les concentrations sont assez homogènes. Les teneurs les plus élevées sont retrouvées sur les trois points en limite de site, à proximité des axes circulés ou parkings fréquentés.

**Les niveaux de  $\text{NO}_2$  mesurés sur la zone sont caractéristiques d'un milieu urbain exposé à la pollution azotée.**

### 8.2.2 Confrontation aux stations pérennes d'AtmoSud

La confrontation aux données des stations pérennes sur la même période permet de situer la qualité de l'air de la zone d'étude par rapport à son environnement. Le graphique suivant illustre ainsi les concentrations mesurées sur la zone vis-à-vis des stations AtmoSud durant la même période.

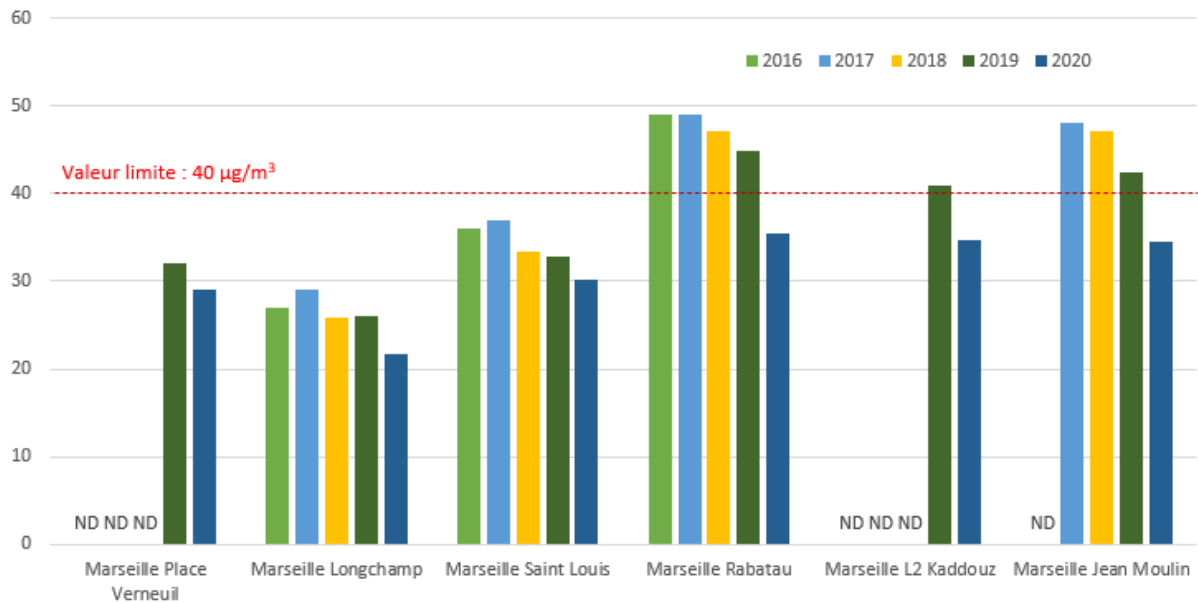


*Note : les hachures signalent un taux de fonctionnement de la station inférieur à 90%*

*Figure 10 : Concentrations moyennes en  $\text{NO}_2$  relevées sur les différents points de mesure et aux stations d'AtmoSud du 08/11/2021 au 22/11/2021*

On constate que l'ensemble des points présente des concentrations inférieures ou de l'ordre de celles des stations représentatives du fond urbain que sont Longchamp et Saint Louis. Ces concentrations sont inférieures à celle affichée par Place Verneuil (station de fond) et a fortiori à celles des stations sous influence trafic à la même période.

Les teneurs annuelles en  $\text{NO}_2$  des dernières années au niveau de ces stations sont illustrées graphique suivant :



ND : Non disponible

Figure 11 : Evolution des concentrations moyennes annuelles en NO<sub>2</sub> aux stations pérennes d'AtmoSud de 2016 à 2020

Comme illustré ci-dessus, sur les cinq dernières années, les stations Saint Louis et Longchamp ont systématiquement respecté la valeur limite annuelle de 40 µg/m<sup>3</sup> pour le NO<sub>2</sub>; ce respect est également effectif à la dernière station sous influence de fond urbain Place Verneuil.

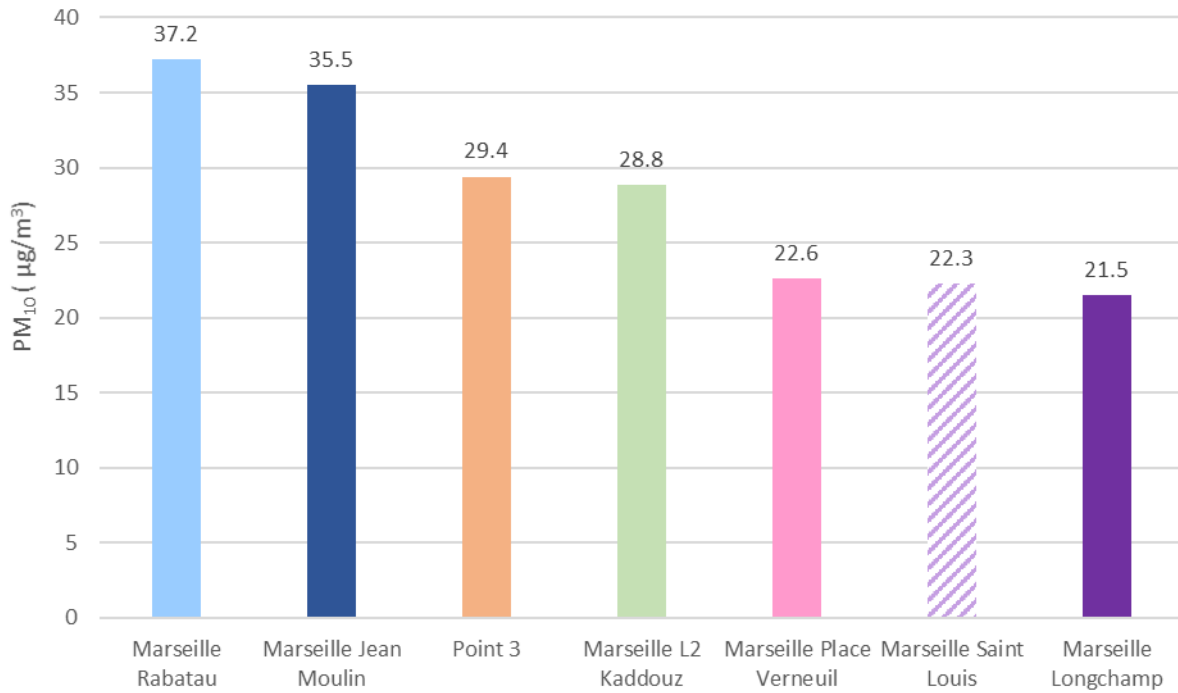
**Au vu de ces résultats, le respect de la valeur limite de 40 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle est ainsi assuré pour tous les points de la zone d'étude.**

### 8.3 Résultat des mesures de PM<sub>10</sub>

La mesure de particules PM<sub>10</sub> au point 3 (centre de la parcelle) révèle une concentration de 29,4 µg/m<sup>3</sup> sur la zone.

La comparaison avec les valeurs limites établies sur une année complète est indicative pour les concentrations relevées sur la zone d'étude puisque la durée de mesure est restreinte. Toutefois, **en moyenne, le point de mesure présente une concentration inférieure à la valeur limite de 40 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle.**

Les résultats ainsi que les données recueillies auprès du réseau d'AtmoSud durant la campagne de mesure sont présentés dans le graphique suivant :



Note : les hachures signalent un taux de fonctionnement de la station inférieur à 90%

Figure 12 : Concentrations en PM<sub>10</sub> au droit des points de mesure et des stations pérennes du 08/11/2021 au 22/11/2021

On constate ainsi que les concentrations mesurées sur la zone sont comprises entre celles de deux stations sous influence du trafic routier : Jean Moulin et L2 Kaddouz.

Les concentrations moyennes annuelles de PM<sub>10</sub> pour ces stations au cours des cinq dernières années sont présentées dans le graphique suivant :

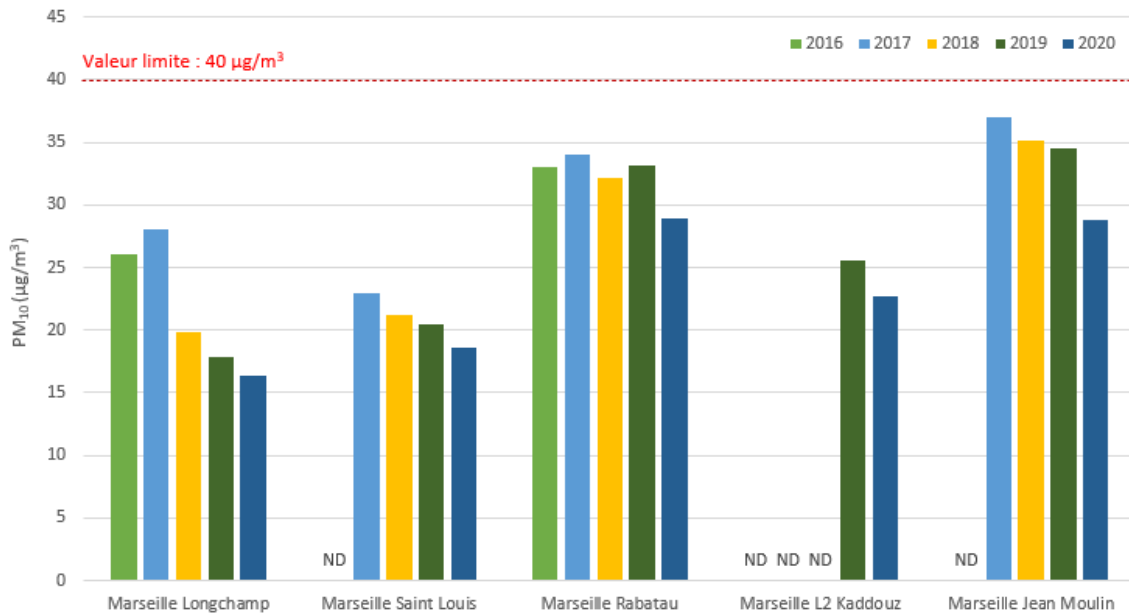


Figure 13 : Evolution des concentrations moyennes annuelles en PM<sub>10</sub> aux stations pérennes d'AtmoSud

On observe ainsi que la valeur limite de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle pour les  $\text{PM}_{10}$  est respectée depuis plusieurs années sur l'ensemble des stations marseillaises, y compris pour celles sous influence du trafic routier.

Par ailleurs, les modélisations des concentrations de  $\text{PM}_{10}$  en moyenne annuelles en 2019 et 2020 issues des données fournies par Atmo Sud sont présentées figures suivantes :

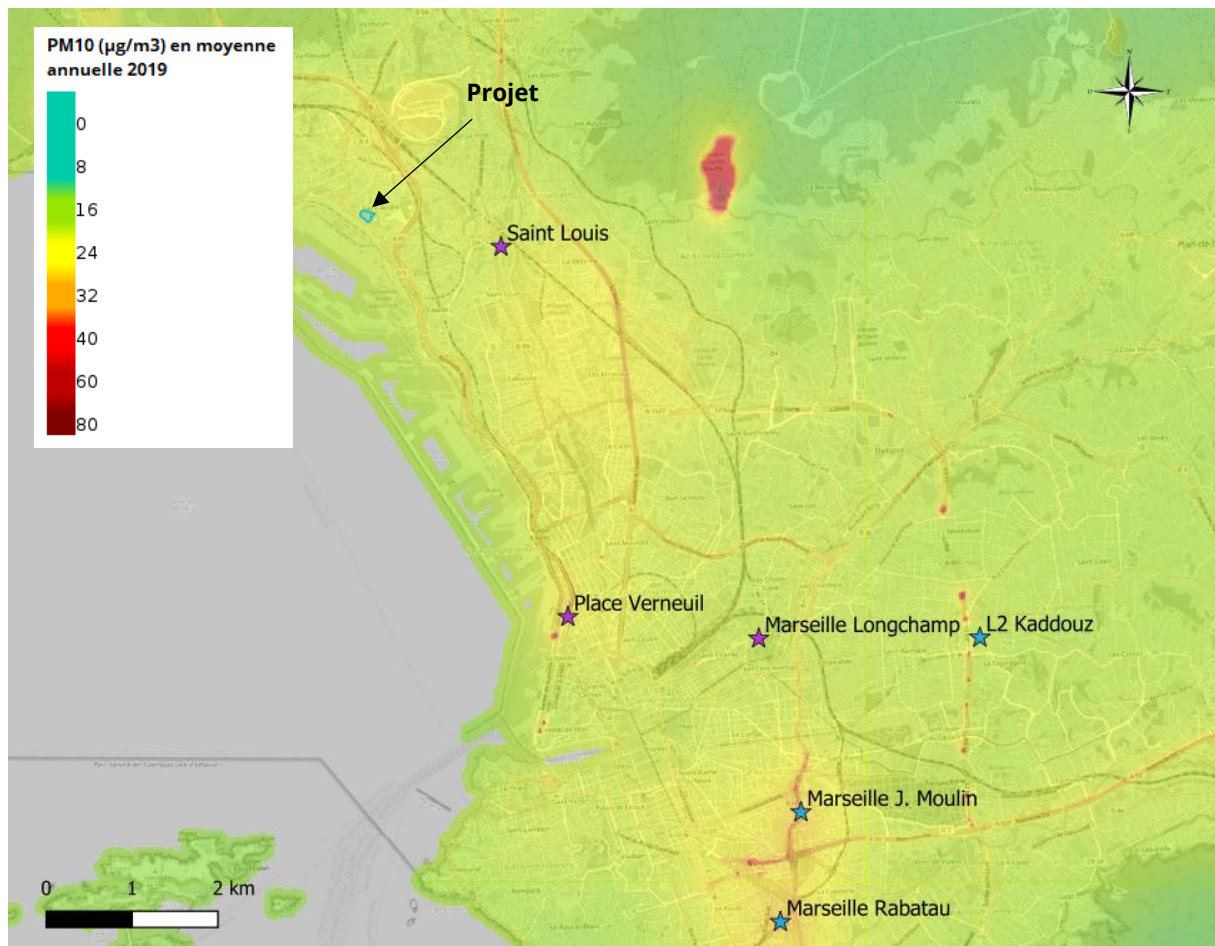


Figure 14 : Concentrations moyennes annuelles 2019 en  $\text{PM}_{10}$  modélisées – Source : AtmoSud

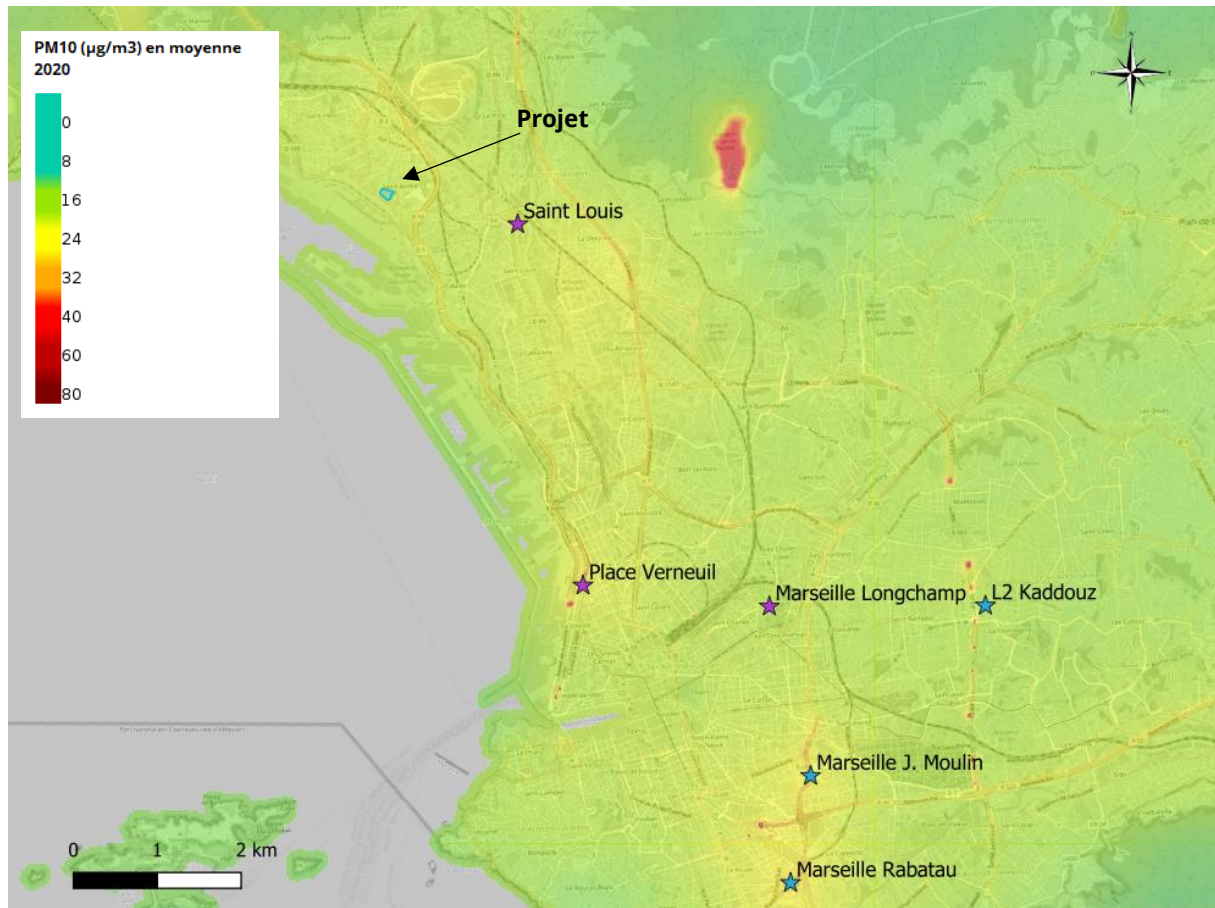


Figure 15 : Concentrations moyennes annuelles 2020 en  $PM_{10}$  modélisées – Source : AtmoSud

Il est ainsi très probable que la valeur limite pour les particules  $PM_{10}$  est respectée sur une année entière au droit du projet de la ZAC Littoral.

#### 8.4 Résultat des mesures de benzène

La mesure de **benzène** au point 3 (centre de la parcelle) révèle une concentration faible de l'ordre de  $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sur la zone.

La comparaison avec les valeurs limites établies sur une année complète est indicative pour les concentrations relevées sur la zone d'étude puisque la durée de mesure est restreinte. Toutefois, **le point de mesure présente une concentration très inférieure à la valeur limite en vigueur de  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle.**

Les données annuelles recueillies auprès du réseau d'AtmoSud (voir paragraphe 7) confirment que ce polluant ne constitue plus un enjeu en situation de fond. **Il est certain que la valeur limite annuelle pour ce polluant est respectée au droit du projet de la ZAC Littoral.**

#### 8.5 Résultat des mesures de $SO_2$

La mesure de dioxyde de soufre aux points 2 et 6 (respectivement limites sud et nord de la parcelle) révèle des concentrations très faibles et inférieures à la limite de quantification du laboratoire ( $< 0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) sur la zone.

La comparaison avec les valeurs limites établies sur une année complète est indicative pour les concentrations relevées sur la zone d'étude puisque la durée de mesure est restreinte. Toutefois, **les points de mesure présentent des concentrations homogènes et très inférieures à l'objectif de qualité de 50 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle.**

Les données recueillies auprès du réseau d'AtmoSud (voir paragraphe 7) confirment que ce polluant ne constitue pas un enjeu sur la zone. **Il est certain que l'objectif de qualité annuel pour ce polluant est respecté au droit du projet de la ZAC Littoral.**

## 9 Calcul des émissions

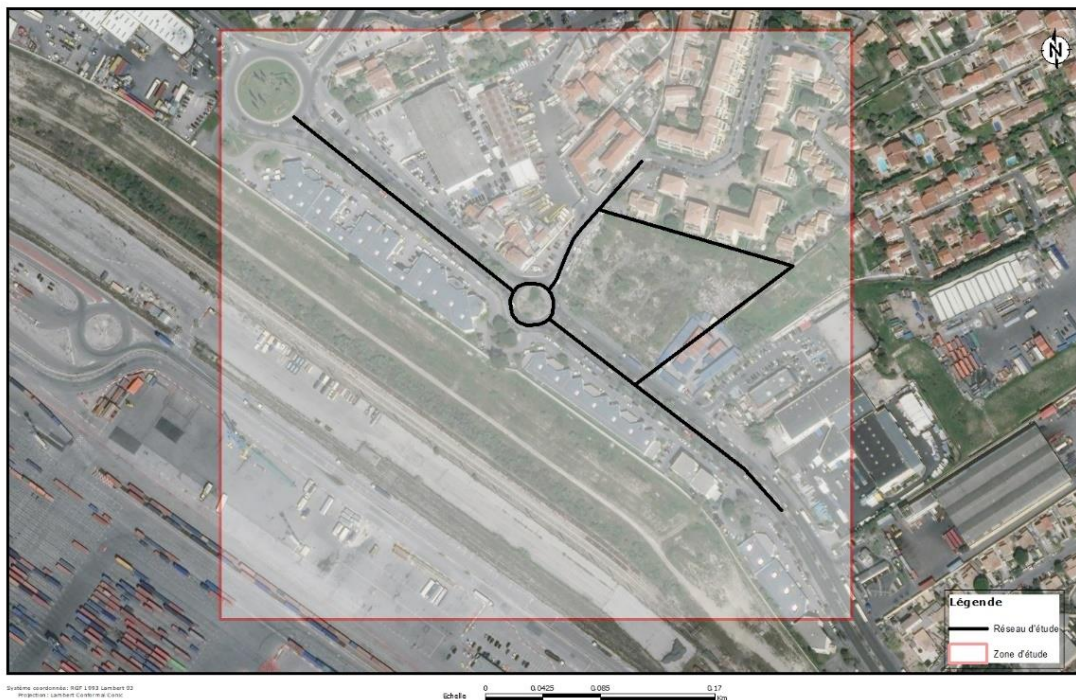
Une estimation des émissions dues au trafic routier pour les différents scénarios étudiés est effectuée dans ce chapitre.

Les polluants suivants ont été considérés pour cette estimation :

- Oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ) ;
- Particules ( $\text{PM}_{10}$  et  $\text{PM}_{2,5}$ ) ;
- Monoxyde de carbone ( $\text{CO}$ ) ;
- Composés organiques volatils non méthaniques (COVnm) ;
- Benzène ;
- Dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ ) ;
- Arsenic (As) ;
- Nickel (Ni) ;
- Benzo(a)pyrène (BaP).

### 9.1 Zone et réseau d'étude

Le domaine d'étude retenu pour la modélisation est un carré de 450 x 450 m englobant les brins routiers autour du projet d'aménagement. Cette zone d'étude permet de couvrir les populations susceptibles d'être impactées par les aménagements mis en place. Ce domaine est illustré sur la figure suivante.





## 9.2 Méthode de calcul des émissions

Les données d'activité utilisées pour le calcul des émissions routières sont celles fournies par Kaufman & Broad dans l'étude trafic<sup>4</sup>, c'est-à-dire :

- Les données de trafic moyens journaliers annuels (TMJA) ;
- La distribution en pourcentage de poids lourds (estimés à 3% sur chacune des branches) ;

Les vitesses de circulations pour chaque brin ainsi que leur largeur, ont été estimées sous Google Maps.

Les échéances retenues pour les différents scénarios sont les suivantes :

- Etat initial : année 2020. Cette année a été retenue afin de disposer de données annuelles complètes (météorologie et qualité de l'air) ;
- Etats futurs à l'année de mise en service du projet : 2024 ;
- Etats futurs à l'année de mise en service du projet + 20 ans : 2044.

Les TMJA des états futurs ont été estimés à partir des données disponibles, en appliquant un taux de croissance de 0,5%/an. Ce taux est préconisé pour le trafic de courte distance (moins de 100 km), et applicable sur la période 2015-2070, du scénario « avec mesures existantes » (AME, ce scénario étant le moins favorable) présenté dans les fiches-outils diffusées par le Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire pour l'évaluation des projets d'infrastructure (version en vigueur au 1<sup>er</sup> juillet 2021).

## 9.3 Facteurs d'émissions et parc roulant

COPERT5 est l'outil de référence européen pour le calcul des émissions routières. Il est développé dans le cadre de plusieurs projets européens par le JRC (Join Research Center) d'Ispra (Italie) et coordonné par l'Agence Européenne pour l'Environnement. L'objectif principal est de formaliser les émissions du trafic routier des parcs automobiles roulants dans les différents pays membres européens. La méthodologie employée dans cet outil est l'approche la plus sophistiquée disponible (jusqu'au niveau Tier 3) pour le calcul des émissions routières (EMEP/routes, 2019). Plus précisément, COPERT5 produit des facteurs d'émission qui intègrent la catégorie des véhicules, leur date d'immatriculation, le nombre de kilomètres parcourus, etc.... Les principaux paramètres considérés dans COPERT5 sont reportés sur la Figure 17.

COPERT5 compile les émissions pour une large gamme de polluants tels que les NOx, les particules, les Composés Organiques Volatils, les métaux lourds, etc... (liste non exhaustive). COPERT5 a été récemment mis-à-jour pour intégrer, notamment :

- Une hausse des facteurs d'émission de NOx des véhicules particuliers diesel sous la norme Euro 5 ;
- L'ajout de nouveaux facteurs d'émission pour les véhicules particuliers diesel sous la norme Euro 4 ;
- Les Véhicules Utilitaires Légers sous les normes Euro 5 et 6 et les Poids Lourds sous les normes Euro 5 et 6.

---

<sup>4</sup> Document PDF, Impact circulaire d'un projet immobilier sur le Chemin du Littoral – Transmobilités pour Kaufman & Broad – nov. 2021

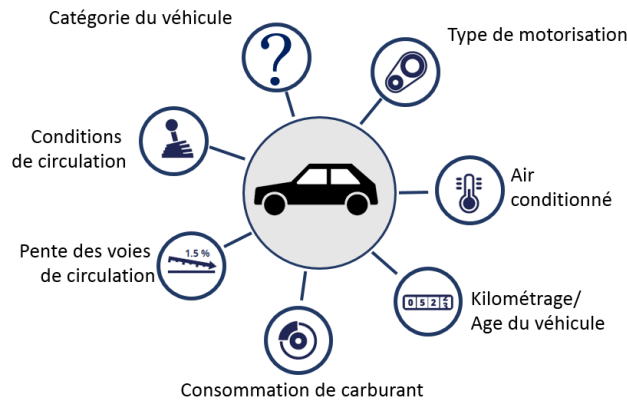


Figure 17 : Paramètres pris en compte dans COPERT5

COPERT5, dans le cadre de cette étude, a été configuré pour prendre en compte les données les plus récentes disponibles et relatives au parc automobile français compilées dans la base de données SIBYL. Cette base de données, spécifique à chaque pays de l'Union Européenne et actualisée tous les ans, est notamment utilisée par l'Agence Européenne pour l'Environnement afin de vérifier les émissions déclarées par chaque pays membre.

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

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

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

Par ailleurs, les émissions de particules, liées à l'usure des pneus et des freins, ne sont pas prises en compte dans COPERT. Sur ces points, les émissions ont été calculées selon la méthodologie reportée dans le guide européen sur le calcul des émissions EMEP en 2019 (EMEP/Routes, 2019).

Tableau 5 : Facteurs d'émission en  $PM_{10}$  et  $PM_{2,5}$  pour l'usure des pneus et des freins selon les catégories de véhicules

<b>g/km/veh</b>	<b><math>PM_{10}</math></b>	<b><math>PM_{2,5}</math></b>
Véhicules Particuliers	0,0138	0,0074
Véhicules Utilitaires Légers	0,0216	0,0117
Poids Lourds	0,059	0,0316
2 roues	0,0064	0,0034

Concernant le dioxyde de soufre ( $SO_2$ ), les émissions sont quantifiées directement en fonction de la teneur en soufre des carburants. La directive 2009/30/CE limitant considérablement la quantité de soufre contenue dans les carburants (à titre indicatif, la teneur en soufre a été divisée par 35 pour le diesel et par 15 pour l'essence entre 2000 et 2009), les émissions de  $SO_2$  dues au trafic routier sont maintenant négligeables.

Tableau 6 : Teneurs en soufre des carburants considérées

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

Les émissions issues de l'usure des routes et des freins de plusieurs composés (benzo(a)pyrène, Arsenic et Nickel) ont été considérées selon la méthodologie EMEP, sur la base des émissions de poussières.

Tableau 7 : Facteurs d'émissions pour l'usure des pneus et des freins du benzo(a)pyrène et des métaux

Polluant	Facteur d'émission selon le poids de PM (ppm*)	
	Usure pneus	Usure freins
B(a)P	3,9	0,74
As	3,8	67,5
Ni	29,9	327

\* : ppm = partie par million (1 ppm = 0,0001%)

## 9.4 Bilan du trafic

Le tableau ci-dessous présente un bilan global du trafic pris en compte pour l'état initial 2020.

Tableau 8 : Nombre de kilomètres parcourus par jour sur le réseau d'étude retenu

Scénario	Trafic quotidien (Milliers de km / jour)
2020	10 450
2024 Projet	11 866
2024 Référence	10 660
2044 Projet	13 111
2044 Référence	11 779

## 9.5 Bilan des émissions

Le tableau suivant présente, pour chaque composé, les émissions calculées pour les 5 scénarios en kilogrammes par an.

Tableau 9 : Emissions calculées par polluants pour les cinq scénarios en kg/an

kg/an	NOx	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2,5</sub>	CO	COVNM	C6H6	SO2	As	Ni	BaP
2020	1 965,7	250,9	155,5	672,2	399,4	5,7	2,9	3,5E-03	3,6E-02	5,0E-03
2024 Ref.	1 353,8	230,9	135,2	462,2	293,9	3,3	2,8	3,6E-03	3,6E-02	4,4E-03
2024 Projet	1 507,0	257,0	150,5	514,4	327,2	3,7	3,1	4,0E-03	4,0E-02	4,9E-03
2044 Ref.	160,9	205,8	113,9	238,4	252,1	2,1	1,8	3,6E-03	3,3E-02	2,5E-03
2044 Projet	179,1	229,1	126,7	265,4	280,6	2,3	2,0	4,0E-03	3,7E-02	2,7E-03

Rapporté au trafic pris en compte sur la zone, les émissions du tableau ci-dessus sont dans l'ensemble du même ordre de grandeur que les émissions nationales estimées sur la base du trafic et du parc roulant français.

Les figures suivantes présentent, pour chaque composé, une comparaison des émissions calculées pour chaque scénario.

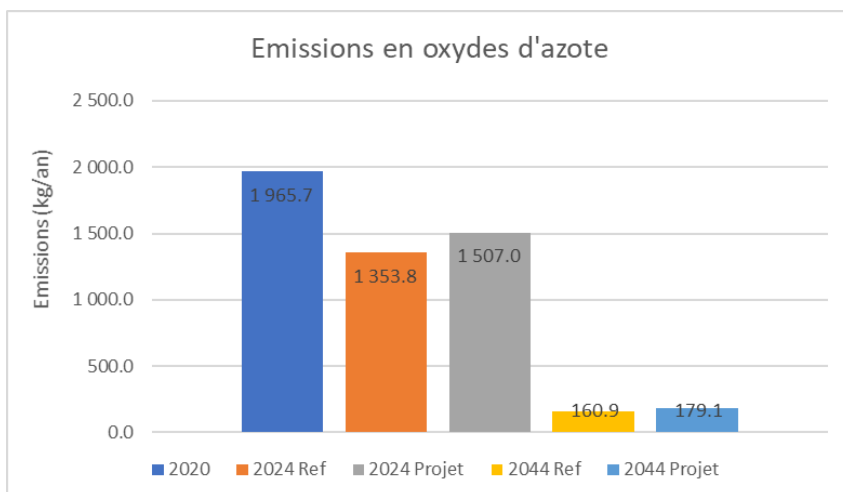


Figure 18 : Emissions en oxydes d'azote en kg/an

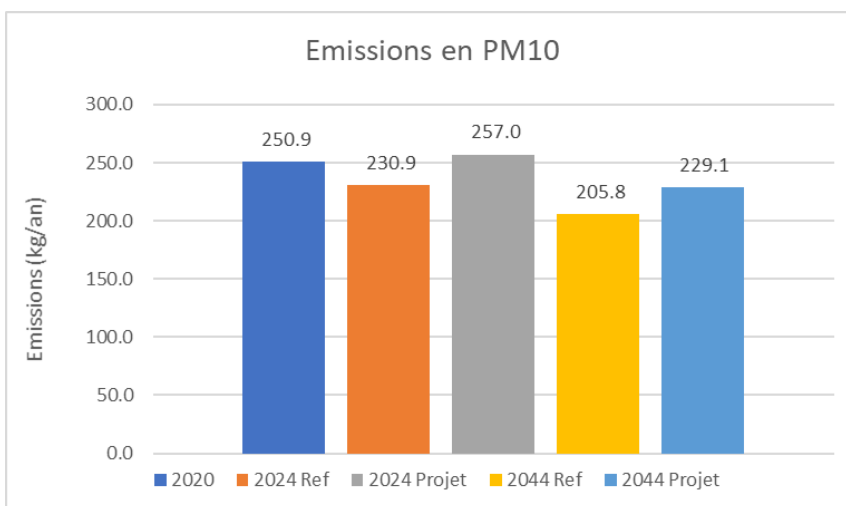


Figure 19 : Emissions en PM<sub>10</sub> kg/an

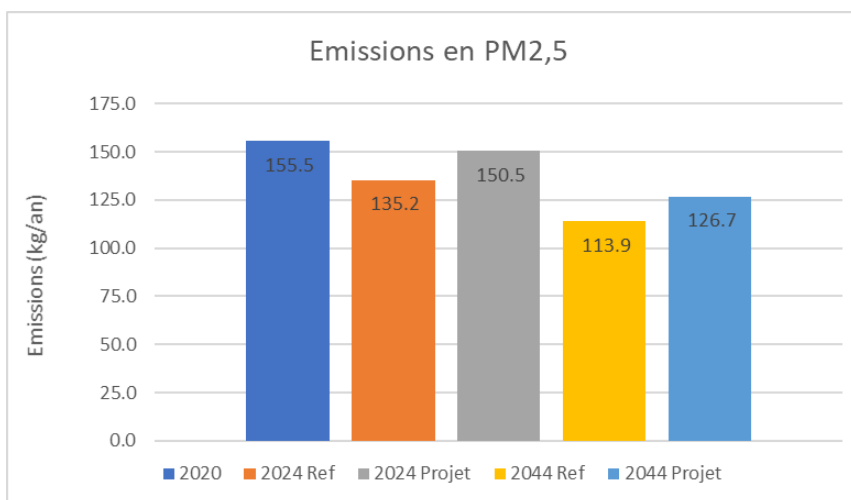


Figure 20 : Emissions en PM<sub>2,5</sub> kg/an

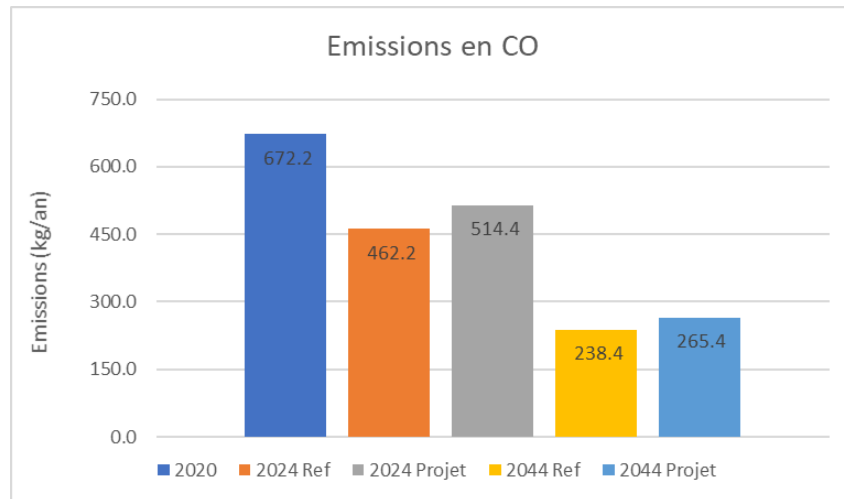


Figure 21 : Emissions en monoxyde de carbone en kg/an

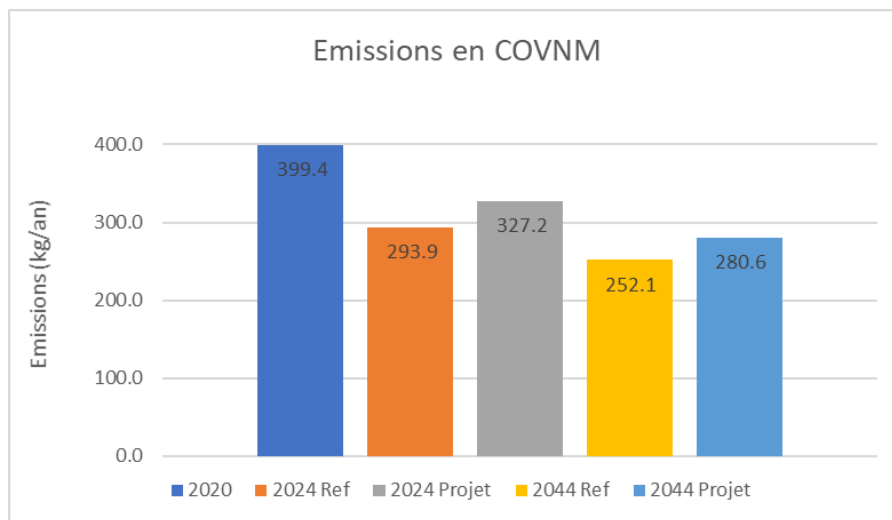


Figure 22 : Emissions en composés organiques volatils non méthaniques en kg/an

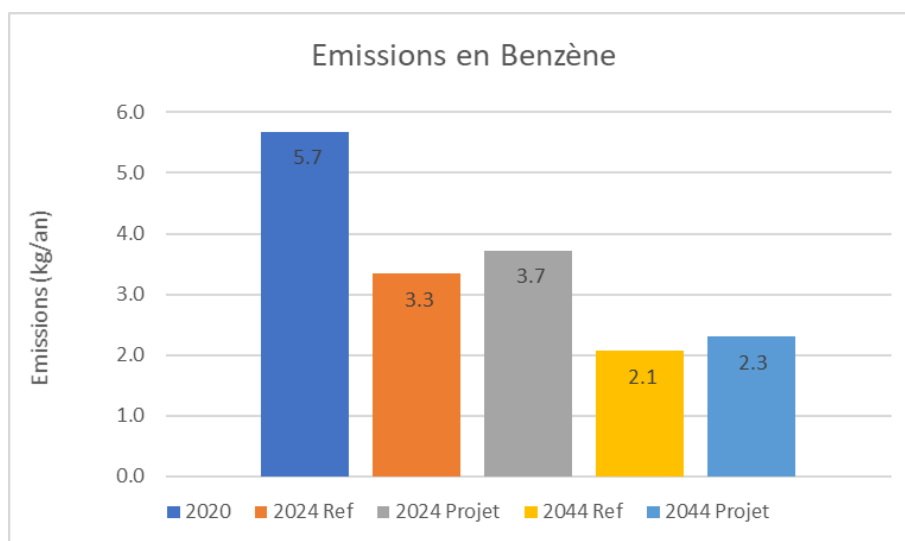


Figure 23 : Emissions en benzène en kg/an

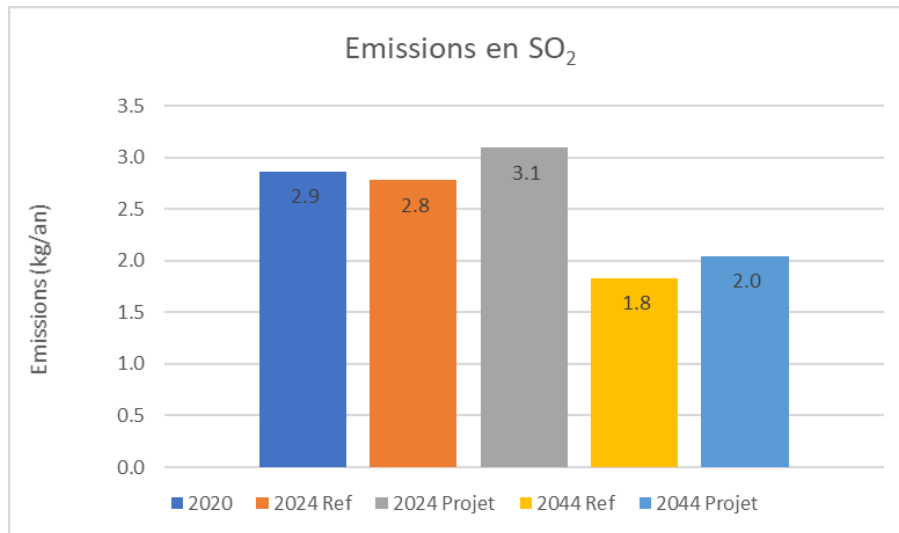


Figure 24 : Emissions en dioxyde de soufre en kg/an

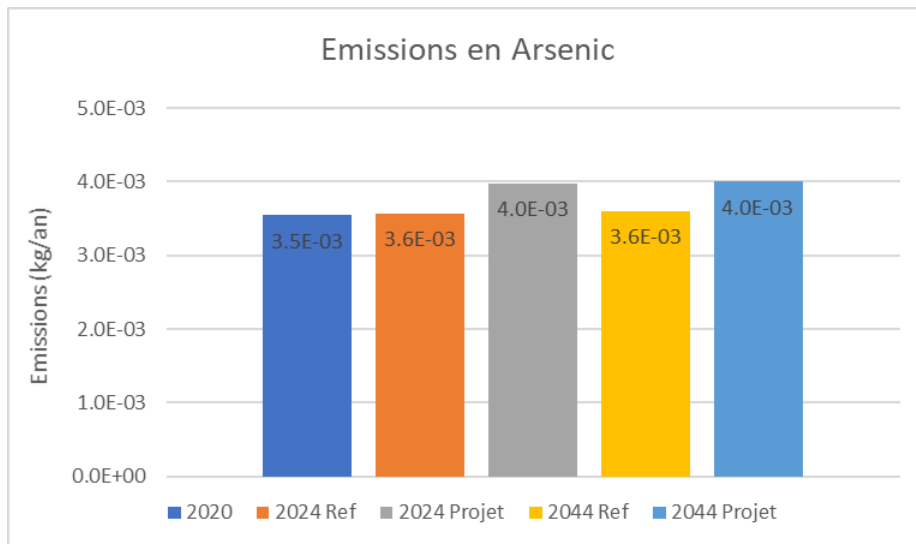


Figure 25 : Emissions en arsenic en kg/an

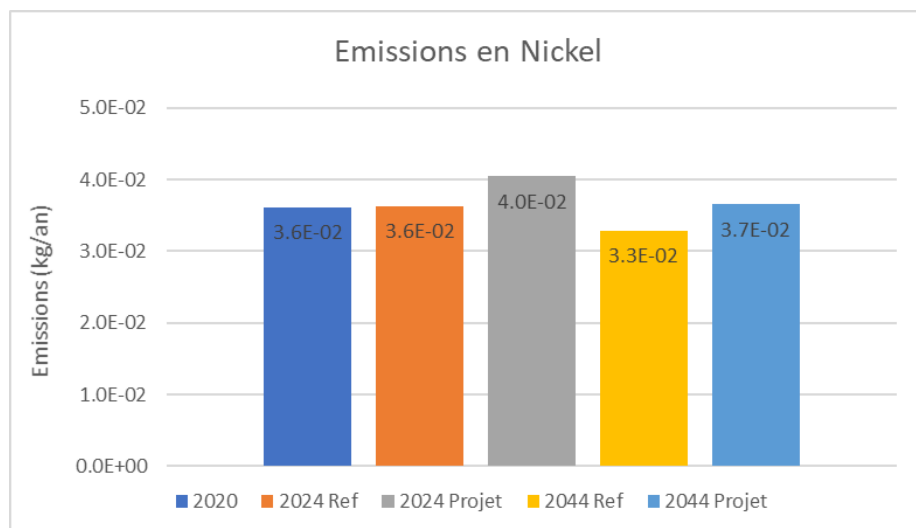


Figure 26 : Emissions en nickel en kg/an

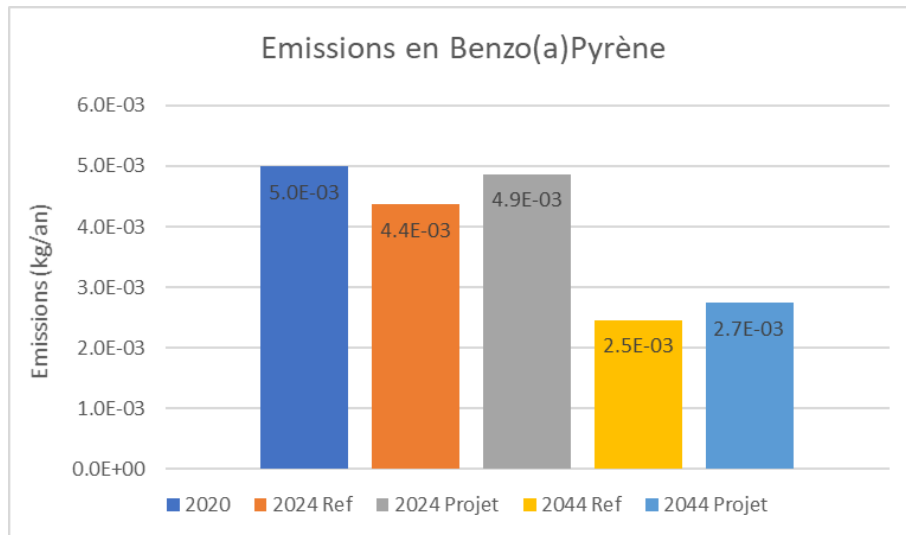
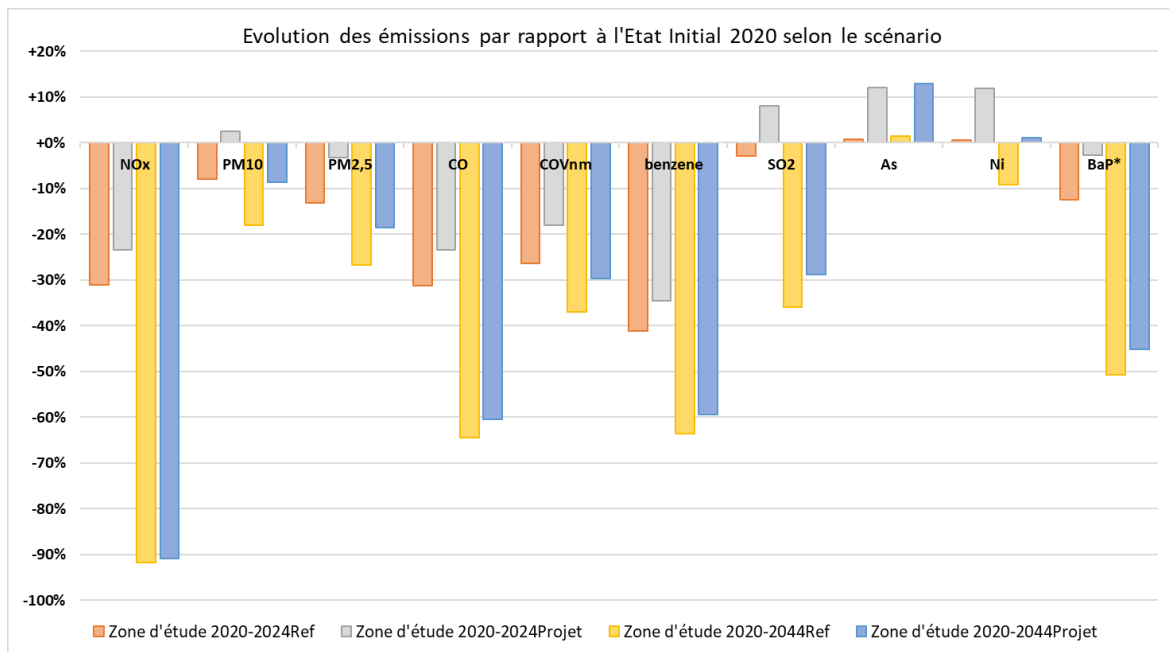


Figure 27 : Emissions en benzo(a)pyrène en kg/an

## 9.6 Analyse du bilan des émissions

L'évolution des émissions des scénarios prospectifs par rapport à l'état initial (2020) est présentée sur la figure suivante :



Note : Ref ou R = scénario de référence (sans projet) / Projet = scénario avec projet

Figure 28 : Evolution des émissions par rapport à l'état initial (2020) selon le scénario

La comparaison des émissions de l'état actuel (2020) avec les émissions futures en l'absence de réalisation du projet apporte les informations suivantes :

- Les émissions d'oxydes d'azote présentent une nette tendance à la baisse. Cette diminution (de l'ordre de -31 % entre 2020 et 2024 et de -92 % entre 2020 et 2044) est à relier directement avec l'amélioration du parc roulant, ainsi qu'à l'augmentation progressive de la part des véhicules électriques.

- Cette évolution est également constatée, dans des proportions moins marquées, pour le monoxyde de carbone, les composés organiques volatils non méthaniques, le benzène, et le benzo(a)pyrène. Pour ces composés, la diminution des émissions est comprise entre -13 % (pour le BaP) et -41 % (pour le benzène) entre 2020 et 2024, et entre -37 % (pour les COVnm) et -65 % (pour le CO) entre 2020 et 2044.
- Concernant les particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>, une baisse des émissions est également prévue, en lien avec la baisse des émissions liées à l'échappement. Les émissions liées à l'usure, quant à elles, suivent dans l'ensemble l'évolution du trafic. Ainsi, les émissions de PM<sub>10</sub> (resp. PM<sub>2,5</sub>) devraient diminuer de -8 % (resp. -13 %) entre 2020 et 2024 et de -18 % (resp. -27 %) entre 2020 et 2044.
- Les émissions de dioxyde de soufre présentent une baisse entre 2020 et 2024, de -3 % et de -36 % entre 2020 et 2044. Ces émissions sont directement corrélées avec la consommation de carburant (l'hypothèse *a priori* maximisante d'une stabilité de la teneur en soufre des carburants ayant été retenue), et dépendent donc fortement de l'évolution du trafic et de la part de véhicules électriques.
- Les émissions des métaux lourds (arsenic et nickel), dont la part liée à l'usure est significative, connaissent une légère hausse pour les scénarios avec projet, mais moins marquée que celle des autres composés. Cette hausse est de l'ordre de +1 % entre 2020 et 2024, et comprise entre -9 % (pour le Ni) et +1 % (pour l'As) entre 2020 et 2044 ;

L'impact de la mise en service du projet sur les émissions peut être illustré en comparant les émissions des scénarios prospectifs à l'horizon 2024 et 2044 (avec et sans projet). Celui-ci est identique à celui de 2044. Il est de 11,3 % quel que soit le composé considéré par rapport au scénario référence de 2024 et de 2044.

Les émissions sont facteurs de différents paramètres dont la vitesse de circulation, le type de route, l'année, la longueur, les facteurs d'émissions, le pourcentage de poids lourds et les TMJA. Dans cette étude, seul ce dernier paramètre varie. Or, pour les scénarios prospectifs de 2024 Référence et à « +20 ans », les TMJA ont été estimés à partir du taux de croissance de 0,5 %/an<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> Taux préconisé pour le trafic de courte distance (moins de 100 km), applicable sur la période 2015-2070, du scénario « avec mesures existantes » (AME, ce scénario étant le moins favorable) présenté dans les fiches-outils diffusées par le Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire pour l'évaluation des projets d'infrastructure (version en vigueur au 1er juillet 2021)



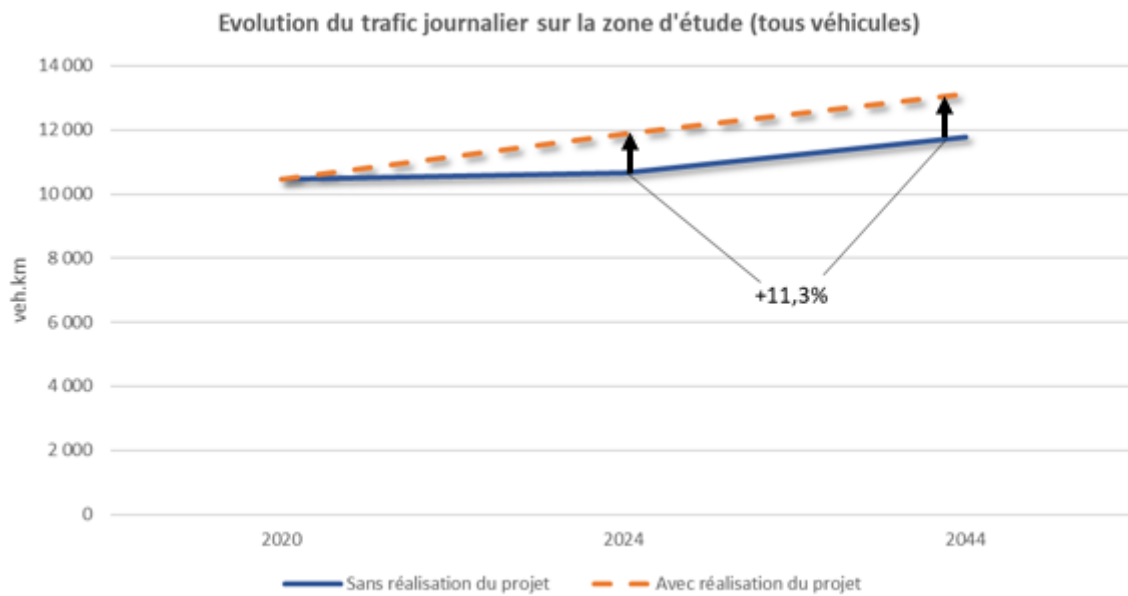


Figure 29 : Evolution du trafic journalier sur la zone d'étude (tous véhicules)

Au-delà de ce constat chiffré sur l'ensemble de la zone, il convient d'analyser les concentrations qui en résultent et leur répartition spatiale, afin d'évaluer plus en détail l'impact de la création de l'aménagement sur la qualité de l'air de l'ensemble de la zone.

## 10 Impact sur la qualité de l'air et la santé

### 10.1 Modélisation des concentrations

#### 10.1.1 Le modèle ADMS

Le modèle ADMS-Roads a été mis en œuvre dans le cadre de cette étude pour le calcul de la dispersion des polluants émis par le réseau d'étude dans l'environnement. ADMS-Roads est un modèle de dispersion gaussien spécialement développé pour évaluer l'impact des infrastructures routières sur la qualité de l'air. Développé par le Cambridge Environmental Research Consultants (CERC LTd, UK), il répond complètement aux exigences de la Note méthodologique de février 2005 et du Guide CEREMA du 22 février 2019.

Dans le cadre de ce projet, l'outil ADMS a été configuré afin de prendre en compte :

- Les émissions du réseau d'étude et des principaux axes de la zone d'étude ;
- L'effet de l'occupation des sols sur les champs de vent et la dispersion des panaches dans l'environnement ;
- Un historique représentatif des conditions météorologiques, caractérisées par les paramètres pouvant avoir une influence sur la dispersion des panaches : vitesse et direction du vent, température, nébulosité (couverture nuageuse) et précipitations.

#### 10.1.2 Principales données d'entrée

##### 10.1.2.1 Données météorologiques

Les données météorologiques utilisées dans le calcul de dispersion proviennent de deux stations. Pour les vents sur la période de 2020, la station la plus proche c'est-à-dire la station Météo France de Marseille située à environ 11 km au sud-est de la zone du projet, a été prise en compte. Les données trihoraires collectées ont été interpolées par la méthode d'interpolation linéaire. Enfin, les données de température, de couverture nuageuse, de précipitation et d'humidité ont été recueillies depuis la station météo de Marignane située à 14 km du projet.

Les paramètres suivants ont été utilisés dans le modèle de dispersion :

- Vents (vitesse en m/s et direction en °) ;
- Précipitations (mm) ;
- Température (°C) ;
- Humidité relative (%) ;
- Couverture nuageuse (octas).

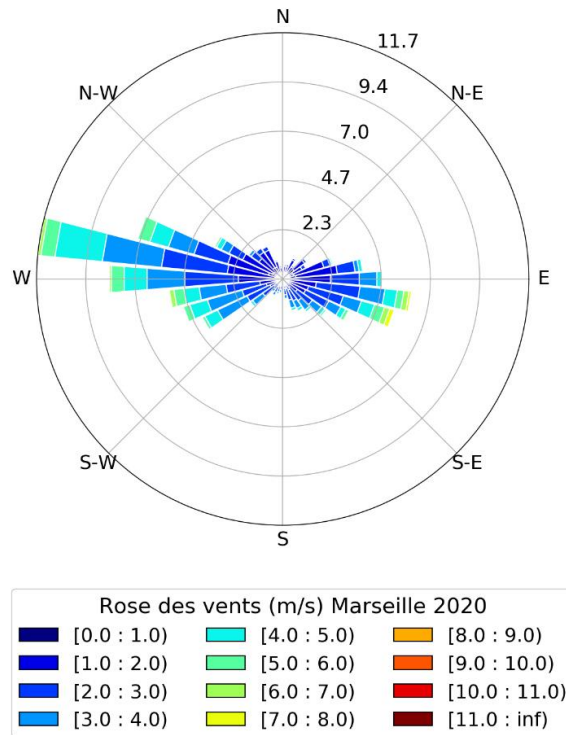


Figure 30 : Rose des vents observés sur la station Météo France de Marseille

La rose des vents mesurés en 2020 sur la station de Marseille - Observatoire est présentée sur la figure ci-dessus. Celle-ci présente des vents majoritairement d'est et d'ouest.

#### 10.1.2.2 Données topographiques

Les données de topographie présentées dans cette section ont été collectées auprès du réseau international SRTM (« The Shuttle Radar Topographic Mission ») qui compile une base de données issue de produits satellitaires consolidés couvrant l'ensemble des surfaces terrestres du globe. Le réseau SRTM découle d'une collaboration entre la NASA (« National Aeronautics and Space Administration ») et la NGA (« National Geospatial-Intelligence Agency »), incluant la participation des agences spatiales italienne et allemande. Les données d'une bande (de coordonnées latitude/longitude N43/E01) à une résolution horizontale d'environ 1 arc-seconde (30 m) ont été extraites à partir de l'outil en ligne (<http://earthexplorer.usgs.gov>).

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

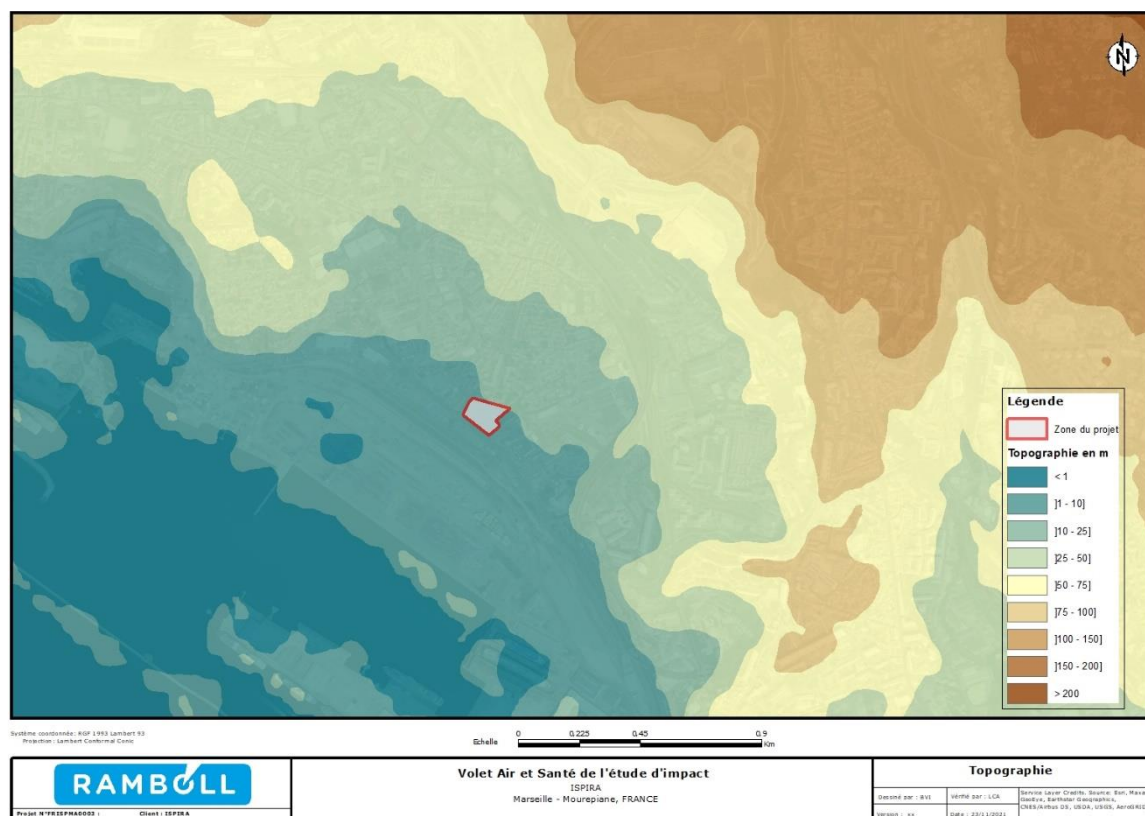


Figure 31 : Topographie (en mNGF) utilisée dans le modèle ADMS

### 10.1.2.3 Données d'occupation des sols

Concernant l'occupation des sols, une hauteur de rugosité variable dans l'espace est incluse dans l'étude. Celle-ci peut avoir une influence importante sur les champs météorologiques et, par conséquent, sur la dispersion des polluants. Les données d'occupation des sols ont été collectées depuis les produits paneuropéens du service de surveillance des terres de Copernicus (CORINE Land Cover - CLC - et les couches thématiques haute résolution) publiés en 2019 et qui offrent une photographie de l'occupation des sols en 2018. Ces données couvrant le territoire français sont disponibles en téléchargement sur le site du Ministère en charge de l'Environnement. Ces données ont été converties en hauteurs de rugosité, dont quelques valeurs typiques dans la classification sont données ci-après :

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

La figure suivante représente la rugosité variable dans la zone d'étude.

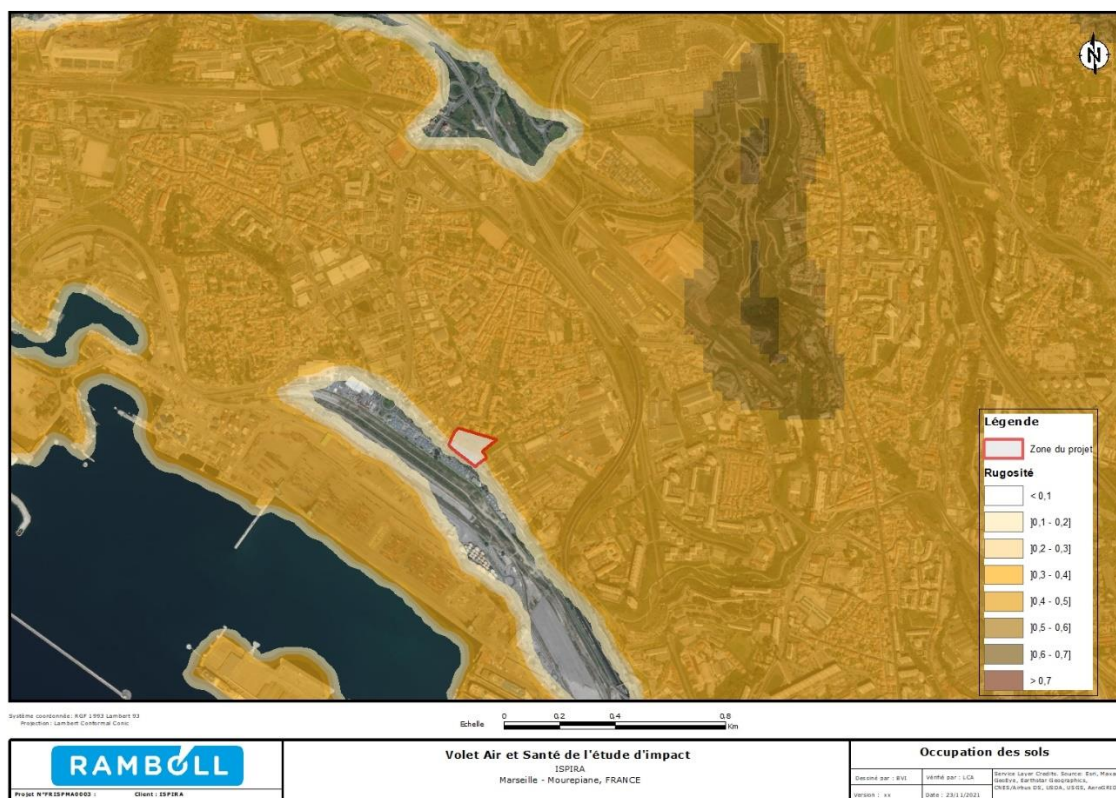


Figure 32 : Hauteurs de rugosité considérées dans le modèle

### 10.1.3 Pollution de fond

Les émissions du trafic routier ne sont pas les seules à contribuer aux concentrations de polluant dans l'air, et d'autres secteurs comme le chauffage au bois, l'industrie ou encore l'agriculture peuvent avoir une influence significative sur les teneurs en polluants. Afin de restituer des niveaux de pollution réalistes avec le modèle ADMS, il convient d'ajouter une pollution de fond qui représentera la contribution de ces autres secteurs d'activité. Pour cela, des valeurs mesurées en milieu urbain, en dehors de l'influence du trafic routier et donc du domaine d'étude, ont été utilisées. Les mesures en continu réalisées par Atmo-Sud sur les stations urbaines de fond suivantes sur l'année 2020 ont été intégrées au modèle ADMS :

- Station de Marseille Saint Louis (située à 1,5 km du projet) pour le dioxyde d'azote ( $\text{NO}_2$ ) ;
- Station de Marseille-Longchamp (située à 5 km du projet) pour l'ozone ( $\text{O}_3$ ).

Il faut souligner que, si la station de Marseille Saint-Louis apporte une information essentielle, de par sa proximité, sur l'évolution temporelle des concentrations, le niveau de concentration mesuré a été pondéré afin de correspondre aux résultats de la campagne de mesures.

Le tableau ci-dessous présente la moyenne annuelle retenue pour la pollution de fond.

Tableau 10 : Pollution de fond annuelle retenue dans les calculs de modélisation

Polluant	Concentration de fond ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
$\text{NO}_x$	19,6
$\text{NO}_2$	12,6
$\text{O}_3$	55,4

## 10.2 Données en sortie du modèle

### 10.2.1.1 Domaine d'étude et points récepteurs

Le domaine d'étude défini pour la modélisation de la dispersion est un carré de 450 x 450 m, centré sur le réseau d'étude, il permet d'identifier les zones impactées par les émissions routières. La résolution du maillage de calcul utilisé pour modéliser la dispersion atmosphérique est de l'ordre de 5 mètres. Au total, les concentrations sont calculées au niveau d'environ 11 000 points de grille.

Les points de prélèvements de la campagne de mesure réalisée par ISPIRA ont également été intégrés au modèle en tant que points spécifiques.



Figure 33 : Domaine d'étude et points récepteurs

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

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

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

### 10.2.1.2 Comparaison mesures / modèle et pollution de fond

Une fois les données d'entrée du modèle préparées et avant de lancer la modélisation finale sur l'ensemble de la zone de modélisation, une phase de calage sur la période de campagne de mesure est nécessaire pour s'assurer de la cohérence des résultats modélisés avec les mesures. Le modèle

a été calibré en utilisant les données d'observation réalisées lors de la campagne de mesure réalisée entre le 8 et le 22 novembre 2021. Cette campagne a été l'occasion de caractériser les niveaux de pollution observés dans la zone d'étude.

Le modèle ADMS offre la possibilité de prendre en compte une pollution de fond en NO<sub>2</sub> sur l'ensemble du domaine d'étude et sur les points récepteurs.

Les mesures en continu réalisées par Atmo-Sud sur les stations urbaines de fond suivantes sur l'année 2020 ont été intégrées au modèle ADMS :

- Station de Marseille Saint Louis (située à 1,5 km du projet) pour le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) ;
- Station de Marseille-Longchamp (située à 5 km du projet) pour l'ozone (O<sub>3</sub>).

Il faut souligner que, si la station de Marseille Saint-Louis apporte une information essentielle, de par sa proximité, sur l'évolution temporelle des concentrations, le niveau de concentration mesuré a été pondéré afin de correspondre aux résultats de la campagne de mesures. En effet, les concentrations mesurées sur Saint-Louis étaient supérieures à celles mesurées sur la zone d'étude, ce qui sous-entend que le site de Saint-Louis est soumis à une influence légèrement plus marquée. Au final, les concentrations de la station de Saint-Louis ont été considérées à 80 % de leur valeur.

Le tableau ci-dessous présente les résultats de la campagne de mesure ainsi que les concentrations modélisées par ADMS avec ajout de la pollution de fond.

Tableau 11 : Comparaison des résultats modélisés et mesurés en NO<sub>2</sub>

Points de mesure	Concentrations mesurées	Concentrations modélisées
Point 1	30,5	34,7
Point 2	33,6	39,9
Point 3	29,1	35,2
Point 4	29,9	34,7
Point 5	28,4	33,4
Point 6	29,0	32,3
Point 7	28,0	31,5
Point 8	35,0	34,9

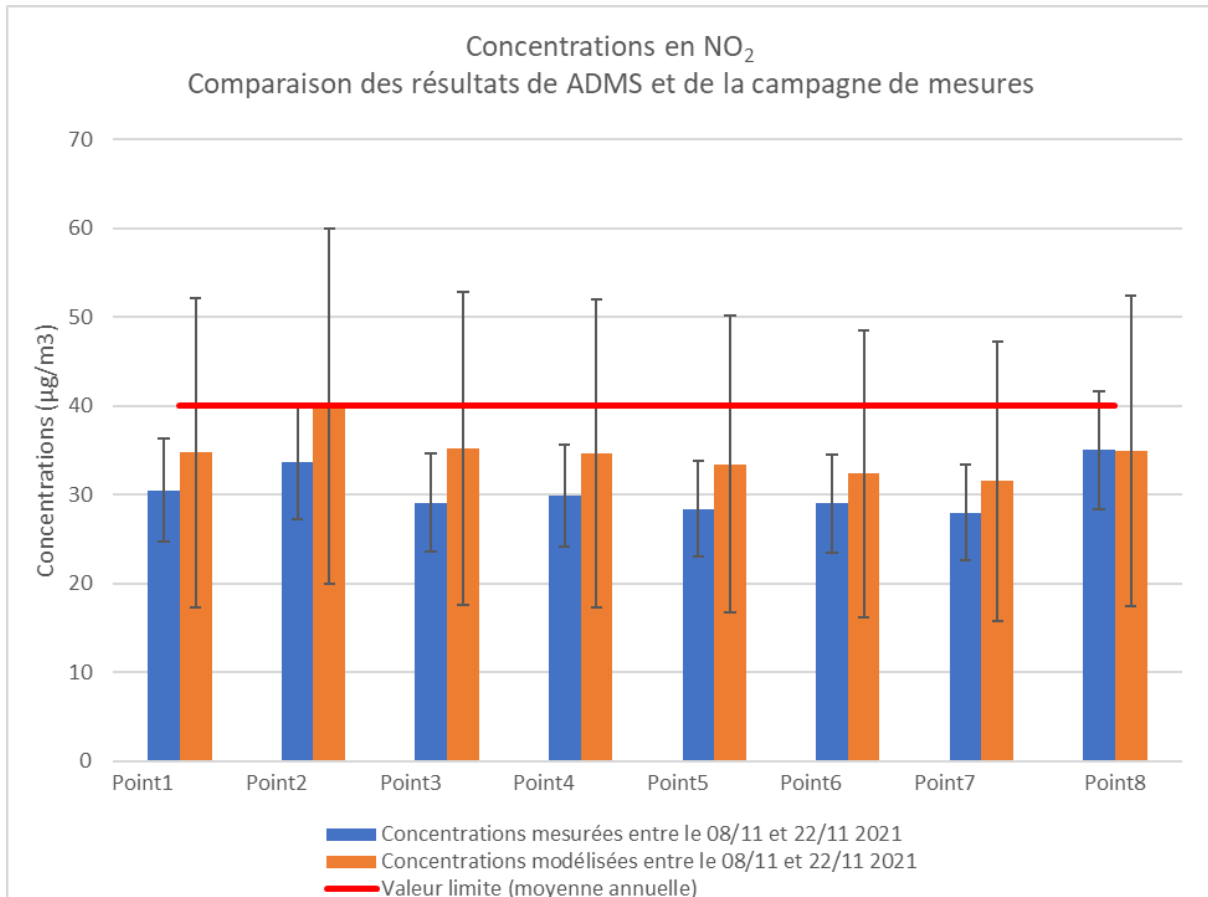
Le graphique ci-dessous (Figure 34) présente la corrélation entre les données de la campagne de mesures et les concentrations modélisées. Globalement, les concentrations modélisées présentent des taux similaires aux concentrations mesurées, excepté sur le point 2 situé en proximité direct du chemin du littoral. Sur l'ensemble des points, une bonne corrélation entre les données modélisées et mesurées est observée (coefficient de corrélation de 0,68). La valeur RcMSe, quant à elle, est faible, ce qui laisse entendre une variabilité non significative du modèle par rapport aux mesures.

Afin de vérifier la pertinence des résultats, plusieurs paramètres statistiques ont été calculés à partir des résultats obtenus.

Les paramètres sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 12 : Paramètres statistiques

Paramètres statistiques	Comparaison modèle / mesures
Moyenne des concentrations mesurées	30,44
Moyenne des concentrations modélisées	34,60
Coefficient de corrélation	0,68
Biais	-4,16
RMSE	4,57
RcMSE	1,89


 Figure 34 : Histogramme présentant les résultats des mesures et du modèle ADMS (NO<sub>2</sub>)

Au regard du coefficient de corrélation et du RcMSE, le modèle ne commet pas d'erreur systématique puisque la valeur est proche de 0. Une valeur nulle indique que les données d'observations et les données modélisées ont la même moyenne. Le modèle est donc en mesure de bien restituer la valeur moyenne des concentrations.

Au vu des résultats de ces paramètres, la pollution de fond de la station ATMO-Sud de Marseille Saint Louis sera intégrée dans le modèle, à hauteur de 80 %.



### 10.3 Résultats de la modélisation

Les résultats de la modélisation de la dispersion des émissions atmosphériques pour les cinq scénarios sont présentés ci-après pour le NO<sub>2</sub>. Les concentrations présentées dans le tableau sont exprimées en µg/m<sup>3</sup>.

Tableau 13 : Concentrations modélisées en NO<sub>2</sub> pour les 5 scénarios

Récepteurs	Concentrations modélisées (µg/m <sup>3</sup> )				
	Dioxyde d'azote NO <sub>2</sub>				
	Moyenne annuelle				
	2020 Etat Initial	2024 Projet	2024 Référence	2044 Projet	2044 Référence
Point 1	27,54	27,15	25,91	22,53	22,37
Point 2	34,11	31,81	31,10	23,31	23,20
Point 3	27,80	26,86	26,19	22,52	22,44
Point 4	27,02	26,42	25,60	22,45	22,35
Point 5	25,69	25,48	24,59	22,32	22,21
Point 6	24,51	27,08	23,73	22,52	22,09
Point 7	23,69	26,44	23,14	22,43	22,02
Point 8	27,79	27,09	26,17	22,56	22,44
Valeur limite française	40				
Valeur OMS	10				
Récepteur le plus impacté					

D'après ce tableau, la concentration en moyenne annuelle modélisée respecte la réglementation applicable en France en chaque point récepteur. Elle dépasse néanmoins en tout point les recommandations fixées par l'OMS (mises à jour de septembre 2021). Il est important de noter qu'avec un fond à 12,6 µg/m<sup>3</sup>, ce dépassement n'est pas imputable au projet.

Le point 2 enregistre les valeurs les plus élevées du fait de sa proximité avec le chemin du littoral.

Les cartographies de concentrations sont présentées ci-après.

Au vu de ces cartographies, il ressort que :

- La valeur limite relative au dioxyde d'azote (40 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle) est dépassée sur l'état initial et en 2024, sur le chemin du littoral ainsi que le rond-point France Indochine ; elle est respectée dans l'emprise du projet.
- La valeur limite en maxima horaire (200 µg/m<sup>3</sup>) est respectée sur l'ensemble du domaine d'étude.

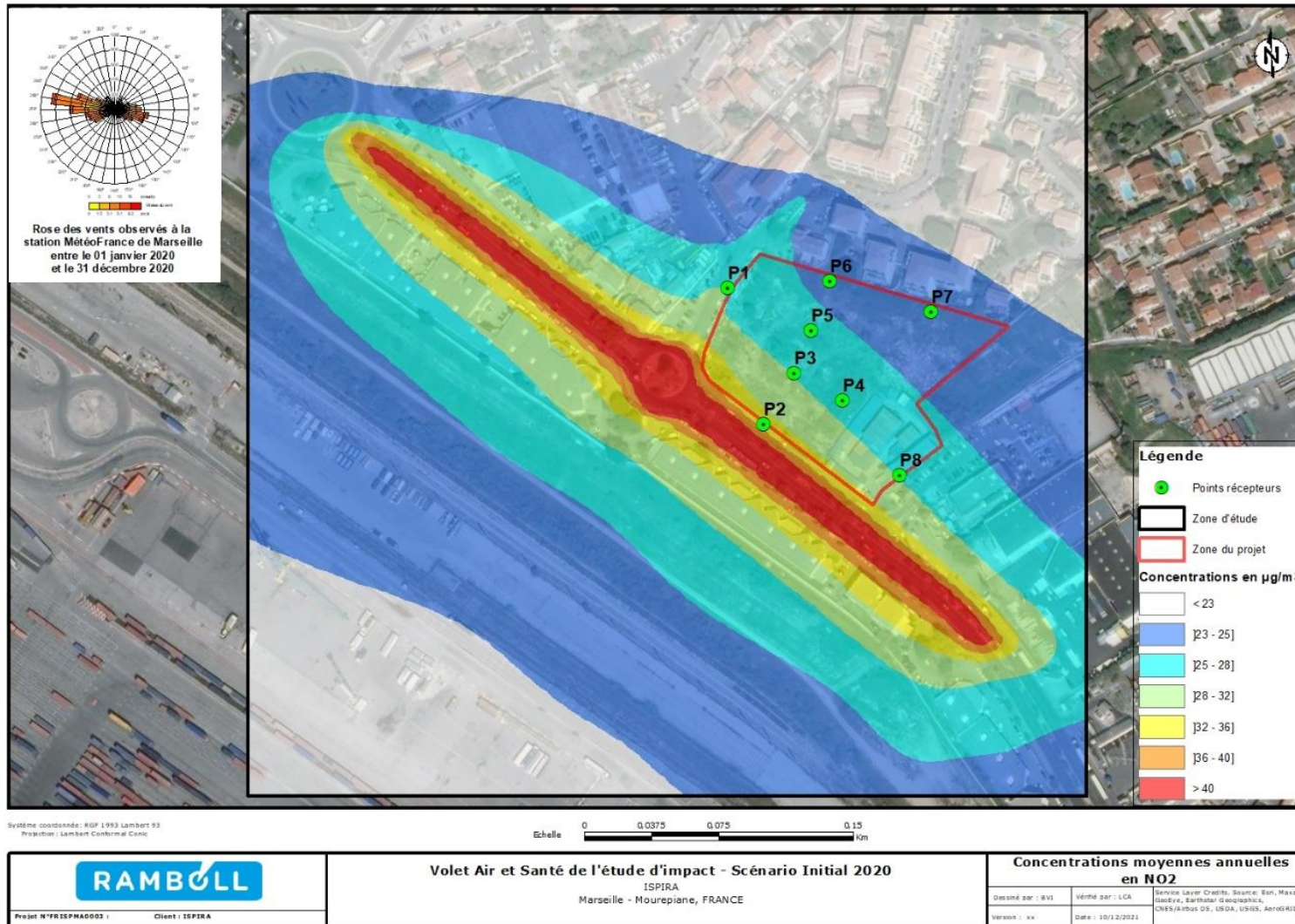


Figure 35 : Concentrations moyennes annuelles en NO<sub>2</sub> – Scénario initial 2020

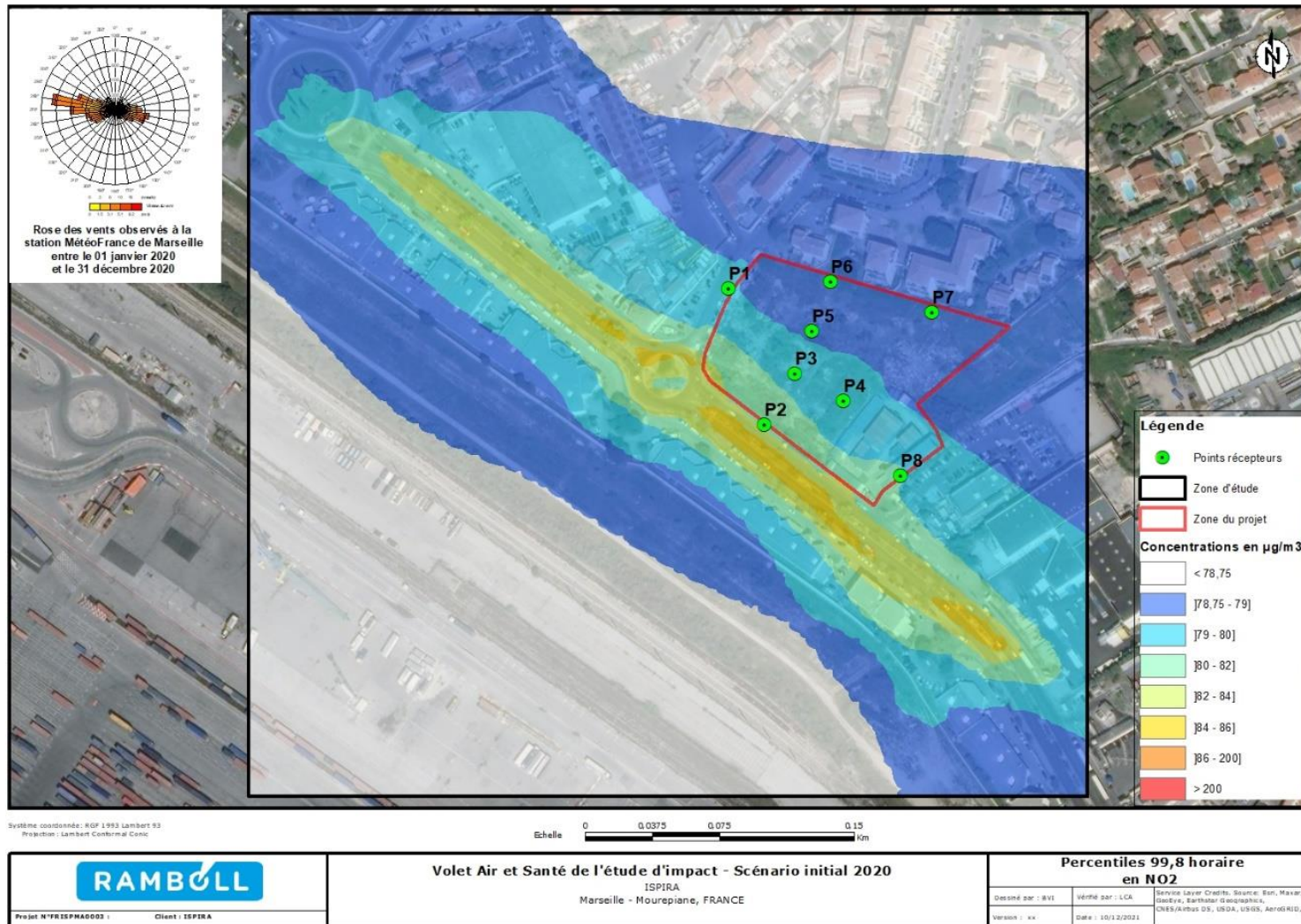


Figure 36 : Percentile 99,8 horaire en NO<sub>2</sub> – Scénario initial 2020

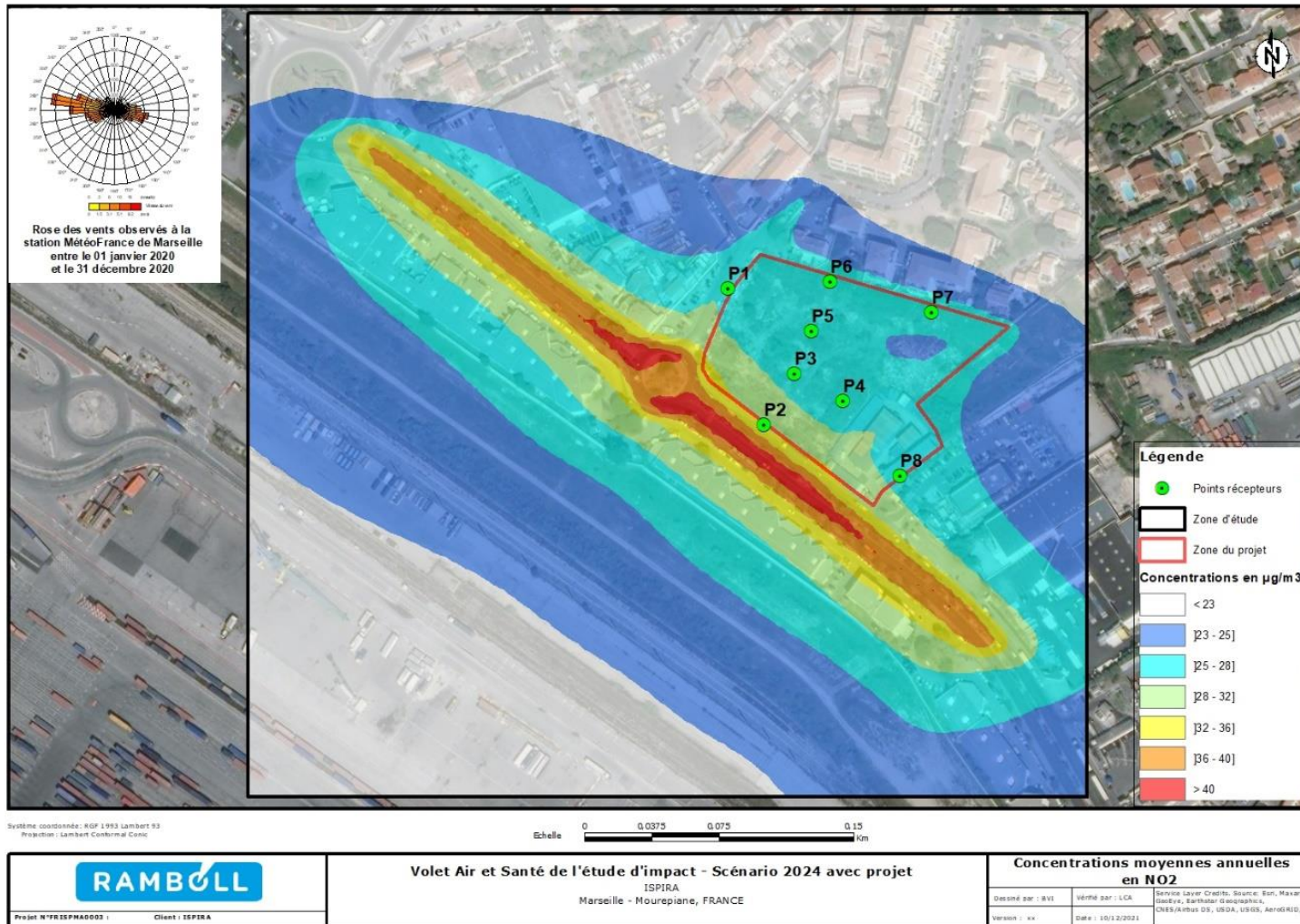


Figure 37 : Concentrations moyennes annuelles en NO<sub>2</sub> – Scénario avec Projet 2024

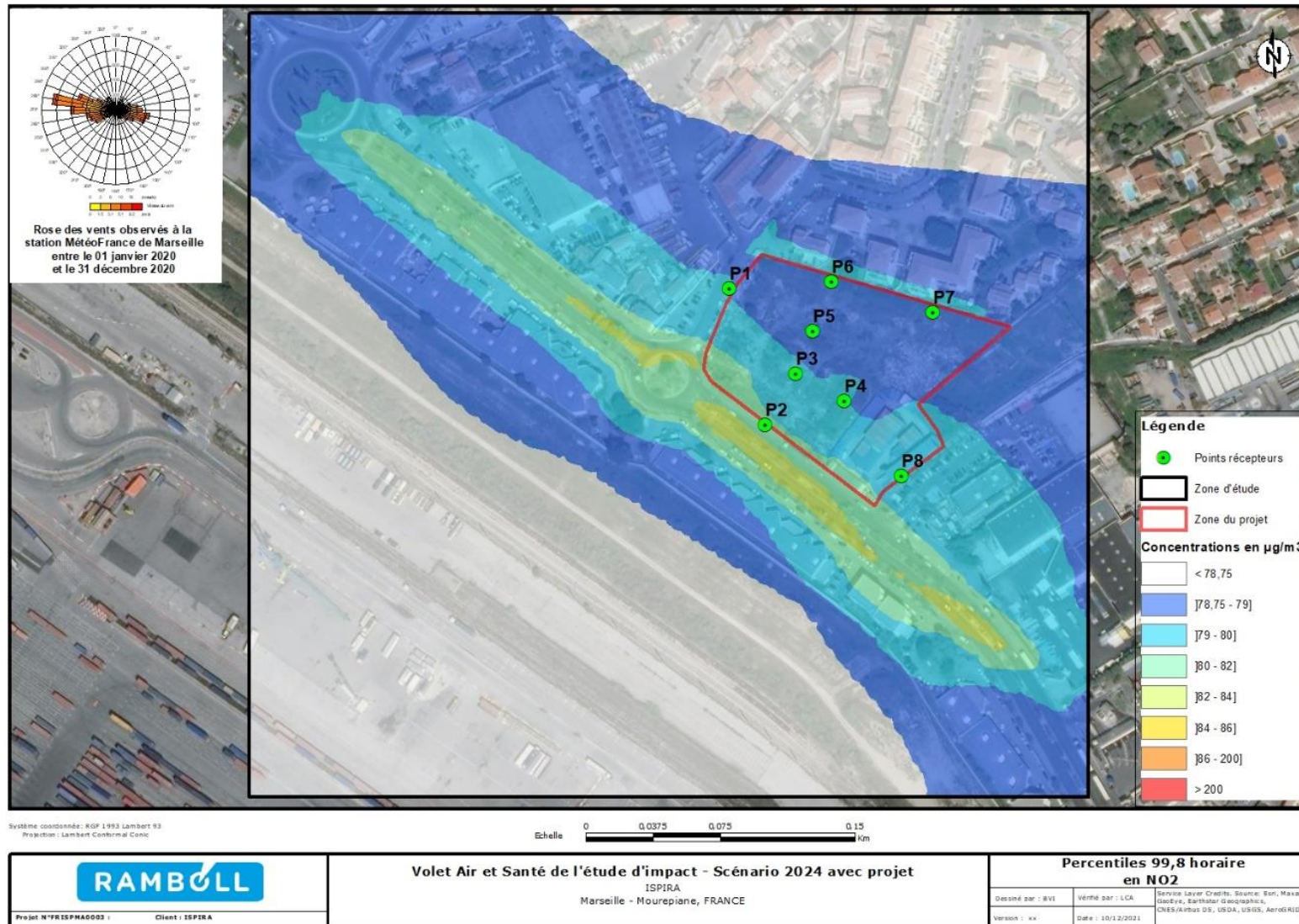


Figure 38 : Percentile 99,8 horaire en NO<sub>2</sub> – Scénario avec Projet 2024

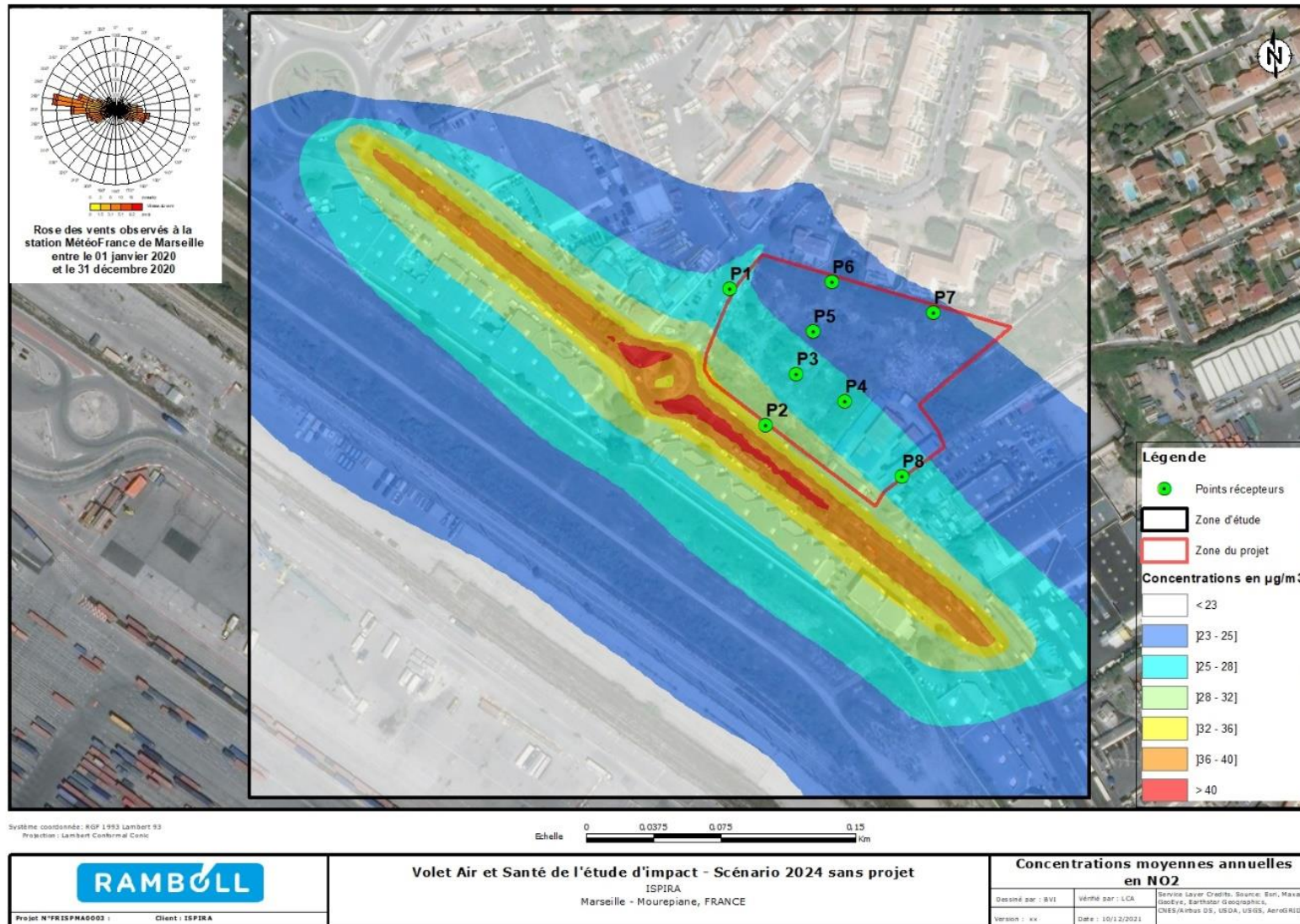


Figure 39 : Concentrations moyennes annuelles en NO<sub>2</sub> – Scénario sans Projet 2024

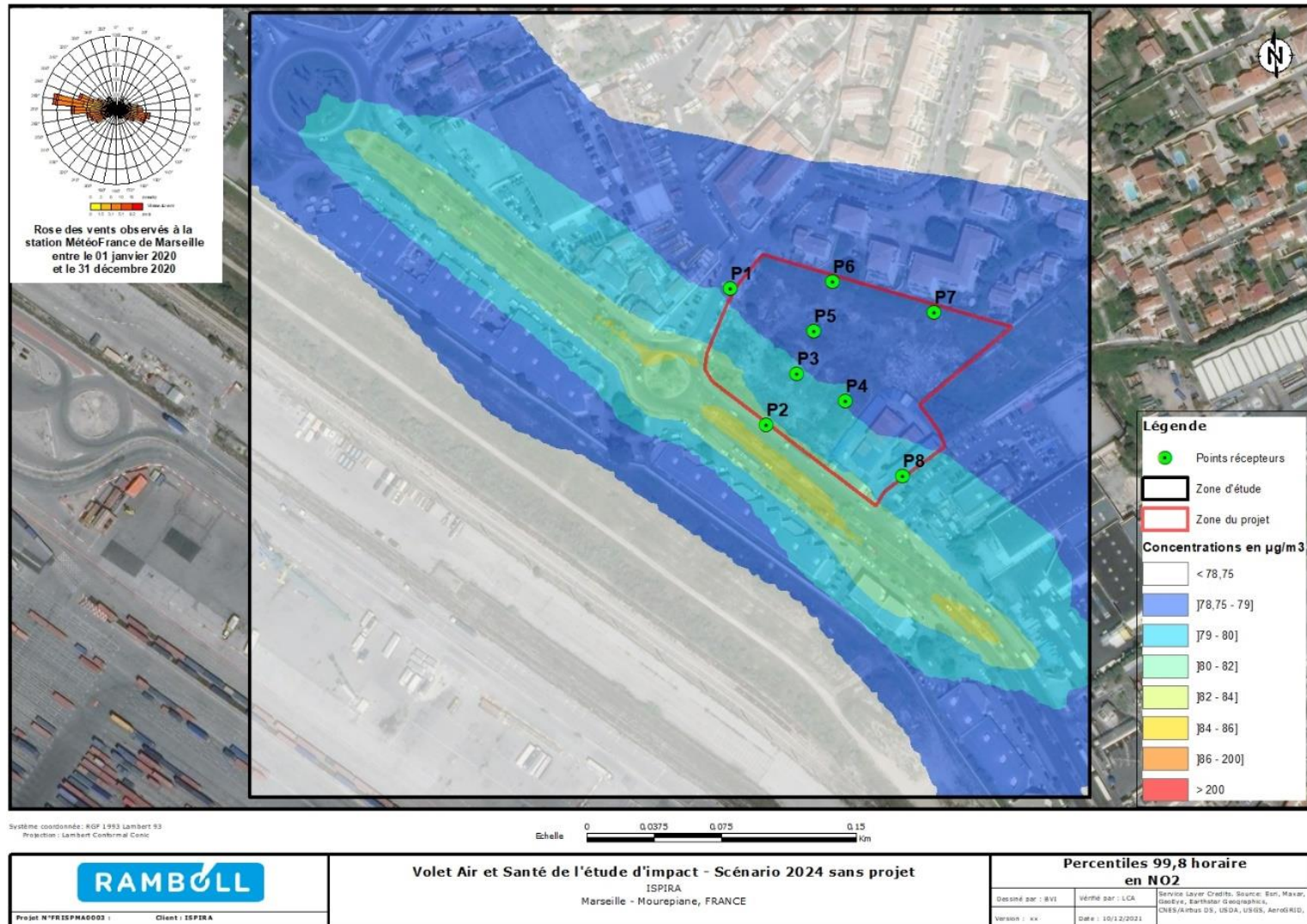


Figure 40 : Percentile 99,8 horaire en NO<sub>2</sub> – Scénario sans Projet 2024

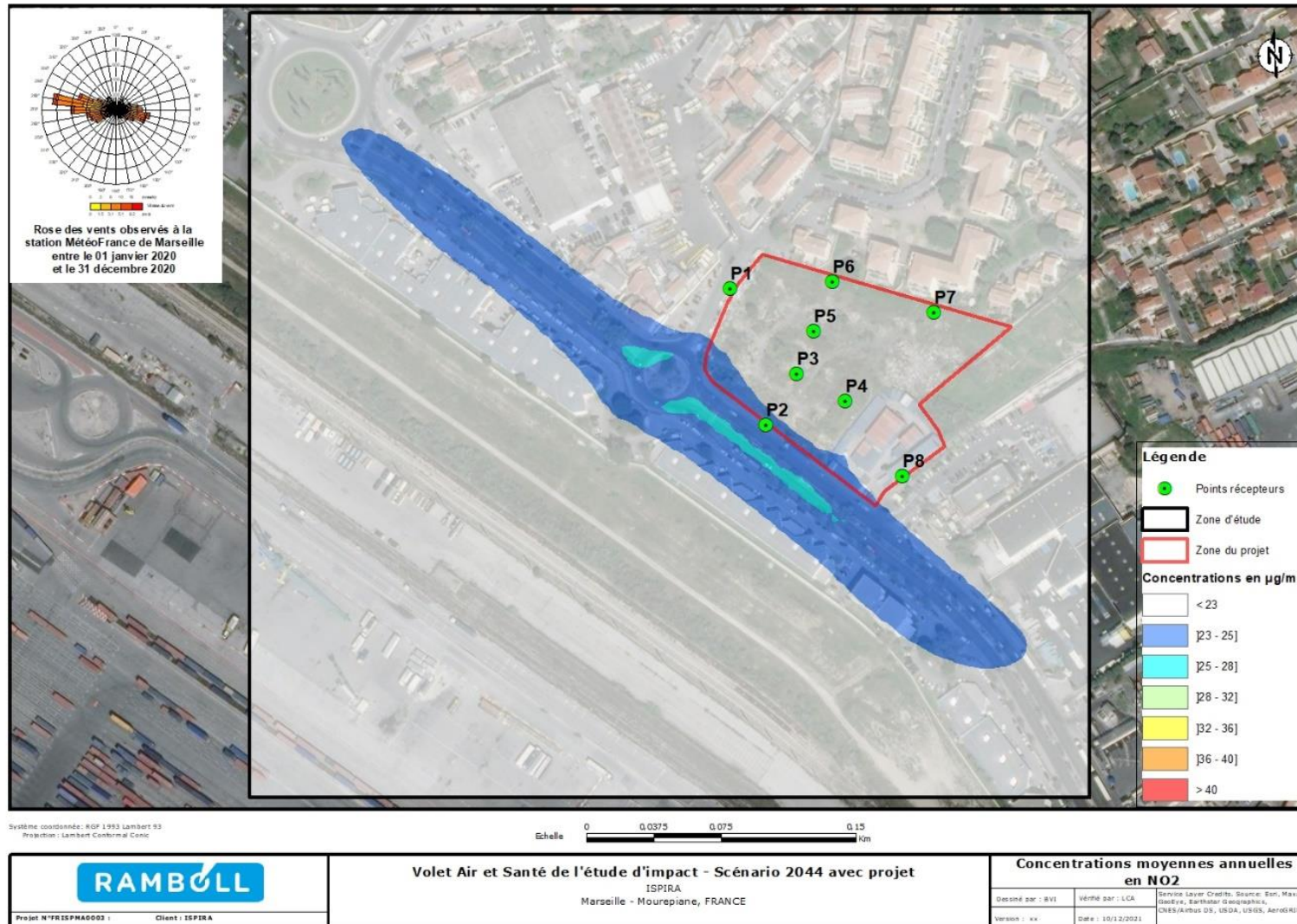


Figure 41 : Concentrations moyennes annuelles en  $\text{NO}_2$  – Scénario avec Projet 2044



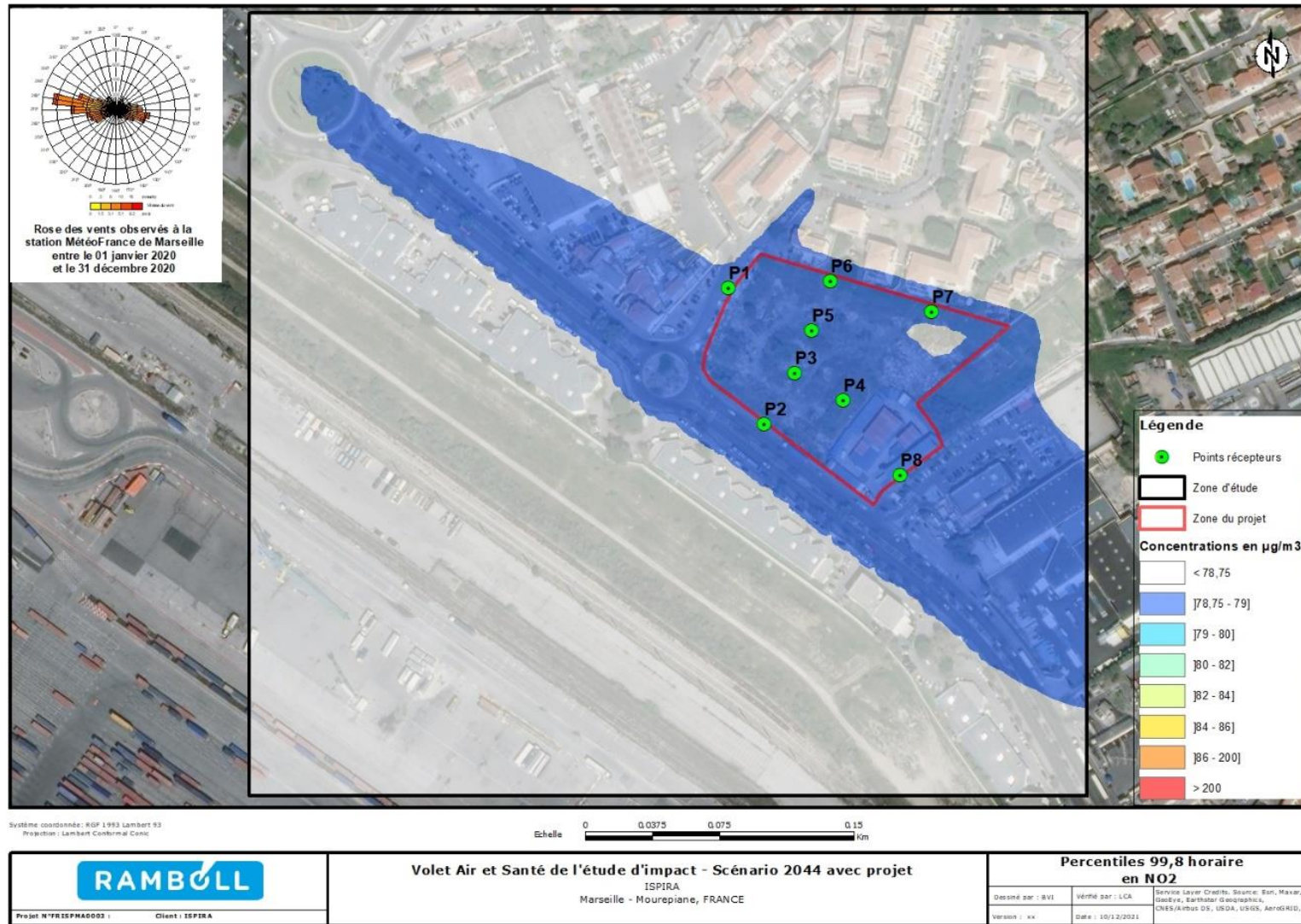


Figure 42 : Percentile 99,8 horaire en NO<sub>2</sub> – Scénario avec Projet 2044

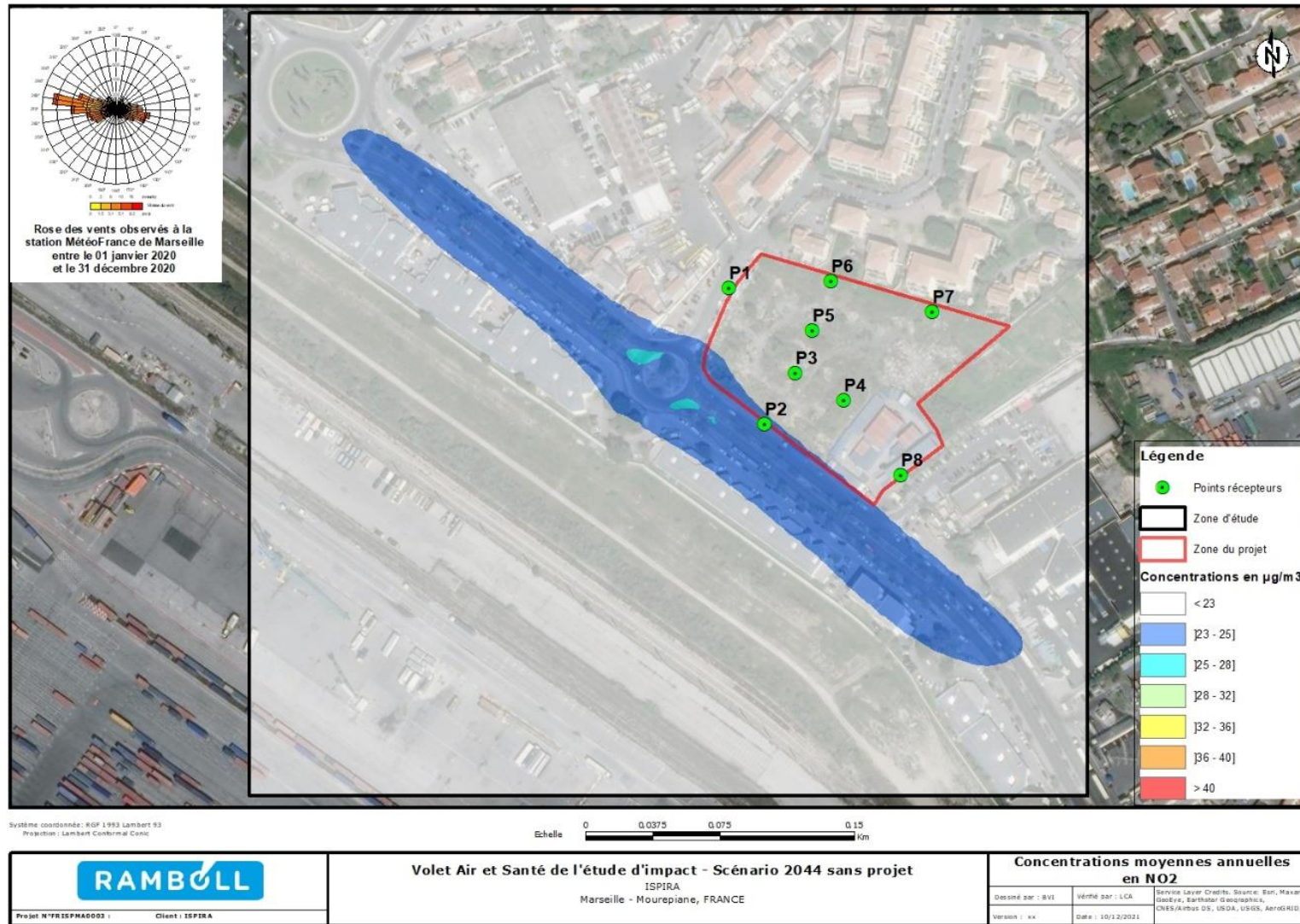


Figure 43 : Concentrations moyennes annuelles en NO<sub>2</sub> – Scénario sans Projet 2044

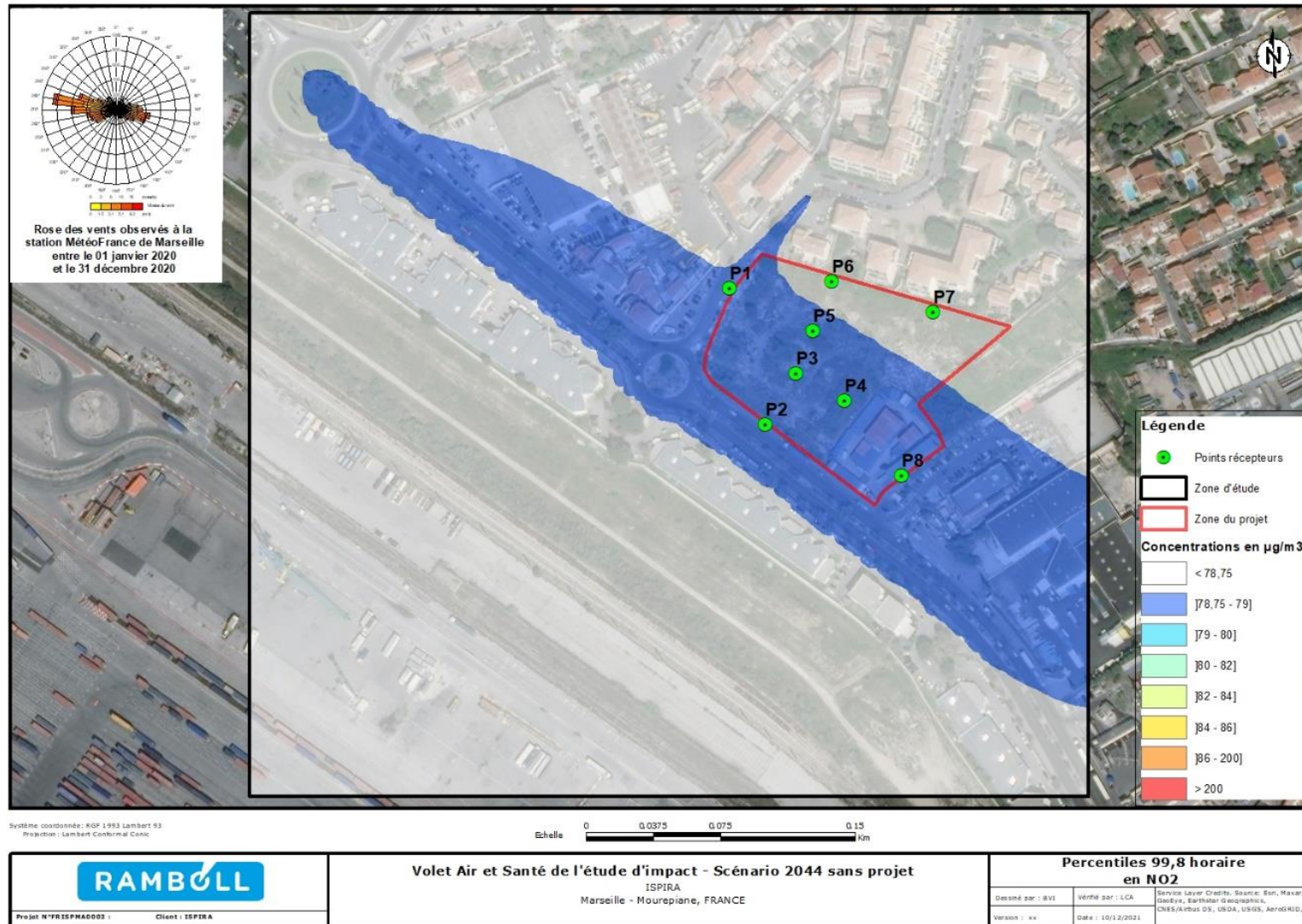


Figure 44 : Percentile 99,8 horaire en NO<sub>2</sub> – Scénario sans Projet 2044

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

### 10.4.1 Bande d'étude

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

Tableau 14 : Largeur des bandes d'étude en fonction du trafic

TMJA à l'horizon le plus lointain (veh/jour)	Largeur de la bande d'étude (mètres)
TMJA > 50 000	600
25 000 < TMJA < 50 000	400
10 000 < TMJA < 25 000	300
TMJA < 10 000	200

### 10.4.2 Méthode de calcul de l'indice pollution population

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

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

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

Avec :

- IPP<sub>i</sub> est l'IPP calculé sur chaque maille ;
- C<sub>i</sub> est la concentration modélisée du polluant au niveau de chaque maille ;
- P<sub>i</sub> est la population présente dans la maille.

Le maillage de la population utilisé provient de l'Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques (INSEE). C'est un maillage carroyé à 200 m contenant le nombre d'individus résidant dans le carreau. Ces données de population sont illustrées sur la Figure 45. Pour le calcul des IPP dans chacune des mailles, les concentrations en NO<sub>2</sub> ont été projetées sur les mêmes mailles. Le produit pollution / population a été réalisé dans chaque maille de la bande d'étude, et la somme de ces valeurs a permis d'obtenir un IPP agrégé pour chaque horizon et chaque scénario.

Il faut souligner que, compte tenu de la faible étendue de la zone d'étude, seules quelques mailles ont été considérées.

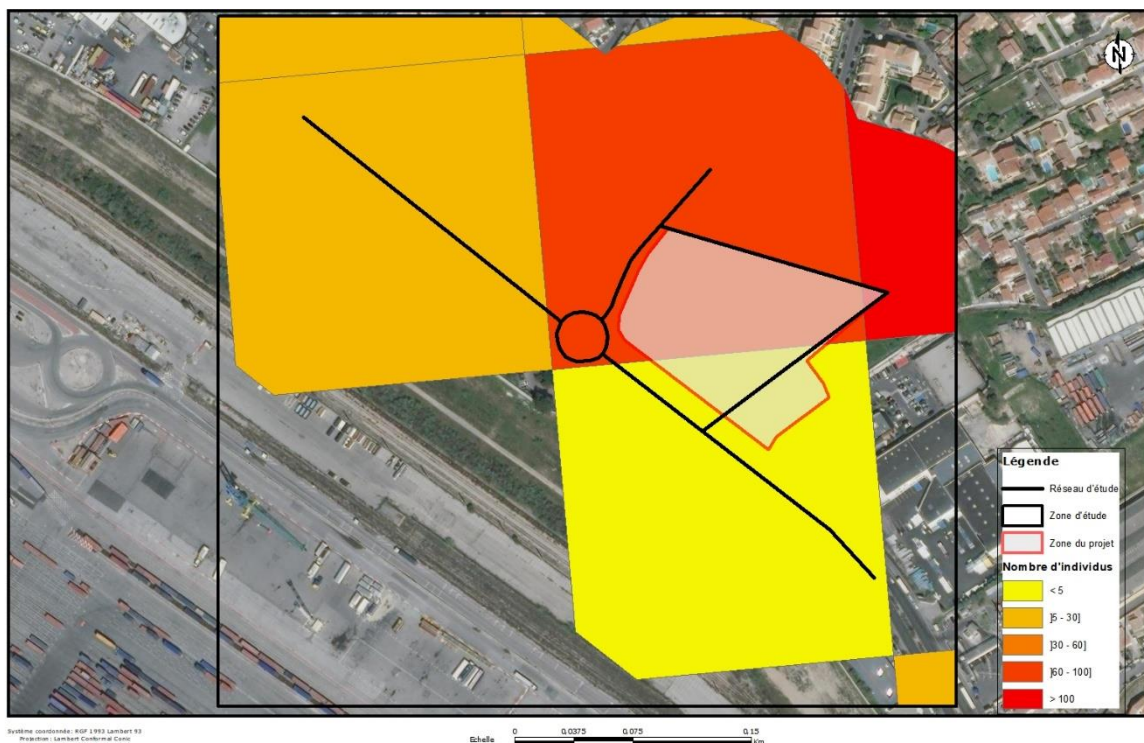
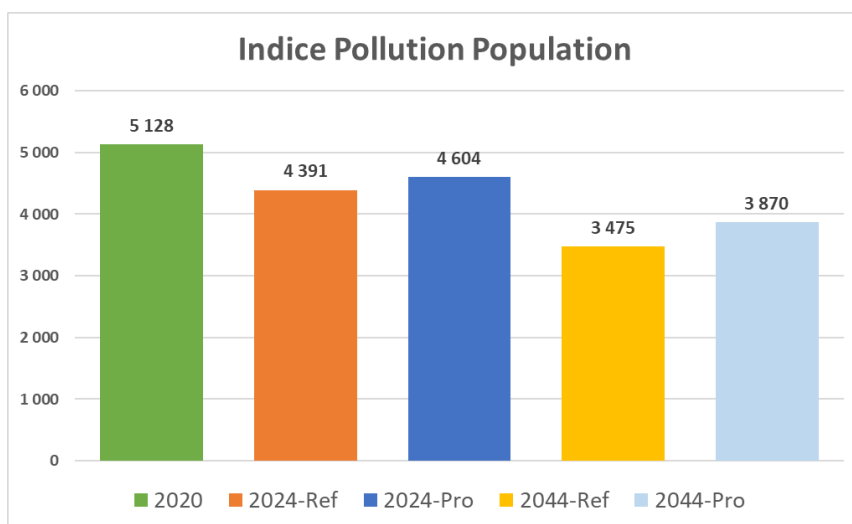


Figure 45 : Nombre d'individus résidant dans la zone d'étude et au niveau des bandes d'étude

### 10.4.3 Résultats

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



Note : Pour Projet et R pour Référence

Figure 46 : Indice Population pour les différents horizons et scénarios

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

Dans l'ensemble, la diminution nette des concentrations en NO<sub>2</sub> explique la tendance à la baisse de l'IPP en l'absence de réalisation du projet (-12% entre 2020 et 2024, et -32% entre 2020 et 2044).

La mise en service du projet conduit à une augmentation du trafic sur la zone (+11,3%). Cette augmentation aura une influence sur l'IPP : sa baisse attendue en cas de réalisation du projet reste marquée (-10% entre 2020 et 2024, et -25% entre 2020 et 2044), mais moins forte qu'en l'absence de réalisation du projet.

## 11 Conclusion

### Bilan des émissions

A l'exception des métaux lourds, les émissions de polluants devraient diminuer avec le temps en l'absence de réalisation du projet. Cette baisse, comprise entre -3% (pour le SO<sub>2</sub>) et -41% (pour le benzène) sur la période 2020-2024, et entre -18% (pour les PM<sub>10</sub>) et -92% (pour les NO<sub>x</sub>) sur la période 2020-2044, est à relier avec l'amélioration du parc automobile. Concernant les métaux lourds, les émissions, majoritairement liées à l'usure (dépendantes du volume de trafic, et moins influencées par les évolutions technologiques), devraient être stables (pour l'arsenic) ou diminuer légèrement (-9% entre 2020 et 2044 pour le nickel) en l'absence de réalisation du projet.

**Quel que soit le composé considéré par rapport au scénario de référence, l'impact du projet sur les émissions de +11,3 % est directement lié à la variation des TMJA, les autres facteurs d'influence (vitesse de circulation, proportion de poids lourds, ...) restant inchangés.**

### Mesures in-situ et modélisations

Les concentrations en dioxyde d'azote, principal traceur des émissions du trafic routier, mesurées lors de la campagne s'échelonnent de 28,0 à 35,0 µg/m<sup>3</sup>.

**Les concentrations modélisées en NO<sub>2</sub> montrent un respect de la valeur limite de 40 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle sur l'ensemble des points récepteurs et des scénarios considérés. Un dépassement de celle-ci est en revanche modélisé au niveau du chemin du littoral, ainsi qu'au niveau du rond-point France Indochine à proximité du projet. Cette tendance diminue en 2024 et plus fortement encore en 2044, avec un respect de cette valeur réglementaire. De plus, la mise en service du projet n'entraîne pas de modifications majeures sur les concentrations en NO<sub>2</sub> par rapport au scénario de référence au même horizon d'étude.**

La valeur limite en maxima horaire (200 µg/m<sup>3</sup>) est quant à elle respectée sur l'ensemble du domaine d'étude.

S'agissant des particules PM<sub>10</sub>, la concentration moyenne retrouvée au centre de la parcelle est de 29,4 µg/m<sup>3</sup>.

**Au vu des concentrations retrouvées au droit des stations fixes d'Atmosud, il est très probable que la valeur limite de 40 µg/m<sup>3</sup> pour les particules PM<sub>10</sub> est respectée sur une année entière sur le projet de la ZAC Littoral.**

Pour le benzène et le dioxyde de soufre, les concentrations mesurées lors de la campagne sont faibles à très faibles, respectivement de l'ordre de 0,4 µg/m<sup>3</sup> et 0,1 µg/m<sup>3</sup> sur la zone.

**Il est certain que la valeur limite annuelle de 5 µg/m<sup>3</sup> pour le benzène et l'objectif de qualité annuel de 50 µg/m<sup>3</sup> pour le SO<sub>2</sub> sont respectées au droit du projet de la ZAC Littoral.**

### Indice Pollution Population

L'Indice Pollution-Population (IPP), croisant densité de population et concentration en NO<sub>2</sub> dans la bande d'étude, devrait fortement diminuer en l'absence de réalisation du projet (-12% entre 2020 et 2024, et -32% entre 2020 et 2044). La mise en service du projet aura une influence sur l'IPP : sa baisse attendue en cas de réalisation du projet reste marquée (-10% entre 2020 et 2024, et -25% entre 2020 et 2044), mais moins forte qu'en l'absence de réalisation du projet.

## 12 Recommandations en termes d'aménagement

Afin que l'aménagement urbain puisse favoriser une bonne qualité de l'air à l'échelle du quartier, il faut principalement travailler sur deux axes :

- Favorisation de la dispersion
- Limitation de l'exposition

Pour cela, il est possible de jouer sur différents paramètres :

Paramètre	Définition	Effets sur la qualité de l'air
Occlusivité	<i>Présence d'obstacles verticaux (ex : immeubles de plusieurs étages)</i>	✖ Pénalisation de la dispersion des polluants par blocage des flux d'air  ✔ Effet « masque » permettant de protéger les lieux sensibles des axes très circulés
Rugosité	<i>Présence d'obstacles horizontaux</i>	✔/✖ Influence fortement la vitesse du vent
Complexité des rues	<i>Rapport entre l'écartement des immeubles et leur hauteur</i>	✖ Pénalisation de la dispersion des polluants par blocage des flux d'air

Pour avoir une influence favorable sur la dispersion des polluants, on peut ainsi :

1. Proposer une architecture de quartier évitant les rues « canyons » ou en prévoyant des espaces entre les bâtiments permettant une bonne circulation des flux d'air.
2. Etudier les possibilités d'éloignement des zones qui concentrent les publics sensibles (écoles, crèches, terrains de sport, ...) vis-à-vis des sources de pollution (axes fortement circulés) tout en baissant les émissions routières au sein ou à proximité du quartier (en favorisant les modes de déplacement « doux » par exemple) → Délocaliser, limiter ou interdire l'implantation d'ERP sensibles dans les zones les plus exposées. **Ici les bureaux, qui sont des lieux d'occupation moins sensibles que les habitations, ont été positionnés judicieusement côté chemin du littoral.**
3. Protéger les nouvelles constructions en intégrant la mise en œuvre des systèmes de traitement de l'air intérieur (orienter les prises d'air vers les zones les moins polluées, ici le nord de la parcelle)

4. Mettre en place des bâtiments « écran » (la hauteur des bâtiments permet de dévier les masses d'air en provenance de la route et de disperser les polluants en hauteur, l'efficacité de la mesure nécessite cependant des conditions météorologiques favorables) ou bien détruire des bâtiments afin de favoriser la dispersion des polluants.

Au droit du projet plus particulièrement, les mesures et les modélisations ont mis en évidence la nécessité de construire préférentiellement à distance du chemin du littoral afin d'éviter l'exposition des populations à des concentrations en dioxyde d'azote supérieures à celles habituellement observées en situation de fond urbain. Il serait également judicieux de :

- favoriser un front bâti continu côté chemin du Littoral et plus poreux vers l'intérieur de la parcelle ;

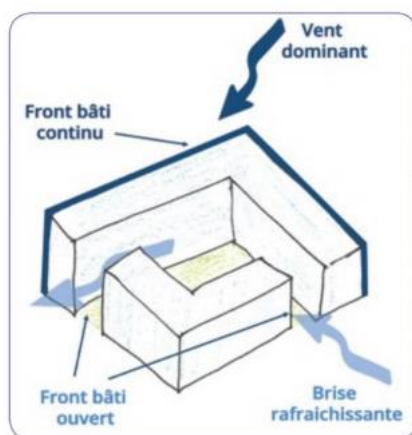


Figure 47 : Illustration de l'effet de la géométrie du front bâti continu sur la qualité de l'air (source : ADEME)

- ou bien à défaut de pouvoir changer l'architecture préétablie du projet, mettre en place un écran acoustique à pan supérieur incliné permettant la canalisation des polluants le long du chemin du littoral. Ce dispositif est illustré figure suivante :

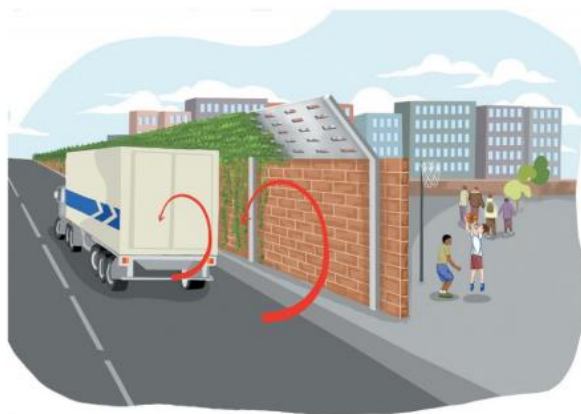



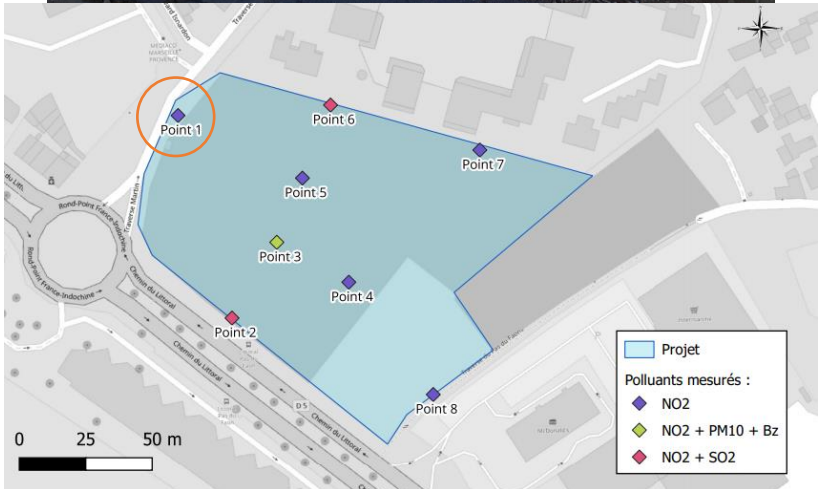
Figure 48 : Amélioration de la canalisation des polluants le long de l'axe routier par la présence de mur acoustique à pan supérieur incliné – source : Collins et al, 2021<sup>6</sup>

Ce dispositif peut être transparent ou habillé de végétation pour favoriser son intégration dans le paysage.

<sup>6</sup> Limiter l'exposition des populations à la pollution atmosphérique par un urbanisme adapté - Boîte à outils à destination des porteurs de projet d'aménagement en Île-de-France – DRIEAT IDF – Sept. 21



## Annexe 1 – Fiches descriptives des points de mesure

1	Kaufman & Broad – ZAC du Littoral			
<b>Caractérisation du site</b>				
Désignation du site	Point 1	Coordonnées géographiques	Latitude	43.3520279
			Longitude	5.3400798
Description du lieu de pose	Entrée Boulevard Gravitz Sur portail blanc			
<b>Conditions d'exposition</b>				
Type de milieu	Urbain		Type de support	Portail
<b>Illustration</b>				
				
				
<b>Résultats</b>				
Composés mesurés	Référence du prélèvement	Période de prélèvement		
NO <sub>2</sub>	FIX-376	08/11/2021 09 : 37	22/11/2021 09 : 37	

2	Kaufman & Broad – ZAC du Littoral			
<b>Caractérisation du site</b>				
Désignation du site	Point 2	Coordonnées géographiques	Latitude	43.3513375
			Longitude	5.3403024
Description du lieu de pose	Chemin du Littoral A proximité de l'arrêt de bus <i>Littoral Pas du Faon</i>			
<b>Conditions d'exposition</b>				
Type de milieu	Urbain en proximité trafic	Type de support	Poteau métallique	
<b>Illustration</b>				
<b>Résultats</b>				
Composés mesurés	Référence du prélèvement	Période de prélèvement		
NO <sub>2</sub>	FIX-394	08/11/2021 11 : 00	22/11/2021 10 : 00	
SO <sub>2</sub>	EO-171	08/11/2021 11 : 00	22/11/2021 10 : 00	

3	Kaufman & Broad – ZAC du Littoral			
<b>Caractérisation du site</b>				
Désignation du site	Point 3	Coordonnées géographiques	Latitude	43.3515892
			Longitude	5.3405205
Description du lieu de pose	Au centre du terrain			
<b>Conditions d'exposition</b>				
Type de milieu	Urbain	Type de support	Piquet en bois	
<b>Illustration</b>				
<b>Résultats</b>				
Composés mesurés	Référence du prélèvement	Période de prélèvement		
NO <sub>2</sub>	FIX-383	08/11/2021 10 : 00	22/11/2021 10 : 10	
PM	FIX-12	08/11/2021 10 : 00	22/11/2021 10 : 10	
Benzène	145-3149	08/11/2021 10 : 00	22/11/2021 10 : 10	

4	Kaufman & Broad – ZAC du Littoral			
<b>Caractérisation du site</b>				
Désignation du site	Point 4	Coordonnées géographiques	Latitude	43.351447
			Longitude	5.3408493
Description du lieu de pose	Sur remblais, partie sud-est du terrain			
<b>Conditions d'exposition</b>				
Type de milieu	Urbain		Type de support	Arbuste
<b>Illustration</b>				
<b>Résultats</b>				
Composés mesurés	Référence du prélèvement	Période de prélèvement		
NO <sub>2</sub>	FIX-380	08/11/2021 10 : 10	22/11/2021 09 : 54	

5	Kaufman & Broad – ZAC du Littoral			
<b>Caractérisation du site</b>				
Désignation du site	Point 5	Coordonnées géographiques	Latitude	43.3518037
			Longitude	5.3406482
Description du lieu de pose	Au centre du terrain			
<b>Conditions d'exposition</b>				
Type de milieu	Urbain		Type de support	Piquet
<b>Illustration</b>				
<b>Résultats</b>				
Composés mesurés	Référence du prélèvement	Période de prélèvement		
NO <sub>2</sub>	FIX-361	08/11/2021 10 : 18	22/11/2021 09 : 45	

6	Kaufman & Broad – ZAC du Littoral			
<b>Caractérisation du site</b>				
Désignation du site	Point 6	Coordonnées géographiques	Latitude	43.352048
			Longitude	5.3407887
Description du lieu de pose	Limite nord du site, proximité habitations riveraines			
<b>Conditions d'exposition</b>				
Type de milieu	Urbain		Type de support	Barrière
<b>Illustration</b>				
 				
<b>Résultats</b>				
Composés mesurés	Référence du prélèvement	Période de prélèvement		
NO <sub>2</sub>	FIX-373	08/11/2021 10 : 25	22/11/2021 09 : 40	
SO <sub>2</sub>	EO-168	08/11/2021 10 : 25	22/11/2021 09 : 40	

7	Kaufman & Broad – ZAC du Littoral			
<b>Caractérisation du site</b>				
Désignation du site	Point 7	Coordonnées géographiques	Latitude	43.3518808
			Longitude	5.3414752
Description du lieu de pose	Limite nord-est du site			
<b>Conditions d'exposition</b>				
Type de milieu	Urbain		Type de support	Poteau métallique
<b>Illustration</b>				
<b>Résultats</b>				
Composés mesurés	Référence du prélèvement	Période de prélèvement		
NO <sub>2</sub>	FIX-366 FIX-362 FIX-358 (blanc)	08/11/2021 10 : 37	22/11/2021 09 : 49	

8	Kaufman & Broad – ZAC du Littoral			
<b>Caractérisation du site</b>				
Désignation du site	Point 8	Coordonnées géographiques	Latitude	43.3510587
			Longitude	5.3412256
Description du lieu de pose	Derrière entrepôt en limite sud-est du site			
<b>Conditions d'exposition</b>				
Type de milieu	Urbain	Type de support	Grillage	
<b>Illustration</b>				
<b>Résultats</b>				
Composés mesurés	Référence du prélèvement	Période de prélèvement		
NO <sub>2</sub>	FIX-263	08/11/2021 10 : 52	22/11/2021 10 : 03	



## Annexe 2 – Documents de planification relatifs à l'air

Il existe différents documents de planification définissant des objectifs en matière de réduction de la pollution de l'air à plusieurs échelles. Ces derniers sont présentés dans les paragraphes suivants.

### DOCUMENTS NATIONAUX

#### PREPA

Le Plan National de Réduction des Emissions de Polluants Atmosphériques (PREPA) est prévu par l'article 64 de la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte du 18 août 2015. Ce plan a pour objectif de protéger la population et l'environnement. Il fixe la stratégie de l'État pour réduire les émissions de polluants atmosphériques au niveau national et respecter les exigences européennes. Le PREPA a été adopté en mai 2017.

Il est composé :

- d'un décret fixant des objectifs chiffrés de réduction des émissions des principaux polluants à l'horizon 2020, 2025 et 2030 ;
- d'un arrêté établissant pour la période 2017-2021, les actions prioritaires retenues et les modalités opérationnelles pour y parvenir.

Les objectifs de réduction des émissions de cinq polluants, en application de l'Article L. 222-9 du Code de l'Environnement, sont présentés dans le Décret N° 2017-949 du 10 mai 2017 fixant les objectifs nationaux de réduction des émissions de certains polluants atmosphériques.

Tableau 15 : Objectifs nationaux de réduction des émissions

Polluant	Années 2020 à 2024	Années 2025 à 2029	A partir de 2030
Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> )	- 55 %	- 66 %	- 77 %
Oxydes d'azote (NO <sub>x</sub> )	- 50 %	- 60 %	- 69 %
Composés Organiques Volatils autres que le méthane (COVNM)	- 43 %	- 47 %	- 52 %
Ammoniac (NH <sub>3</sub> )	- 4 %	- 8 %	- 13 %
Particules fines (PM <sub>2,5</sub> )	- 27 %	- 42 %	- 57 %

Le PREPA prévoit des actions pour différents secteurs tels que l'industrie, les transports, le résidentiel-tertiaire et l'agriculture. Celles-ci sont précisées dans l'arrêté du 10 mai 2017 établissant le plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques.

Les actions relatives au secteur des transports et de la mobilité (hors transports aérien et maritime) sont les suivantes :

- Ajuster la fiscalité pour mieux prendre en compte les polluants atmosphériques :
  - Faire converger la fiscalité entre l'essence et le gazole ;
  - Aligner les régimes de déductibilité de la TVA entre essence et gazole ;
- Encourager les mobilités actives et les transports partagés :
  - Favoriser la mise en place de plans de mobilité par les entreprises et les administrations ;
  - Inciter à l'utilisation du vélo ;
- Favoriser l'utilisation des véhicules les moins polluants :
  - Mettre en œuvre des zones à circulation restreinte ;
  - Imposer les certificats qualité de l'air (Crit'air) dans les zones à circulations

- restreinte (ZCR) et les zones non visées par la circulation différenciée ;
- Encourager la conversion des véhicules les plus polluants et l'achat de véhicules plus propres ;
- Développer des infrastructures pour les carburants propres au titre du cadre national pour les carburants alternatifs ;
- Renouveler le parc public par des véhicules faiblement émetteurs ;
- Renforcer le contrôle des émissions de véhicules et engins mobiles non routiers (ENMR) :
  - Contrôler les émissions réelles des véhicules routiers ;
  - Renforcer le contrôle technique des véhicules ;
  - Soutenir l'adoption de nouvelles normes européennes ambitieuses ;
  - Réduire les pollutions liées aux engins mobiles non routiers et la surveillance du marché des engins mobiles non routiers.

#### **PNSE4**

Le 4<sup>ème</sup> Plan National Santé Environnement (PNSE) a pour objectif d'établir une feuille de route gouvernementale afin de réduire l'impact des altérations de l'environnement sur la santé. Celui-ci couvre la période 2021-2025. Sa mise en œuvre a été placée sous le copilotage des ministères en charge de l'environnement et de la santé.

Ce plan s'articule autour de 4 objectifs :

- S'informer, se former et informer sur l'état de mon environnement et les bons gestes à adopter pour notre santé et celle des écosystèmes ;
- Réduire les expositions environnementales affectant la santé humaine et celle des écosystèmes sur l'ensemble du territoire ;
- Démultiplier les actions concrètes menées par les collectivités dans les territoires ;
- Mieux connaître les expositions et les effets de l'environnement sur la santé des populations et des écosystèmes.

Il comporte 20 actions dont les suivantes concernent la qualité de l'air extérieur :

- Action n°1 : Connaître l'état de son environnement et les bonnes pratiques à adopter ;
- Action n°7 : Informer et sensibiliser les jeunes à la santé environnement ;
- Action n°17 : Renforcer la sensibilisation des urbanistes et aménageurs des territoires pour mieux prendre en compte la santé environnement ;
- Action n°18 : Créer un espace commun de partage de données environnementales pour la santé, le Green Data for Health.

#### **DOCUMENTS REGIONAUX ET LOCAUX**

##### **PRSE3**

Le PRSE 2015-2021 (PRSE 3) a été adopté en région PACA le 6 décembre 2017 à l'occasion du Forum Régional Santé Environnement. Son adoption a été formalisée par la signature d'une lettre d'engagement tripartite entre les 3 pilotes du plan (ARS, Dreal, Région).

Le PRSE 3 s'articule autour d'un plan d'orientations structuré en 9 axes thématiques : air, eau, habitat, bruit, risques émergents et changement climatique, système de santé, urbanisme, déchets et alimentation.

En parallèle, deux défis thématiques prioritaires ont été identifiés pour la région PACA, la **préservation de la qualité de l'air** et l'alimentation, ainsi que deux enjeux transversaux, la mobilisation des collectivités territoriales ainsi que l'information et l'implication des citoyens.

Le PRSE 3 a vocation à faire émerger et à soutenir des projets et des Programmes territoriaux en santé environnement (PTSE) qui contribueront à la réalisation des objectifs du plan d'orientations.

Il comporte 107 actions, dont 24 jugées prioritaires réparties sur 6 objectifs stratégiques :

- Promouvoir la santé environnementale en PACA ;
- Animer le réseau régional d'acteurs en santé environnement ;
- Mettre à disposition des membres du réseau des ressources en santé environnement ;
- Faire émerger des initiatives locales en santé environnement ;
- Accompagner financièrement et techniquement la réalisation de projets en santé environnement ;
- Territorialiser la santé environnementale.

Certaines de ces actions concernent spécifiquement la qualité de l'air extérieur :

#### *Actions ciblées sur des points noirs du territoire*

- 1.1 Réduire les émissions polluantes issues de l'industrie et des transports notamment sur la partie ouest des Bouches-du-Rhône
- 1.2 Mieux caractériser les émissions issues du secteur industriel et des transports notamment sur la partie ouest des Bouches-du-Rhône
- 1.3 Consolider les données sanitaires et environnementales disponibles notamment pour la partie ouest des Bouches-du-Rhône
- 1.4 Adapter la prise en charge des pathologies liées aux expositions professionnelles et environnementales

#### *Emissions issues des secteurs résidentiel et agricole*

- 1.5 Réduire les émissions liées aux secteurs résidentiel et agricole (action 51 du Plan national santé environnement 3)
- 1.6 Réduire les émissions de particules par le secteur résidentiel en rappelant l'interdiction de brûlage des déchets verts et les solutions mises à disposition par les collectivités

#### *Emissions industrielles*

- 1.7 Documenter et réduire les émissions industrielles de substances dangereuses dans l'air par les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE)

#### *Transports et aménagements*

- 1.8 Améliorer la prise en compte de la problématique santé environnement dans les documents de planification territoriale relatifs aux déplacements (voyageurs et marchandises) ainsi qu'à l'urbanisme et au logement (Feuille de route transports)
- 1.9 Promouvoir les mobilités actives, évaluer et valoriser leurs effets sur la santé et l'environnement (Feuille de route transports)
- 1.10 Réduire les émissions polluantes issues des transports, notamment par la promotion des transports en commun

#### *Formation et information*

- 1.17 Former et informer les élus et les professionnels (santé, environnement, etc.) sur la qualité de l'air
- 1.18 Informer, sensibiliser, éduquer les jeunes et le public à la qualité de l'air

## **SRADDET**

L'élaboration d'un **Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires** (SRADDET) est introduite dans l'article 10 de la loi NOTRe.

Ce schéma fixe les objectifs de moyen et long termes en lien avec plusieurs thématiques : équilibre et égalité des territoires, implantation des différentes infrastructures d'intérêt régional, désenclavement des territoires ruraux, habitat, gestion économe de l'espace, intermodalité et développement des transports, maîtrise et valorisation de l'énergie, lutte contre le changement climatique, pollution de l'air, protection et restauration de la biodiversité, prévention et gestion des déchets. Il se substitue notamment au SRCAE (Schéma Régional Climat-Air-Energie).

Le 26 juin 2019, l'Assemblée régionale a voté le Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET), qui déploie la stratégie de la Région PACA pour 2030 et 2050.

Ce plan s'articule autour de trois lignes directrices :

- Renforcer et pérenniser l'attractivité du territoire régional ;
- Maîtriser la consommation de l'espace, renforcer les centralités et leur mise en réseau ;
- Conjuguer égalité et diversité pour des territoires solidaires et accueillants.

Déclinées en axes et orientations, les trois lignes directrices comportent des objectifs qualitatifs ou quantitatifs pour 2030 et 2050 au nombre de 68. Les objectifs concernant plus spécifiquement la qualité de l'air extérieur et les transports sont :

- Objectif 21 : Améliorer la qualité de l'air et préserver la santé de la population ;
- Objectif 22 : Contribuer au déploiement de modes de transport propres et au développement des nouvelles mobilités ;
- Objectif 23 : Faciliter tous les types de reports de la voiture individuelle vers d'autres modes plus collectifs et durables ;
- Objectif 41 : Déployer des offres de transports en commun adaptées aux territoires, selon trois niveaux d'intensité urbaine (objectifs 42 à 46 concernant le développement de l'infrastructure de transport).

## **PPA**

Les Plans de Protection de l'Atmosphère (PPA) ont été introduits par la loi LAURE (Loi sur l'Air et l'Utilisation Rationnelle de l'Énergie) en 1996. Ils sont établis sous l'autorité des Préfets de départements et ont pour objectif de mettre en place des mesures permettant de ramener, à l'intérieur du territoire, les concentrations en polluants dans l'atmosphère à des niveaux inférieurs aux valeurs limites réglementaires. Ces plans sont obligatoires dans toutes les agglomérations de plus de 250 000 habitants et dans les zones où les valeurs limites et les valeurs cibles sont dépassées ou risquent de l'être.

La région PACA est partiellement couverte par quatre PPA (agglomération d'Avignon et de Toulon, bande littorale des Alpes-Maritimes et Bouches-du-Rhône). Les PPA comprennent un socle commun de mesures à destination de l'ensemble des secteurs d'activités et visent principalement les émissions de particules fines (PM<sub>2,5</sub> et PM<sub>10</sub>) et d'oxydes d'azote.

Le PPA des Bouches-du-Rhône datant de 2013 est en cours de révision. Les actions qui y sont énoncées, concernant les émetteurs aux environs de la zone d'étude et les aménagements de type résidentiel, sont les suivantes :

- Définir les attendus relatifs à la qualité de l'air dans les documents d'urbanisme, notamment pour limiter l'exposition des populations dans les zones présentant des dépassements des Valeurs Limites PM / NOx
- Définir les attendus relatifs à la qualité de l'air à retrouver dans les études d'impact
- Réduire les émissions du Grand Port Maritime de Marseille par l'électrification des navires à quai
- Instaurer des objectifs qualité de l'air dans le cœur dense de l'agglomération Aix-Marseille

### **PDU**

Le Plan de Déplacements Urbains (PDU) est un document de prospective, de planification et de programmation visant à mieux organiser les différents modes de déplacement sur le territoire d'une agglomération sur une période de cinq à quinze ans. Le PDU a été créé par la Loi d'Orientations des Transports Intérieurs (LOTI) du 30/12/1982. Cet outil a été renforcé par les lois LAURE et SRU (Solidarité et Renouvellement Urbain).

Le PDU de la Métropole Aix-Marseille-Provence court sur la période 2020-2030. Son objectif est d'offrir aux habitants des alternatives crédibles à l'utilisation de la voiture, moins polluantes et moins consommatrices d'espace et d'énergie, soit développer les transports collectifs, le vélo et la marche sur le territoire.

Il s'articule autour de quatre enjeux :

- Une métropole polycentrique aux densités contrastées
- Une combinaison de modes de déplacement
- Une métropole attractive, fluide et accessible à tous
- Un cadre de vie remarquable et respirable

Ces enjeux sont déclinés en 17 objectifs dont les suivants concernent plus particulièrement la qualité de l'air et les aménagements :

- Objectif n° 4 : Améliorer la santé publique (réduction de 58% des émissions de NO<sub>x</sub> (référence 2012) et de 50% des particules fines PM<sub>10</sub> (ref.2012))
- Objectif n°5 : Limiter l'impact sur l'environnement (Le PDU cherchera à éviter et réduire les impacts potentiels de la création d'infrastructures).

### **PCAET**

Le Plan Climat-Air-Energie Territorial est un outil de planification, à la fois stratégique et opérationnel, permettant aux collectivités d'aborder l'ensemble de la problématique air-énergie-climat sur leur territoire.

Sur le territoire de la Métropole Aix-Marseille Provence, dont fait partie Pertuis, il s'agit d'un PCAEM (plan climat air énergie métropolitain) établi pour la période 2020-2025 et adopté en septembre 2019. Il est articulé autour de treize axes stratégiques déclinés en cent actions, et vise notamment une diminution de 50 % de la population exposée aux pollutions atmosphériques et sonores en 2030.

Les axes concernant particulièrement la qualité de l'air extérieur et les infrastructures de transport sont les suivants :

- Axe 3 : Offrons de vraies alternatives pour une mobilité durable ;
- Axe 5 : Renforçons les enjeux climat-air-énergie dans les activités portuaires et aéroportuaires ;
- Axe 6 : Maîtrisons les impacts air, énergie, bruit sur les équipements et le bâti ;
- Axe 12 : Mobilisons les acteurs autour des enjeux climat-air-énergie sur le territoire.

#### **SYNTHESE**

Il existe donc plusieurs outils de planification, à différentes échelles, dont plusieurs actions concernent directement ou indirectement l'amélioration de la qualité de l'air sur la zone d'étude. Une partie des mesures de ces plans concerne le secteur des transports et de la mobilité pour lesquels il est encouragé de favoriser l'usage de modes de déplacements actifs, les transports en commun ou encore le covoiturage.

# Annexe 3 – Rapport d'analyse du laboratoire PASSAM : NO<sub>2</sub> et PM<sub>10</sub>

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

air quality monitoring

### NO<sub>2</sub> Mesure du dioxyde d'azote par un échantillonneur passif

<b>Informations client</b>	<b>échantillonneurs passifs</b>	<b>analyse</b>	<b>rapport de test</b>
client: ISPIRA	date de réception: 23.11.2021	méthode: SP01 photomètre, Salzmann	créé le: 30.11.2021
ID client: FIX	Type: tube (Palms)	analyte: NO <sub>2</sub>	créé par: K. Bodet
contact: Marie GUILBERT	polluant: NO <sub>2</sub>	date: 29.11.2021	vérifié le: 02.12.2021
projet: ZAC Littoral	limite de détection: 0.75 µg/m <sup>3</sup> (14 jours)	lieu: passam ag	vérifié par: S. Huber
référence:	aux d'échantillonnage: 0.734 [ml/min]		nom de fichier: FIX012135
	filtre de protection: oui		pages: 1



notes: s'applique à l'échantillon tel que reçu; les résultats inférieurs à la limite de détection sont indiqués par "<" et la valeur associée; cette méthode est accréditée selon ISO 17025

incertitude des mesures <25%;

site de mesure	échantillonneur passif		période de mesure				mesure			résultat		commentaire sur l'analyse
	ID	lot no.	début date	fin date	temps d'expo. [h]	blanc [ABS]	dilution	échantillon valeur [ABS]	m analyte/ sampler [µg]			
Point 1	FIX-376	44323	08/11/2021 09:37	22/11/2021 09:37	336.0	0.001	1	0.194	0.43			
Point 2		394	08/11/2021 11:00	22/11/2021 10:00	335.0	0.001	1	0.213	0.47			
Point 3		383	08/11/2021 10:00	22/11/2021 10:10	336.2	0.001	1	0.185	0.41			
Point 4		380	08/11/2021 10:10	22/11/2021 09:54	335.7	0.001	1	0.190	0.42			
Point 5		361	08/11/2021 10:18	22/11/2021 09:45	335.5	0.001	1	0.184	0.41			
Point 6		373	08/11/2021 10:25	22/11/2021 09:40	335.3	0.001	1	0.180	0.40			
Point 7a		366	08/11/2021 10:37	22/11/2021 09:49	335.2	0.001	1	0.181	0.40			
Point 7b		362	08/11/2021 10:37	22/11/2021 09:49	335.2	0.001	1	0.174	0.38			
Point 8		263	08/11/2021 10:52	22/11/2021 10:03	335.2	0.001	1	0.222	0.49			
Blanc		358				0.001	1	0.003	< 0.01			

## Mesure de particules avec échantillonneur passif SIGMA-2

### PM Mesure de particules avec échantillonneur passif SIGMA-2



<b>Informations client</b>	<b>échantillonneurs passifs</b>	<b>analyse</b>	<b>rapport de test</b>
ID client: FIX	date de réception: 02.12.2021	méthode: SP27 microscope optique	créé le: 09.12.2021
projet: ZAC Littoral	Type: SIGMA-2	date: 09.12.2021	nom de fichier: FIX SP27 12
référence:	polluant: PM		pages: 1

notes: s'applique à l'échantillon tel que reçu; la taille des particules se réfère aux diamètres géométriques; pour plus d'informations sur l'incertitude de mesure et la limite de détection, voir la fiche technique: [www.passam.ch](http://www.passam.ch)

site de mesure	échan-tillon ID	période de mesure			résultat							PM10 [µg/m³] modelée	remarque			
		début date	heure	temps d'expo. h	Particules SOMBRES: conc. [µg/m³] donnée pour les classes de taille de particules [µm]											
					2.5 - 5	5 - 10	10 - 20	20 - 40	40 - 80	2.5 - 5	5 - 10	10 - 20	20 - 40	40 - 80		
Point 3	FIX 12	08/12/2021	10:00	336,2	1,3	1,1	1,6	1,1	0,7	5,6	4,4	3,4	1,1	0,3	29,4	



## Annexe 4 – Rapports d'analyse du laboratoire TERA : Benzène et SO<sub>2</sub>



### RAPPORT D'ESSAIS

Affaire N° 21AF01446

Commande N° C0000472

#### Présentation générale

<b>Affaire N°</b>	21AF01446	<b>Version du rapport :</b>	0
<b>Client :</b>	ISPIRA	<b>Référence client :</b>	
<b>Adresse :</b>	Technopôle Arbois Méditerranée, 13100 AIX-EN-PROVENCE		
<b>Commande client :</b>	C0000472	<b>Devis client :</b>	21DE30530_V2
<b>Date de fin des prélèvements :</b>	22/11/2021	<b>Rapport transmis le :</b>	09/12/2021
<b>Date de réception des échantillons :</b>	24/11/2021 16:39:16		
<b>Réserves éventuelles :</b>	Pas de réserve		

Les résultats ne se rapportent qu'aux objets soumis à l'essai. TERA Environnement n'est pas responsable des informations transmises par le client et se dégage de toute responsabilité relative aux durées, températures, volumes de prélèvement ou emplacements notamment. Les concentrations calculées ne sont donc jamais portées par l'accréditation et sont sujettes à caution. En présence de deux zones, les concentrations affichées correspondent à la somme des deux zones. Pour les prélèvements passifs, si la température d'exposition n'est pas renseignée, elle sera considérée à 20°C par défaut. Les résultats s'appliquent aux échantillons tels qu'ils ont été reçus.

Les milieux sont spécifiés ainsi : AIA=Air ambiant / ALT=Air des Lieux de Travail / AGA=Gaz des sols -Emission-Air des lieux de travail / AEX=Air à l'émission / GDS=Gaz contenus dans les sols / Eau=Eaux / QAI = Qualité de l'air intérieur / HTS= Hautes technologies - Santé / LAR=LABREF30-ERP / DIV=Divers / SUR=Conta de surface / ADBLUE / CAP=Location de capteurs

Commentaire : -

#### Présentation des échantillons - Nombre total d'échantillons : 3

Paramètres à analyser	Milieu	Références échantillons	Emplacement client	Température d'exposition	Exposition(min)
Dioxyde de Soufre (SO <sub>2</sub> )	AIA	E0171	POINT 2	12°C	20100
Dioxyde de Soufre (SO <sub>2</sub> )	AIA	E0168	POINT 6	12°C	20115
Benzène	AIA	145-3149	POINT 3	12°C	20170

**Rad code 166 pour NO2/SO2/HF**

Numéro de lot : Lieu de réalisation des essais : Crolles

Date d'essais : 29/11/2021

Composés	No CAS	Résultat en µg	
		E0171	E0168
Dioxyde de Soufre (SO2)	7446-09-5	<0.30	<0.30

Les incertitudes sont présentées en annexe de ce rapport.

**Rad code 166 pour NO2/SO2/HF**

Composés	No CAS	Résultat en µg/m³	
		E0171	E0168
Dioxyde de Soufre (SO2)	7446-09-5	<0.09	<0.09

**Rad code 145 COVs basse LQ**

Numéro de lot : Lieu de réalisation des essais : Crolles

Date d'essais : 02/11/2021

Composés	No CAS	Résultat en ng	
		145-3149	
Benzène	71-43-2	204	

Les incertitudes sont présentées en annexe de ce rapport.

Limite de quantification : LQ = 5 ng.

**Rad code 145 COVs basse LQ**



Composés	No CAS	Résultat en µg/m³	
		145-3149	
Benzène	71-43-2	0.39	

Limite de quantification : LQ = 0.01 µg/m³.

**Annexe**

Composés	Supports	Norme	Technique analytique	Incertitude basse %	Incertitude haute %
Benzène	Rad code 145 COV's basse LQ	NF EN ISO 16017-2	ATDGCMS C	30	30
Dioxyde de Soufre (SO2)	Rad code 166 pour NO2/SO2/HF	Méthode interne MO.LAB.842	CICD	20	20

**Approbation**

Nom(s)	Fiona PELLETIER	Florian CHAPOT
Fonction(s)	Ingénieur analyse	Ingénieur analyse
Visa(s)		

FIN DU RAPPORT