



INDICATEURS AIR PAR SECTEUR ET ARRONDISSEMENT POUR ETUDE EQIS

Ville de Marseille

Avril 2025

Date de parution

30/04/2025

Contact

Chargé d'action territoriale : Sébastien Mathiot, sebastien.mathiot@atmosud.org

Pilote de projet : Benjamin Rocher, benjamin.rocher@atmosud.org

Références

AFE-000237 / CO2500104 / BRR – PLO – ERT

Résumé

- Définition d'une méthode de travail permettant de répondre aux besoins de l'évaluation sanitaire sur la ville de Marseille.

Le travail d'avant-garde de cette étude vise à cartographier les concentrations induites par les principaux secteurs d'activité présent sur la ville de Marseille et à sa proximité. Dans un second temps, les outils de calcul d'exposition sont utilisés afin de disposer de l'exposition moyenne de la population par arrondissement propre à chacun de ces secteurs d'activité.

Dans un troisième volet, cette étude teste deux scénarios d'abattement des concentrations du secteur routier (-50% et -25%). Les calculs d'expositions moyennes des populations obtenus dans le cadre de ces travaux permettra par les partenaire de ce projet de quantifier les gains sanitaires de ces scénarios.

- Principales observations sur les cartographies et les expositions moyennes

Pour le dioxyde d'azote, le principal secteur contributeur aux concentrations à Marseille est le secteur routier, avec des surconcentrations significatives sur les axes à fort trafic routier. Le secteur résidentiel/tertiaire contribue quant à lui à des niveaux de fond entre 5 et 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et le secteur maritime a un impact diffus localisé en proximité de la zone portuaire. Pour ce polluant, les niveaux d'exposition médians de la population varient significativement d'un arrondissement à l'autre.

Pour les particules fines PM10 et PM2.5, une part importante des particules sont, soit issues d'apport de type biogénique (terrigène, marin) pour les PM10, soit issues de particules secondaires pour les PM2.5. Le secteur résidentiel/tertiaire contribue à un niveau de fond de l'ordre de 2 à 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour ces polluants. Le secteur routier induit quant à lui des surconcentrations en proximité des axes à fort trafic mais sa contribution au fond est beaucoup moins marquée pour le dioxyde d'azote. Les niveaux d'exposition médians de la population sont plus homogènes sur les arrondissements de la ville de Marseille.

Dans le cadre des scénarios SC5 d'abattement des concentrations induites par le secteur routier, les gains les plus importants sont obtenus sur les concentrations en dioxyde d'azote. Pour les particules fines, les gains sont moins significatifs du fait d'une contribution moindre du secteur routier au concentrations moyennes présentes dans l'air ambiant. Les zones montrant les améliorations les plus importantes seraient attendues en proximité des axes à fort trafic.

- Résultats de l'étude

En plus de ce rapport d'étude, l'ensemble des fichiers raster cartographiques à 25m de résolution et leurs légendes associées sont mis à disposition de la ville de Marseille. Il est également à noter que le fichier Excel transmis avec cette étude permet d'afficher la distribution de l'exposition des populations pour chaque arrondissement et chaque scénario testé.

Le travail et les résultats de ce rapport se basent sur l'état de l'art actuel des connaissances sur la ville de Marseille.

REMERCIEMENTS

AtmoSud remercie les équipes de la ville de Marseille, l'ARS, l'ADEME et Ramboll pour l'ensemble des données techniques et les échanges d'expertise ayant permis de la réalisation de ce travail d'avant-garde ayant permis de construire des cartographies de concentration par polluant sur le territoire test de la ville de Marseille.

PARTENAIRES

Ville de Marseille, Direction de la Transition Ecologique et des Environnements de Vie (DTEEV)



ARS, Agence Régionale de Santé Provence-Alpes Côte d'Azur



ADEME



Ramboll



AUTEUR DU DOCUMENT

ROCHER Benjamin, AtmoSud

CONTRIBUTEURS TECHNIQUES

JAQUINOT Morgan, AtmoSud

DERAIN Romain, AtmoSud

SOMMAIRE

I	Introduction.....	5
I.1	Contexte	5
II	Méthodologie retenue pour l'étude	6
II.1	Sectorisation	6
II.2	Résidentiel – particules condensables émis par le chauffage au bois.....	6
II.3	Maritime – construction de profils détaillés par quai	7
II.4	Cartes de concentration corrigées et pollution de fond	8
II.5	Méthode de calcul de l'exposition moyenne par secteur et par arrondissement	11
III	Cartographies et expositions moyennes par polluant et par secteur	11
III.1	Dioxyde d'azote – NO ₂	12
III.2	Particules fines PM10	15
III.3	Particules fines PM2.5.....	18
IV	SC5 – Scénarios d'abattement du trafic routier	21
IV.1	Scénarios retenus	21
IV.2	Dioxyde d'azote – NO ₂	21
IV.3	Particules fines PM10	24
IV.4	Particules fines PM2.5.....	25
V	Conclusion et synthèse.....	27

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 – Sources de pollution, effets sur la santé, réglementation et recommandations OMS.....	32
Annexe 2 – Méthode de construction des cartographies en concentration moyenne annuelle	36

I INTRODUCTION

I.1 Contexte

La Ville de Marseille mène l'étude EQIS-PA[2][1], pour quantifier les impacts sanitaires de la pollution et orienter les politiques publiques.

Financé par l'ADEME dans le cadre d'AACT-AIR 2023[1], ce projet vise à :

- Estimer les bénéfices sanitaires de scénarios ciblés pour réduire les émissions de polluants.
- Guider les décisions locales en évaluant l'efficacité de plusieurs stratégies.
- Sensibiliser les citoyens aux enjeux de santé liés à la qualité de l'air.

La Figure 1, ci-dessous, présente le principe du calcul de l'impact sur la santé d'un scénario. Une variation de l'indicateur d'exposition sur une zone donnée permet d'évaluer le nombre de cas d'hospitalisation ou de la mortalité potentiellement évitable. Cette variation peut correspondre à un scénario permettant de réduire les émissions et les concentrations d'un secteur donné.

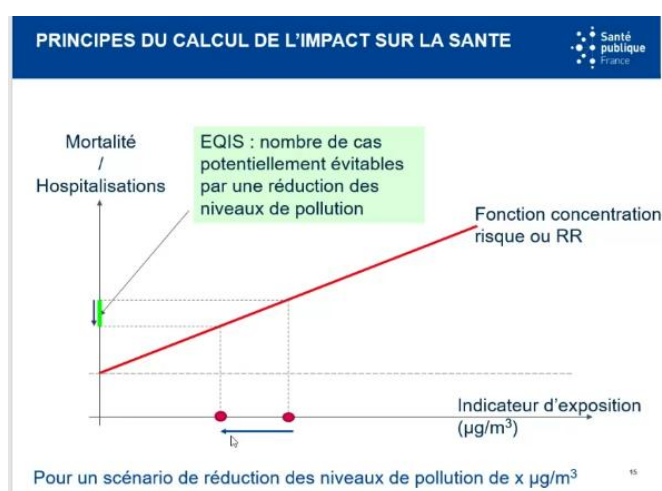


Figure 1 : Principes du calcul de l'impact sur la Santé dans une EQIS[2]

Dans le cadre de cette étude, AtmoSud produit un travail complémentaire **nécessaire afin de produire les indicateurs d'exposition pour les scénarios suivants** :

- **SC4 IMPACT SECTEUR** : Analyse par source de pollution,
- **SC5 EQIS Report** : Évaluation de scénarios d'abattement du trafic routier.

AtmoSud a mis en place une méthode de travail permettant de produire ces indicateurs dans les temps contraints du planning de cette étude, en s'appuyant au maximum sur les données existantes :

- **L'année de référence des travaux est l'année 2019**, car un cadastre des émissions est disponible sur cette année-là.
- **Le logiciel de modélisation ADMS Urban est retenu**, car il est utilisé en opérationnel sur l'ensemble de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur ;

II METHODOLOGIE RETENUE POUR L'ETUDE

II.1 Sectorisation

En accord avec l'ensemble des parties prenantes de cette étude, le travail de dispersion des émissions des polluants de cette étude (NOX, PM10 et PM2.5) est réalisé sur la base d'un regroupement des émissions sur 5 grands secteurs d'intérêts :

- Transport routier
- Résidentiel-tertiaire
- Maritime
- Industrie
- Autres

Sur la base des données de l'inventaire d'émissions construit par AtmoSud (Cigales AtmoSud [3]), l'ensemble des émissions cadastrées a été regroupé de la façon suivante :

Libellé des secteurs d'émission CIGALES [3]	Groupeement EQIS
Transports Routier	Routier
Résidentiel	Résidentiel-Tertiaire
Tertiaire	
Maritime quai/rade/manœuvre domestique	Maritime
Maritime- quai/rade/manœuvre international	
Déchets	Industrie
Industrie	
Production d'énergie	
Aérien LTO domestique	Autres
Aérien LTO international	
Agriculture	
Biogénique	
Ferroviaire	
Fluvial	

Tableau 1 : Affectation des émissions du cadastre en fonction du projet d'indicateurs Air d'exposition

Il est à noter que les émissions d'incendies de forêt ne sont pas prises en compte dans ce travail.

II.2 Résidentiel – particules condensables émis par le chauffage au bois

La méthodologie d'estimation des émissions associées à la combustion du bois dans les équipements de chauffage domestique a été profondément revue dans l'édition 2023 de l'inventaire national d'émissions de polluants réalisé par le Citepa ([4],[5]) et dans l'inventaire d'AtmoSud v11.1 présent sur CIGALES[3].

Les nouveaux facteurs d'émission intègrent les particules dites condensables : ce sont des particules émises sous forme gazeuse dans les fumées mais qui condensent rapidement sous l'effet du refroidissement et de la dilution des fumées.

En analysant les dernières versions d'inventaires, les émissions issues de la combustion du bois du secteur résidentiel ont augmenté d'un ratio 1,8 pour les PM10 et pour les PM2,5. Ce correctif a été appliqué au cadastre d'émission 2019 qui ne prenait pas en compte les particules condensables.

II.3 Maritime – construction de profils détaillés par quai

Afin de représenter la dispersion des polluants du secteur maritime sur la ville de Marseille avec l'outil ADMS Urban, un profil d'émission sur l'année 2019 a été construit pour chacune des 88 positions à quai des navires.

Sur la base des données d'arrivées et de départs fournies par le GPMM, il a ainsi été possible de répartir les émissions de chaque navire en fonction de leurs caractéristiques moteur sur les heures de l'année 2019. L'outil ADMS permet ensuite de calculer les concentrations de ce secteur maritime en tenant compte des conditions météorologiques de chacune des heures de l'année 2019.

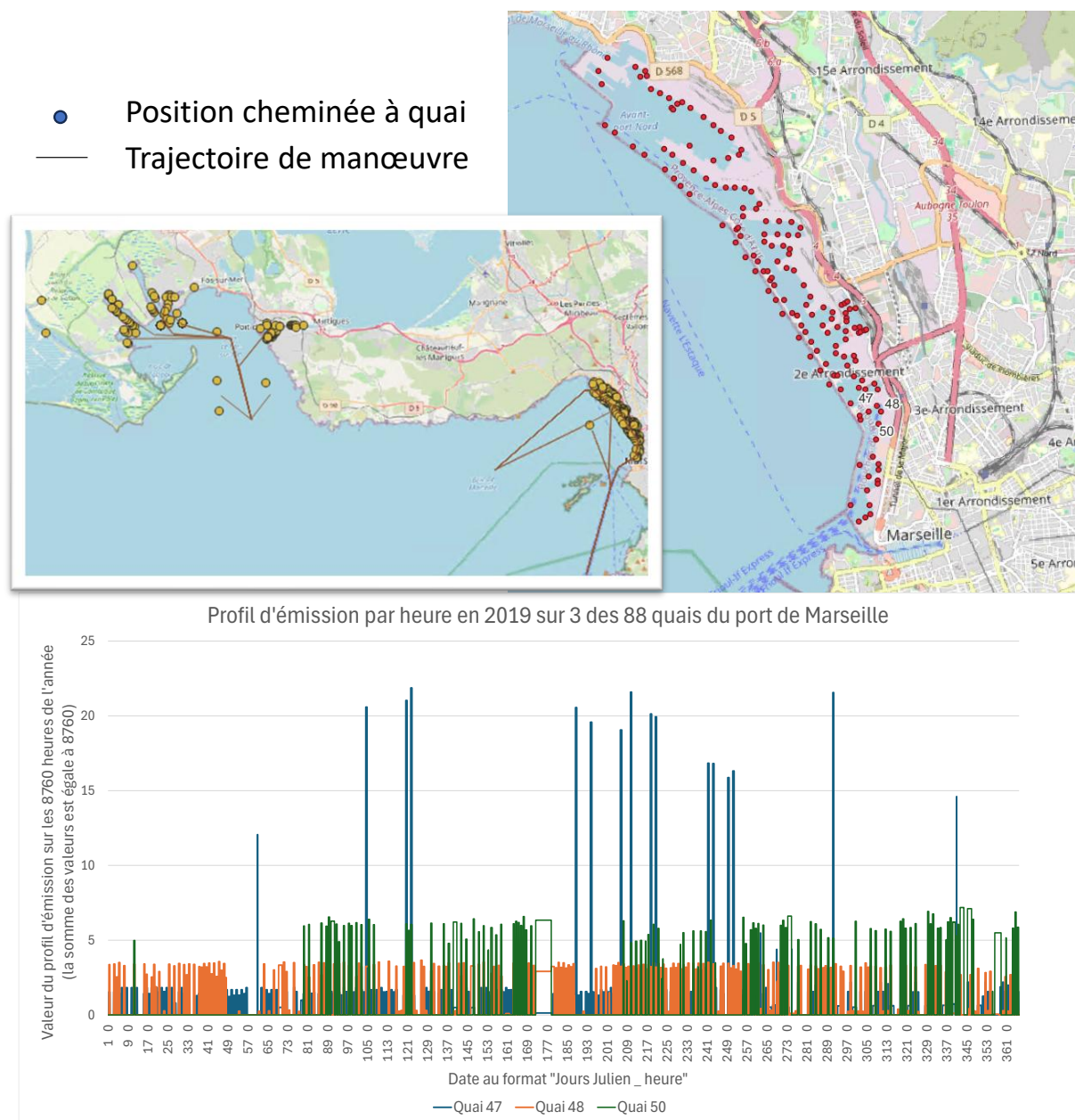


Figure 2 : Ensemble des émissions ponctuelles du secteur maritime et profil d'émission de quai 47, 48 et 50

II.4 Cartes de concentration corrigées et pollution de fond

Les cartes de concentrations en moyennes annuelles permettant d'évaluer l'exposition des populations sont construites par AtmoSud à partir plusieurs jeux de données et sur la méthodologie suivante :

- Cartes brutes de dispersion obtenus à 25m avec ADMS Urban sur la base du cadastre des émissions et des données météorologies de l'année considérée.
- Ensemble des données de mesures disponibles :
 - Stations permanentes
 - Campagne de tubes passifs NO₂ passée, dont les valeurs sont redressées à l'année de calcul
 - Stations virtuelles en particules fines PM10 et PM2.5 construites sur la base d'un modèle statistique basé sur les stations permanentes lors d'une campagne de mesure temporaire passée.
 - Micro-capteurs.
- Un ensemble de variables auxiliaires est calculé sur l'ensemble du domaine : densité du bâti dans un rayon de 1000m, encaissement, altitude, densité de population dans un rayon de 500m.

Sur la base de ces données, les simulations issues d'ADMS sont corrigées par un modèle ayant pour « variable objectif » l'ensemble des mesures disponibles sur l'ensemble des Bouches-du-Rhône et pour « variables explicatives » :

- Les concentrations simulées par ADMS ;
- La proportion de surface bâtie autour des stations de mesures dans un voisinage de 500 mètres pour le NO₂ et 1000 mètres pour les PM10 ;
- L'altitude est prise en compte avec une décroissance de 1 µg/m³ tous les 100 mètres.

Les paramètres propres à chacun des modèles sont détaillés en Annexe 2.

Pour les besoins de cette l'étude, il a été nécessaire de compléter ce travail afin de pouvoir aboutir à des cartes de concentrations par secteur d'activité. Trois jeux de données principaux sont utilisés pour cela :

- **Σ cartes de concentrations brutes par secteur ADMS Urban**
- **La carte de concentration tous secteurs,**
- **Le Delta** mentionné dans la suite de cette note correspond à la différence entre la carte de concentrations tous secteurs et la somme des cartes de concentration brutes par secteur issu d'ADMS Urban.

Tout l'enjeu de cette étude porte ensuite sur la méthode la plus appropriée pour identifier des clés de répartitions utilisable sur ce Delta afin de le répartir dans la mesure du possible par secteur d'activité. Pour cela des approches différentes ont été mises en place sur la base des données de mesures et des connaissances locales propre à ce territoire.

II.4.1 Dioxyde d'azote NO₂

Pour le dioxyde d'azote, le niveau de fond est estimé à 2,5 µg/m³.

Les émissions de NOx de la ville de Marseille sont issues des secteurs suivants, hors émissions industries et maritimes : 81,4 % routier ; 17,6 % RES/TER et 1 % sur les autres secteurs (Cigales AtmoSud 2019 version 11.2).

Le Delta déduit du niveau de fond est ensuite réparti en chaque point au prorata des émissions non-canalisées. Une concentration de fond de $2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ non affectée à un secteur est comptabilisée séparément.

II.4.2 Particule fines PM10

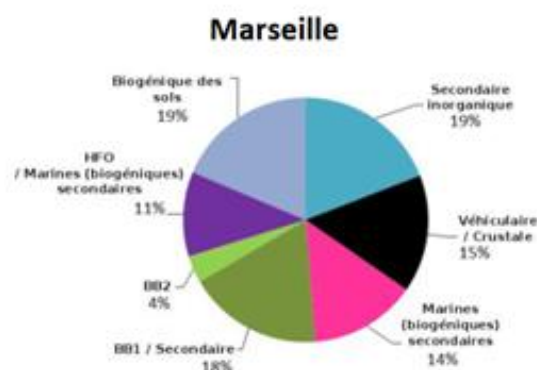
La méthode appliquée sur le dioxyde d'azote NO_2 ne peut pas être appliquée pour les particules fines car une part importante des particules fines présentes dans l'air ambiant sont issues de réactions chimiques (particules secondaires) et voyage sur de grandes distances.

La seule méthode identifiée, ne nécessitant pas un travail complémentaire avec d'autres outils de modélisation, est de s'appuyer sur les résultats d'une **étude de contribution des sources**. Les méthodes **CMB** (Chemical Mass Balance) et **PMF** (Positive Matrix Factorization) sont utilisées pour estimer la contribution des sources de pollution à partir de données d'analyse de la composition chimique des particules.

Plusieurs études de ce type ont été réalisées sur le supersite de Marseille-Longchamp d'AtmoSud, localisé sur le site de l'IMERA (Institut d'Etudes Avancées d'Aix Marseille Université) au cœur du Parc Longchamp (13004). Il a été convenu en lien avec les partenaires du projet de répartir des concentrations de fond par secteur au prorata des résultats de ces études de façon homogène sur l'ensemble de la ville de Marseille.

Pour les particules fines PM10, il est proposé d'utiliser les résultats de l'étude « 3 villes » [6] réalisée à Marseille de 2014 à 2016.

Elle permet d'identifier selon la méthode décrite ci-dessous, la contribution de différents secteurs : trafic routier (véhiculaire), résidentiel tertiaire (BB correspondant à la combustion de biomasse), Autres (Marines correspondant à l'émission des apports marins et Sol pour le terrigène), Secondaire inorganique ne pouvant être affecté à un secteur spécifique.



Contribution relative Mesures en PM10

Routier	15%
Bois -> résidentiel	22%
Naturel -> autres	44%
Secondaire	19%

Cartes corrigées PM10 par secteur en chaque point

Routier	$\sum \text{Valeur brute} + 15\% \text{ Delta}$
Res-Ter (Bois)	$\sum \text{Valeur brute} + 22\% \text{ Delta}$
Maritime	$\sum \text{Valeur brute}$
Industrie	$\sum \text{Valeur brute}$
Autres (Naturel)	$\sum \text{Valeur brute} + 44\% \text{ Delta}$
Secondaire	19% Delta

Figure 3 : Contributions relative appliquées par secteurs aux concentrations de PM10 [6]

II.4.3 Particules fines PM2.5

Pour les particules fines PM2.5, l'étude CMB réalisée entre juillet 2011 et 2012 dans le cadre du projet APICE ([7], [8]) a été retenue. Elle a permis de caractériser la contribution des sources sur les concentrations en PM2.5 sur le supersite de fond de Marseille Longchamp.

Elle permet d'identifier selon la méthode décrite ci-dessous, la contribution de différents secteurs : trafic routier, résidentiel tertiaire, industrie, maritime, autres et secondaire.

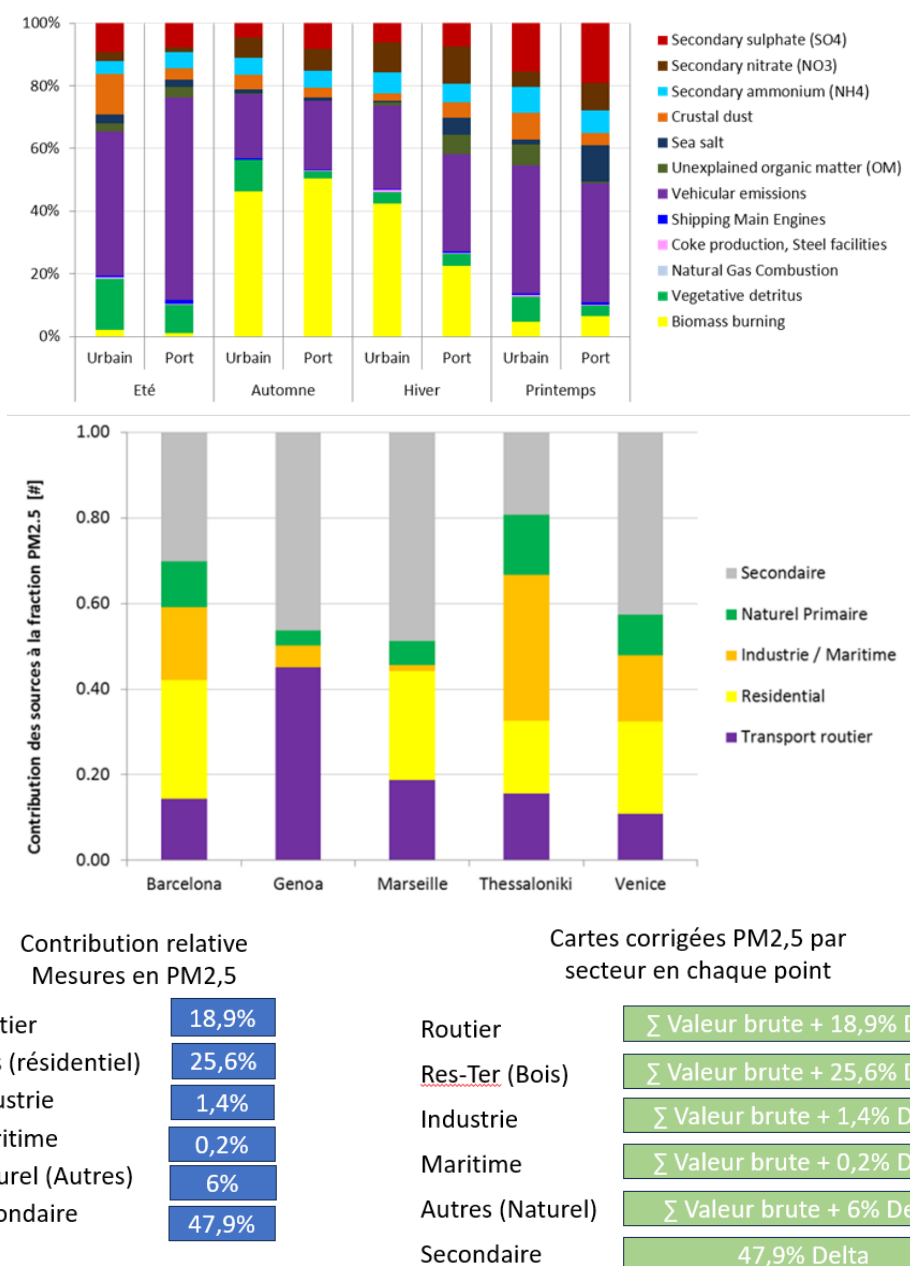


Figure 4 : Contributions relatives appliquées par secteurs aux concentrations de PM2.5 ([7], [8])

II.5 Méthode de calcul de l'exposition moyenne par secteur et par arrondissement

Le calcul des champs de concentrations permet d'estimer les territoires soumis à un dépassement de normes règlementaires ou de lignes directrices de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS)[10].

1. Un croisement spatial est réalisé entre les zones en dépassement sur le territoire étudié et la couche de bâtiments, auxquels les populations sont affectées (Base de données MAJIC du LCSQA[9]).
Cette couche de bâtiments contenant la population résidente est utilisée pour affecter les populations résidente sur le maillage à 25 mètres de résolution des cartographies de concentration.
2. Un croisement spatial est ensuite réalisé entre les cartes de concentration par secteur et cette carte de population.
Ce croisement permet de calculer le nombre de personnes résidentes exposées pour chaque niveau de concentration à un pas de 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Cette donnée permet de calculer par la suite l'exposition moyenne de la population pour chaque arrondissement de la ville de Marseille et pour chaque secteur étudié.

III CARTOGRAPHIES ET EXPOSITIONS MOYENNES PAR POLLUANT ET PAR SECTEUR

Ce chapitre permet de présenter les résultats en concentration à 25 m de résolution et les expositions obtenues par arrondissement pour chacun des secteurs étudiés.

Afin que les cartes par secteur puissent être lisibles, une couleur supplémentaire (bleu ciel) a été ajoutée à la légende pour la concentration 0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Elle permet ainsi de visualiser les contributions comprises entre 0 et 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ des différents polluants et secteurs d'activités.

Il a été convenu avec les partenaires du projet et moduler les chiffres d'exposition 2019 sur la base de l'évolution des concentrations relevés sur le supersite de fond de la ville de Marseille (Marseille Longchamp) :

- Faible variation observée sur le NO_2 entre 2019 et 2018 (-0.8 %)
- Une variation de +2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2018 par rapport à 2019 sur les PM_{10} et $\text{PM}_{2.5}$ est appliquée aux concentrations moyennes.

L'exposition moyenne 2018-2019, présentée ci-dessous, est basée sur la moyenne par secteur et arrondissement des expositions moyennes ainsi obtenues sur 2018 et 2019.

III.1 Dioxyde d'azote – NO₂

III.1.1 Cartes de concentrations

Les cartes de concentrations du NO₂ en 2019 par secteur d'activité par rapport à la carte tous secteurs permettent d'identifier les éléments suivants :

- Le secteur routier est le principal contributeur des concentrations de NO₂, avec des surconcentrations significatives sur les axes à fort trafic routier (pouvant dépasser très localement sur certains axes 60 µg/m³ – voir la carte)
- Le secteur résidentiel/tertiaire contribue à des niveaux sur la ville variant entre 5 et 7 µg/m³.
- Le secteur maritime a un impact diffus en proximité de la zone portuaire (variant de 0 à 7 µg/m³).
- Le secteur industrie contribue peu aux concentrations à Marseille avec quelques surconcentrations localisées au cœur des sites industriels et au niveau de leur zones de retombées proches (quelques µg/m³).

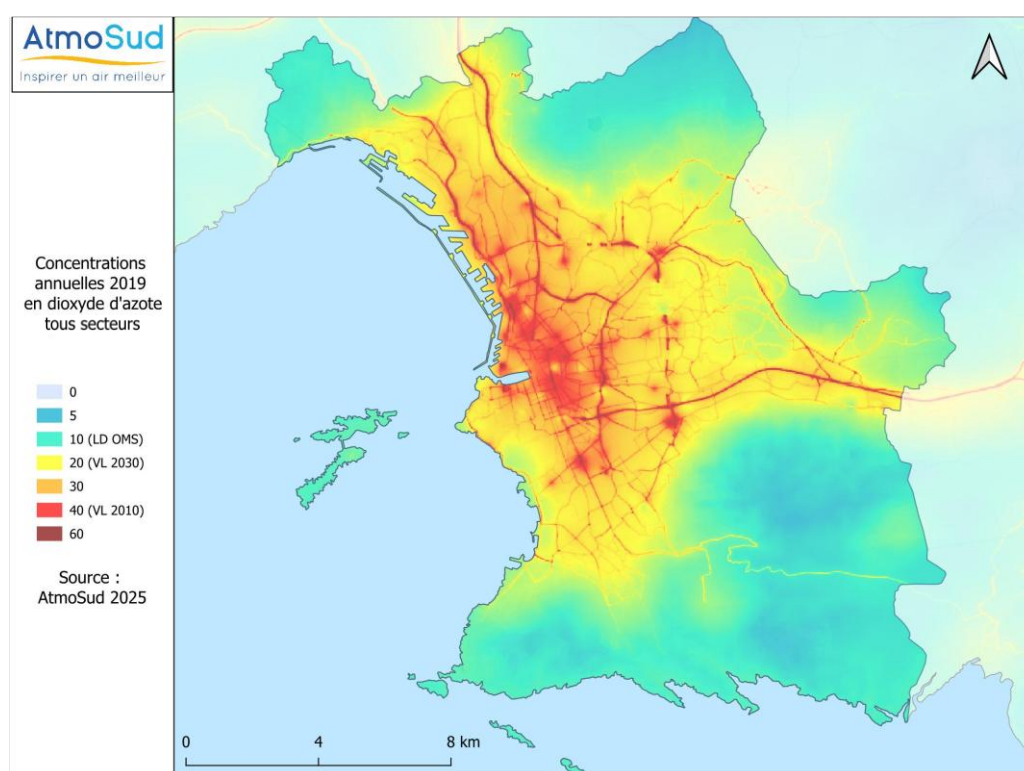


Figure 5 : Concentrations moyennes annuelles 2019 en dioxyde d'azote tous secteurs confondus en µg/m³

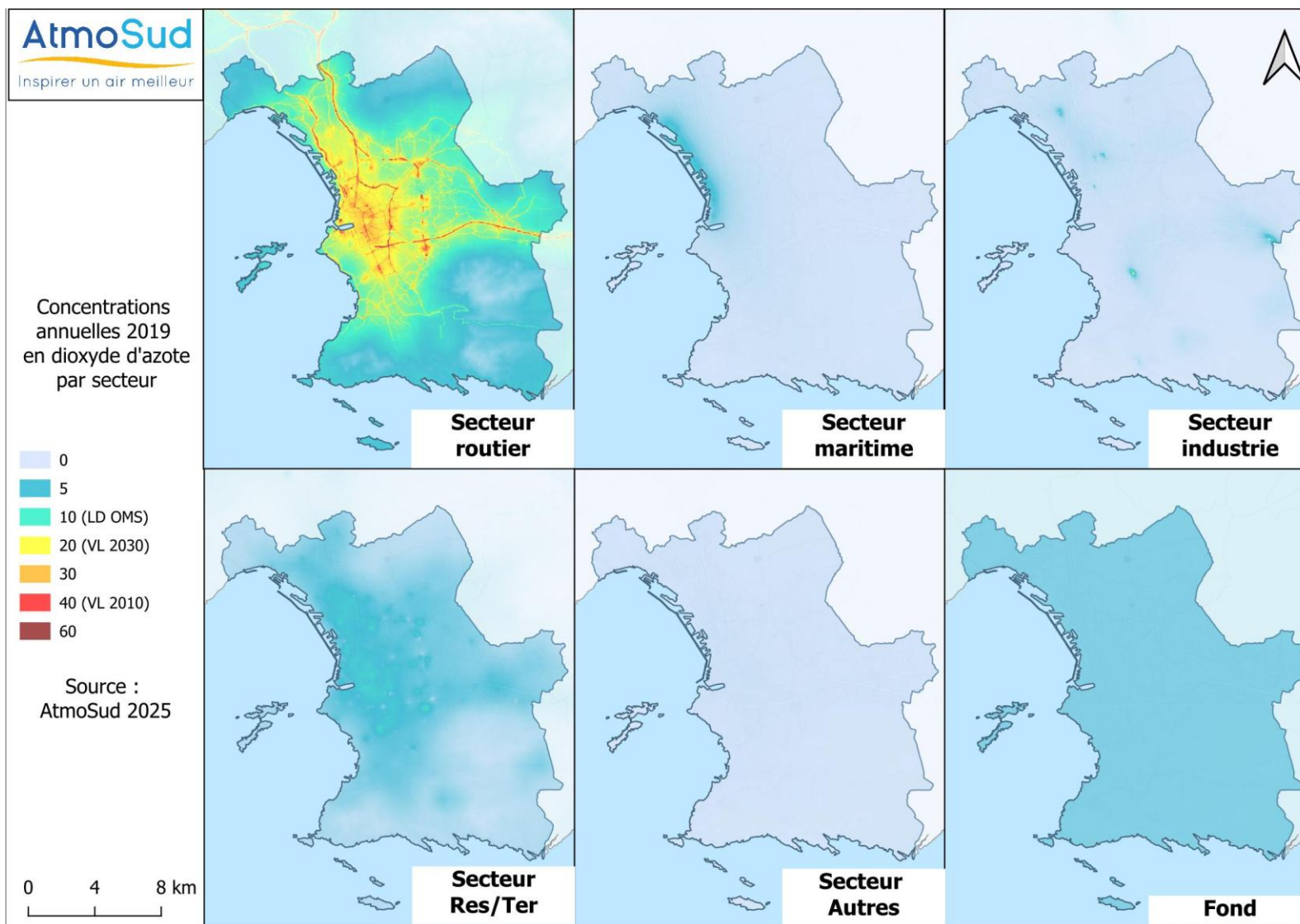


Figure 6 : Concentrations moyennes annuelles 2019 en dioxyde d'azote par secteur sur la ville de Marseille en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

III.1.2 Expositions moyennes par arrondissement

Les chiffres d'exposition moyenne par arrondissement sont cohérents avec les constats sur les concentrations.

Les niveaux médians d'exposition induits par le trafic routier sont les plus importants, dans les arrondissements allant du 1^{er} au 6^{ème}. Il en va de même pour la contribution du secteur résidentiel tertiaire.

Le secteur maritime contribue à l'exposition principalement sur les arrondissements en proximité de la zone portuaire : le 2nd, 3^{ème} et 16^{ème} et dans une moindre mesure sur le 15^{ème} et le 1^{er} arrondissement de Marseille.

Exposition moyenne 2019 de la population par arrondissement et par secteur pour le dioxyde d'azote – NO ₂ en µg/m ³																
Secteurs	13201	13202	13203	13204	13205	13206	13207	13208	13209	13210	13211	13212	13213	13214	13215	13216
Routier	26.8	23.1	24.4	22.4	24.0	24.9	17.7	16.8	13.0	17.5	12.7	14.5	13.8	16.5	15.1	12.2
Maritime	0.4	2.8	1.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.8
Res/Ter	5.6	4.7	5.1	4.6	5.1	5.0	3.6	3.6	3.0	3.9	2.9	3.2	3.1	3.9	3.5	2.8
Industrie	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Autres	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fond	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Tout secteur	37.9	35.2	35.6	31.8	34.0	34.9	26.0	24.9	20.6	26.1	19.9	22.0	21.3	25.6	24.2	20.8

Tableau 2 : Expositions moyennes en NO₂ 2019 de la population par arrondissement et par secteur d'activité en µg/m³

Exposition moyennes 2018-2019 de la population par arrondissement et par secteur pour le dioxyde d'azote – NO ₂ en µg/m ³																
Secteurs	13201	13202	13203	13204	13205	13206	13207	13208	13209	13210	13211	13212	13213	13214	13215	13216
Routier	26.6	23.0	24.3	22.4	23.9	24.8	17.6	16.7	13.0	17.4	12.6	14.4	13.7	16.5	15.0	12.1
Maritime	0.4	2.8	1.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.8
Res/Ter	5.6	4.7	5.1	4.6	5.1	5.0	3.6	3.6	3.0	3.9	2.9	3.2	3.1	3.9	3.5	2.7
Industrie	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Autres	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Fond	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Tout secteur	37.7	35.0	35.5	31.6	33.9	34.8	25.9	24.8	20.5	26.0	19.8	21.9	21.2	25.5	24.1	20.7

Tableau 3 : Expositions moyennes en NO₂ 2018-2019 de la population par arrondissement et par secteur d'activité en µg/m³

III.2 Particules fines PM10

III.2.1 Cartes de concentrations

Les cartes de concentrations en PM10 de 2019 par secteur d'activité par rapport à la carte tous secteurs permettent d'identifier les éléments suivants :

- Les concentrations Autres (biogénique lié à l'apport marin et terrigène), ainsi que les particules secondaires, qui ne sont pas associables à un secteur en particulier, contribuent à plus de la moitié des concentrations dans la ville de Marseille.
- Le secteur résidentiel tertiaire contribue à un niveau de fond sur l'ensemble de la zone urbaine de l'ordre de 3 à 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Le secteur routier induit des surconcentrations en proximité des axes à fort trafic de l'ordre de 2 à 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, allant jusqu'à plus de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ selon les axes.
- Le secteur industrie contribue peu aux concentrations à Marseille avec quelques surconcentrations localisées, notamment dans l'enceinte des carrières (jusqu'à une dizaine de microgrammes selon les carrières).
- Le secteur maritime ne contribue pas significativement aux concentrations de PM10 sur la ville de Marseille.

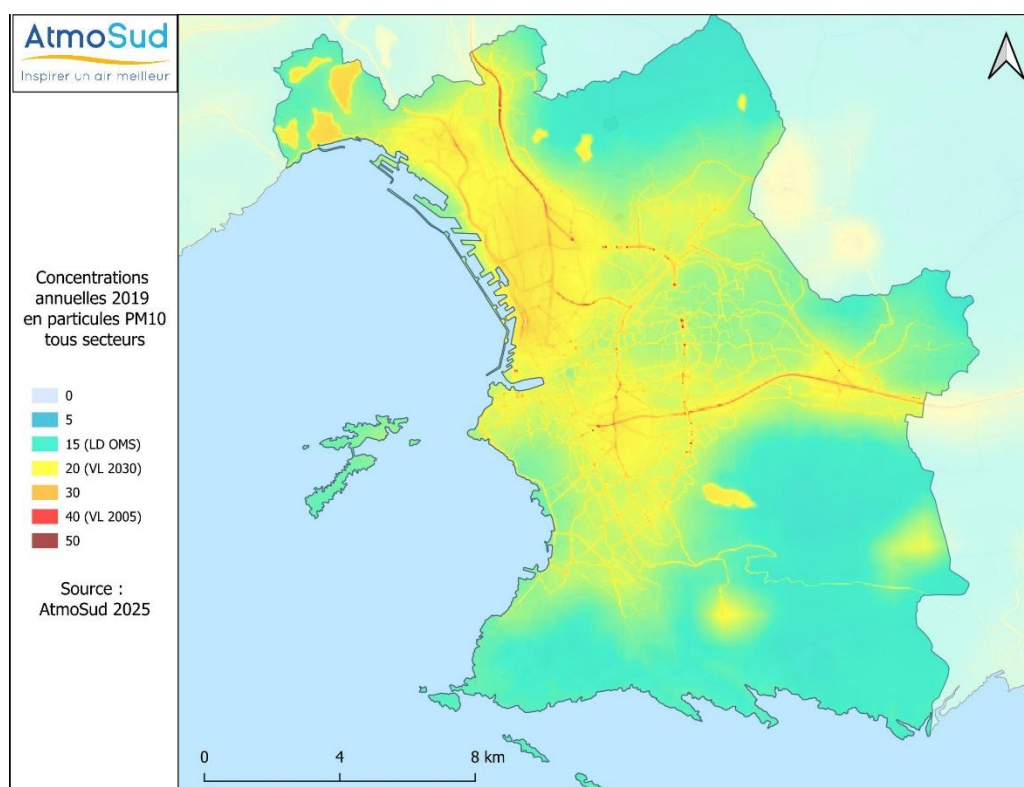


Figure 7 : Concentrations moyennes annuelles 2019 en particules fines PM10 tous secteurs confondus en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

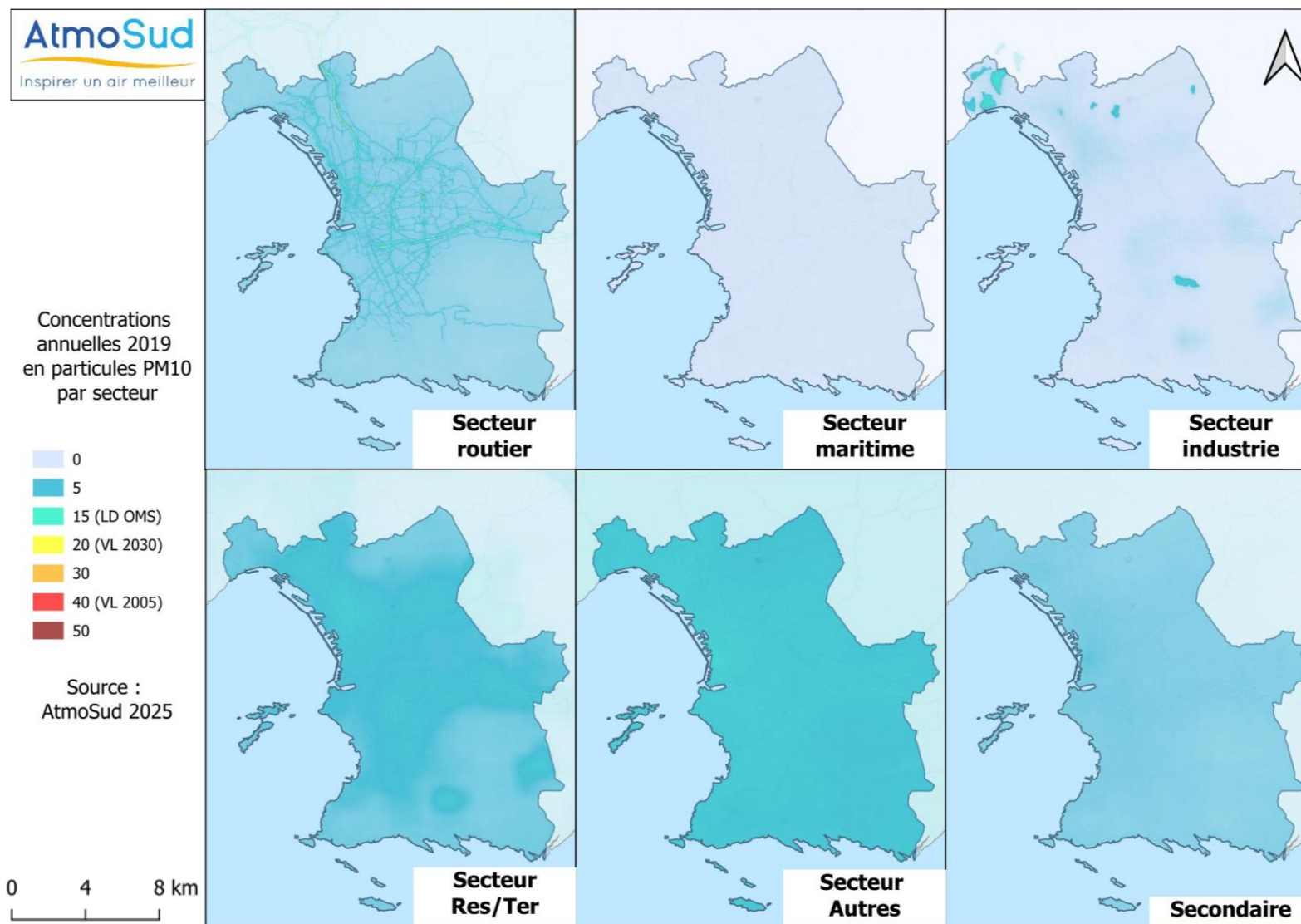


Figure 8 : Concentrations moyennes annuelles 2019 en particules fines PM10 par secteur sur la ville de Marseille en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

III.2.2 Expositions moyennes par arrondissement

Les chiffres d'exposition moyennes par arrondissements sont cohérents avec les constats observés sur les concentrations, notamment sur la contribution des secteurs Autres et Particules Secondaires. Par rapport au dioxyde d'azote, les niveaux d'exposition en particules fines sont plus homogènes à l'échelle de la ville.

La contribution du secteur résidentiel tertiaire est prépondérante sur l'ensemble des arrondissements. Les niveaux médians d'exposition induits par le trafic routier sont les plus importants, dans les arrondissements allant du 1^{er} au 6^{ème}.

Exposition moyenne 2019 de la population par arrondissement et par secteur pour les particules fines PM10 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$																
Secteurs	13201	13202	13203	13204	13205	13206	13207	13208	13209	13210	13211	13212	13213	13214	13215	13216
Routier	3.0	3.0	3.3	3.2	3.2	3.2	2.9	2.6	2.4	2.8	2.4	2.6	2.4	2.6	2.6	2.6
Maritime	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Res/Ter	4.5	4.8	5.5	4.5	4.9	4.5	4.4	4.4	4.6	5.2	4.8	4.6	4.9	5.5	5.5	5.1
Industrie	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Autres	7.3	7.9	7.9	6.7	7.4	7.5	7.3	6.9	6.5	6.7	6.5	6.5	6.5	6.9	6.7	7.0
Secondaire	2.5	3.0	3.0	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
Tout secteur	19.3	20.8	21.6	19.1	19.8	19.5	19.0	18.3	17.9	19.4	18.0	17.6	18.1	19.6	19.4	19.5

Tableau 4 : Expositions moyennes en PM10 2019 de la population par arrondissement et par secteur d'activité en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Exposition moyenne 2018-2019 de la population par arrondissement et par secteur pour les particules fines PM10 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$																
Secteurs	13201	13202	13203	13204	13205	13206	13207	13208	13209	13210	13211	13212	13213	13214	13215	13216
Routier	3.2	3.2	3.4	3.4	3.4	3.4	3.1	2.8	2.5	3.0	2.5	2.7	2.5	2.7	2.8	2.7
Maritime	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Res/Ter	4.7	5.1	5.8	4.7	5.2	4.7	4.7	4.7	4.8	5.5	5.1	4.8	5.1	5.8	5.8	5.4
Industrie	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Autres	7.7	8.3	8.3	7.1	7.8	7.8	7.7	7.3	6.9	7.0	6.8	6.8	6.8	7.2	7.0	7.4
Secondaire	2.6	3.2	3.2	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
Tout secteur	20.3	21.9	22.7	20.1	20.9	20.5	20.0	19.2	18.9	20.5	18.9	18.5	19.1	20.6	20.4	20.6

Tableau 5 : Expositions moyennes en PM10 2018-2019 de la population par arrondissement et par secteur d'activité en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

III.3 Particules fines PM2.5

III.3.1 Cartes de concentrations

Les cartes de concentrations en PM2.5 de 2019 par secteur d'activité par rapport à la carte tous secteurs permettent d'identifier les éléments suivants :

- La contribution des particules secondaires est importante avec une moyenne annuelle de l'ordre de $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Le secteur résidentiel tertiaire contribue à un niveau de fond de l'ordre sur l'ensemble de la zone urbaine de l'ordre 2 à $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Le secteur routier induit quant à lui des surconcentrations en proximité des axes à fort trafic de l'ordre de 1.5 à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, allant jusqu'à plus de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en proximité des axes autoroutiers.

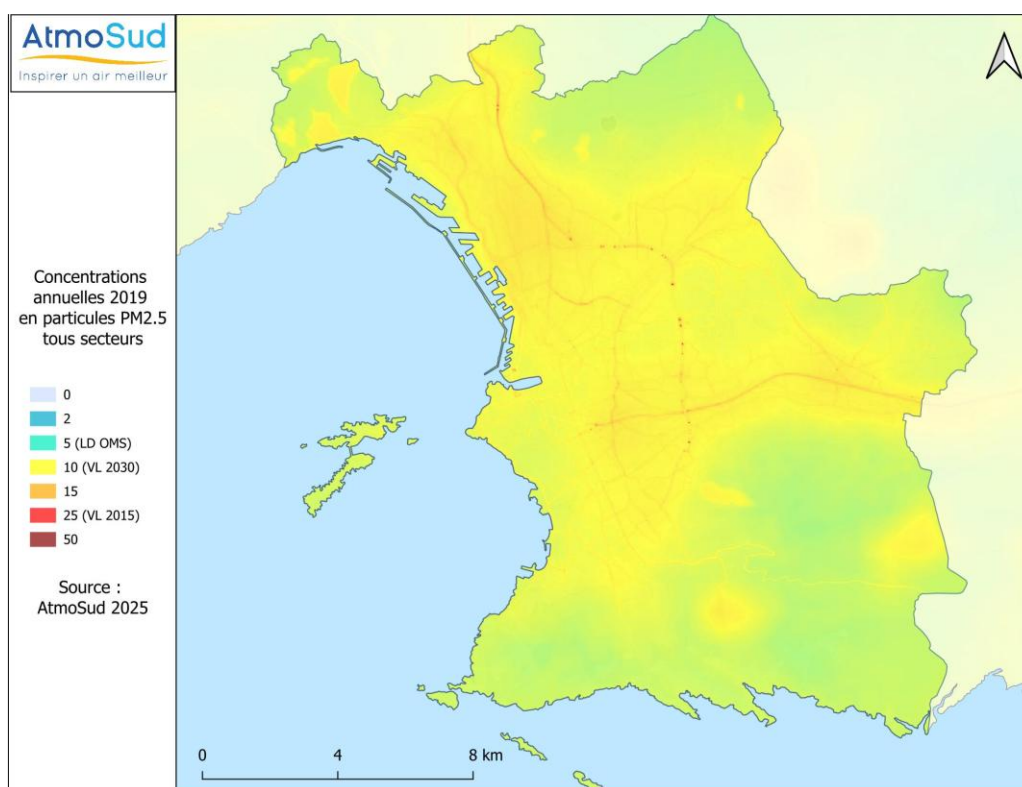


Figure 9 : Concentrations moyennes annuelles 2019 en particules fines PM2.5 tous secteurs confondus en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

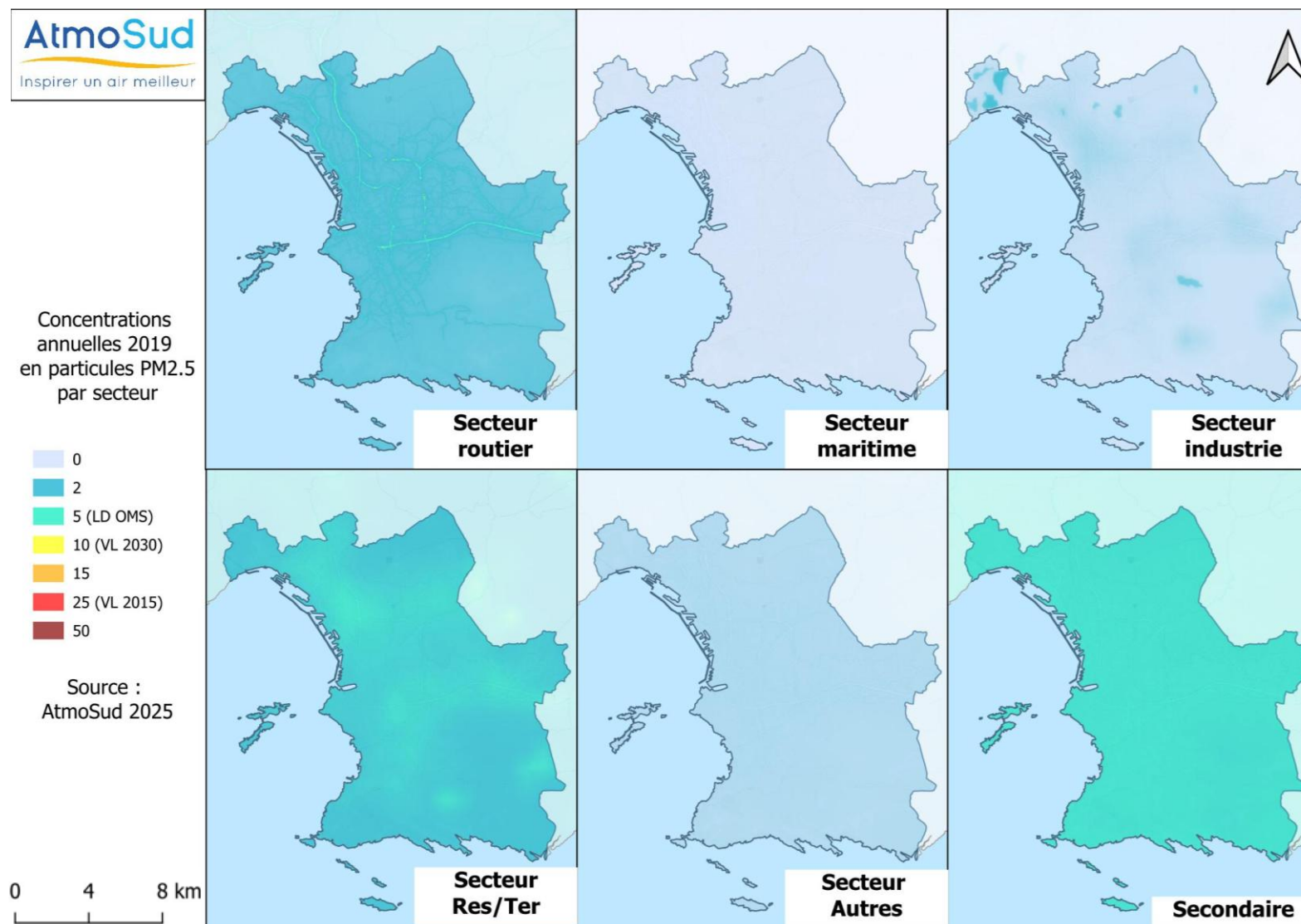


Figure 10 : Concentrations moyennes annuelles 2019 en particules fines PM2.5 par secteur sur la ville de Marseille en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

III.3.2 Expositions moyennes par arrondissement

Les chiffres d'exposition moyennes par arrondissements sont cohérents avec les constats sur les concentrations, notamment sur la contribution des Particules Secondaires. Par rapport au dioxyde d'azote et aux PM10, les niveaux d'exposition en particules fines PM2.5 sont plus homogènes à l'échelle de la ville.

La contribution du secteur résidentiel tertiaire est prépondérante sur l'ensemble des arrondissements. Elle varie entre 2.5 et 3.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La contribution du secteur routier est également homogène pour les particules PM2.5.

Il est à noter que le fichier Excel transmis avec cette étude permet d'afficher la distribution de l'exposition des populations pour chaque arrondissement et chaque scénario testé.

Exposition moyenne 2019 de la population par arrondissement et par secteur pour les particules fines PM2.5 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$																
Secteurs	13201	13202	13203	13204	13205	13206	13207	13208	13209	13210	13211	13212	13213	13214	13215	13216
Routier	1.55	1.52	1.54	1.57	1.55	1.55	1.53	1.51	1.51	1.55	1.52	1.51	1.52	1.52	1.52	1.51
Maritime	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Res/Ter	2.50	2.51	2.51	2.50	2.68	2.50	2.50	2.51	2.55	2.90	2.77	2.54	2.72	3.09	2.97	2.88
Industrie	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Autres	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Secondaire	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
Tout secteur	9.57	9.56	9.72	9.64	9.81	9.51	9.37	9.37	9.40	10.02	9.59	9.53	9.53	10.04	9.92	9.74

Tableau 6 : Expositions moyennes en PM2.5 2019 de la population par arrondissement et par secteur d'activité en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Exposition moyenne 2018-2019 de la population par arrondissement et par secteur pour les particules fines PM2.5 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$																
Secteurs	13201	13202	13203	13204	13205	13206	13207	13208	13209	13210	13211	13212	13213	13214	13215	13216
Routier	1.70	1.67	1.69	1.72	1.71	1.70	1.68	1.66	1.66	1.70	1.67	1.66	1.66	1.66	1.67	1.66
Maritime	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Res/Ter	2.7	2.8	2.8	2.7	2.9	2.7	2.7	2.8	2.8	3.2	3.0	2.8	3.0	3.4	3.3	3.2
Industrie	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Autres	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Secondaire	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8
Tout secteur	10.5	10.5	10.7	10.6	10.8	10.4	10.3	10.3	10.3	11.0	10.5	10.5	10.5	11.0	10.9	10.7

Tableau 7 : Expositions moyennes en PM2.5 2018-2019 de la population par arrondissement et par secteur d'activité en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

IV SC5 – SCENARIOS D'ABBATEMENT DU TRAFIC ROUTIER

IV.1 Scénarios retenus

En l'absence de scénario spécifique à la mobilité qui serait exploitable rapidement dans le cadre cette étude, il a été retenu de réaliser 2 scénarios d'abattement de la contribution du secteur routier afin d'en mesurer l'impact sur les enjeux sanitaires de la ville de Marseille.

Les scénarios d'abattement testés sont les suivants :

- Réduction des concentrations induites par le trafic routier à Marseille de 25 %
- Réduction des concentrations induites par le trafic routier à Marseille de 50 %

Les cartographies cumulées avec ces différents scénarios permettent ainsi de caractériser les gains induits sur le niveau d'exposition moyenne des populations par ces scénarios d'abattement.

IV.2 Dioxyde d'azote – NO₂

IV.2.1 Cartes de concentration

Comme cela a été identifié au §0, le secteur routier contribue majoritairement aux concentrations de dioxyde d'azote relevées dans le centre-ville de Marseille.

Les scénarios d'abattement testés sur ce secteur de -25% et -50% montrent ainsi une réduction significative des concentrations de NO₂.

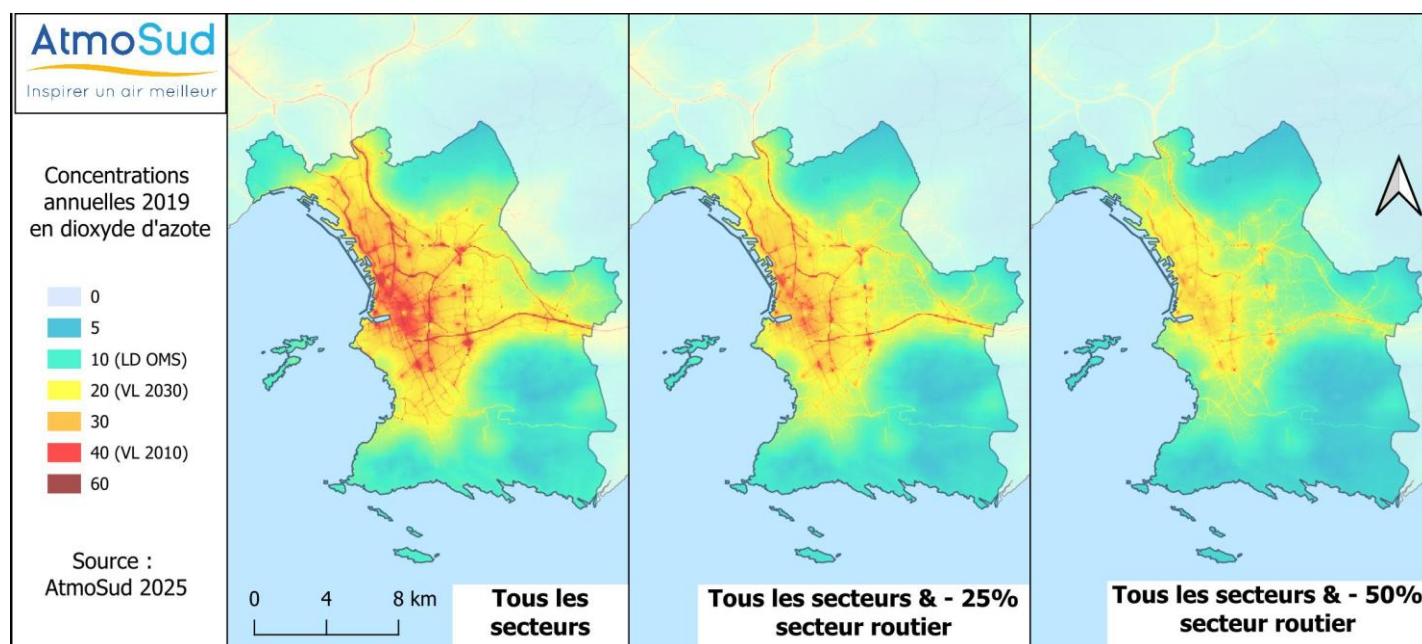


Figure 11 : Concentrations moyennes annuelles 2019 en NO₂ pour les scénarios SC5 d'abattement du secteur routier en µg/m³

Il est important de noter que, depuis plusieurs années, les émissions de NOx du secteur routier diminuent significativement. Cette baisse devrait s'amplifier dans les années à venir. Sur la Métropole Aix Marseille Provence, 96 % des émissions de NOx du trafic routier en 2022 sont imputables aux carburations diesel. Les principaux facteurs qui conduisent à une baisse des émissions de NOx ces dernières années, sont :

- Les normes Euro 6d, pour les véhicules diesels ont conduit à l'adoption généralisée du SCR (réduction catalytique sélective avec AdBlue) et des pièges à NOx. En conséquence, les émissions de NOx ont été réduites de 80 à 90 % entre les normes Euro 5 et Euro 6d. Le renouvellement progressif du parc permet, actuellement et dans les années à venir, un gain substantiel sur les émissions de NOx.
- Dé-dieselisation du parc des véhicules : la politique de rattrapage fiscal sur les carburants (TICPE), le coût des systèmes de filtration sur les nouveaux véhicules, la mauvaise image à la suite du dieselgate et les communications de restriction de circulation impactant les véhicules diesel dans les zones à faibles émissions (ZFE) encourage les constructeurs et les acheteurs à se tourner vers d'autres motorisations.

En parallèle, les concentrations en dioxyde d'azote NO₂, mesurées à Marseille diminuent également. La figure ci-dessous présente l'évolution des concentrations depuis 2012 sur le site de référence Marseille Longchamp et des émissions du trafic routier de Marseille. Entre 2019 et 2024, les concentrations de dioxyde d'azote ont ainsi diminué de 25 %, tandis que les émissions du trafic routier ont diminué de 25 % entre 2019 et 2022.

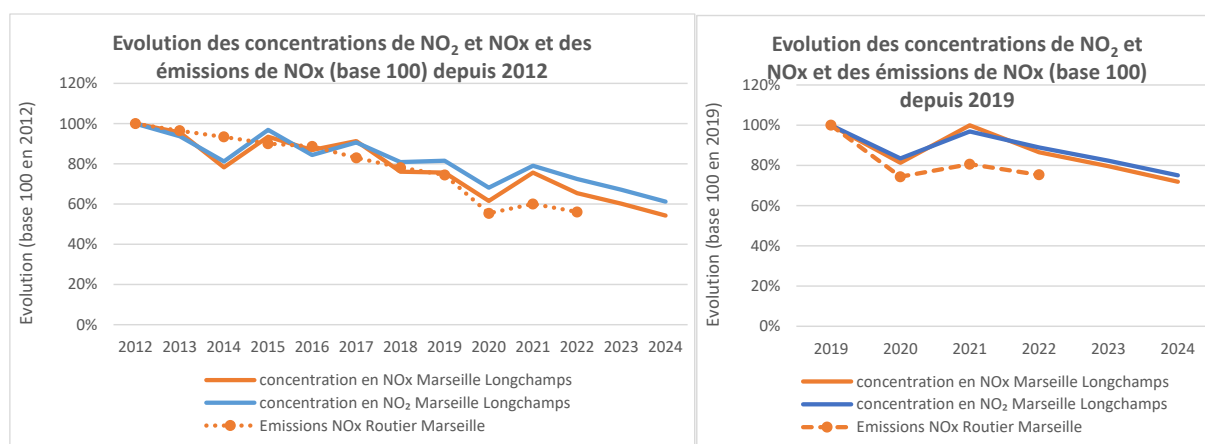


Figure 12 : Evolution des concentrations en dioxyde d'azote à Marseille Longchamps et évolution des émissions du secteur routier sur la ville de Marseille depuis 2012.

IV.2.2 Expositions moyennes par arrondissement

Le scénario de - 25% de concentrations induites par le secteur routier permet de réduire l'exposition moyenne en 2019 de 3 à 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ selon les arrondissements. Ce gain est deux fois plus important pour le scénario de - 50% de concentration induit par le secteur routier soit de – 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à – 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ selon les arrondissements.

Il est à noter que le fichier Excel transmis avec cette étude permet d'afficher la distribution de l'exposition des populations pour chaque arrondissement et chaque scénario testé.

Exposition moyenne 2019 de la population par arrondissement et par scénarios pour le dioxyde d'azote NO ₂ en $\mu\text{g}/\text{m}^3$																
Secteurs	13201	13202	13203	13204	13205	13206	13207	13208	13209	13210	13211	13212	13213	13214	13215	13216
Tous secteurs - 50% routier	24.3	23.4	23.2	20.3	21.9	22.3	17.0	16.3	13.9	17.1	13.4	14.6	14.2	17.1	16.5	14.5
Tous secteurs - 25% routier	31.1	29.3	29.4	26.1	28.0	28.7	21.5	20.6	17.3	21.6	16.7	18.3	17.8	21.4	20.4	17.7
Tout secteur	37.9	35.2	35.6	31.8	34.0	34.9	26.0	24.9	20.6	26.1	19.9	22.0	21.3	25.6	24.2	20.8

Tableau 8 : Expositions moyennes en NO₂ 2019 de la population par arrondissement sur les 2 scénarios SC5 - $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Exposition moyenne 2018-2019 de la population par arrondissement et par scénarios pour le dioxyde d'azote NO ₂ en $\mu\text{g}/\text{m}^3$																
Secteurs	13201	13202	13203	13204	13205	13206	13207	13208	13209	13210	13211	13212	13213	13214	13215	13216
Tous secteurs - 50% routier	24.2	23.3	23.2	20.2	21.8	22.2	16.9	16.2	13.8	17.0	13.3	14.5	14.1	17.1	16.4	14.5
Tous secteurs - 25% routier	31.0	29.2	29.3	26.0	27.9	28.5	21.5	20.5	17.2	21.5	16.6	18.2	17.7	21.3	20.3	17.6
Tout secteur	37.7	35.0	35.5	31.6	33.9	34.8	25.9	24.8	20.5	26.0	19.8	21.9	21.2	25.5	24.1	20.7

Tableau 9 : Expositions moyennes en NO₂ 2018-2019 de la population par arrondissement sur les 2 scénarios SC5 - $\mu\text{g}/\text{m}^3$

IV.3 Particules fines PM10

IV.3.1 Cartes de concentrations

Comme cela a été identifié au §0, le secteur routier induit des surconcentrations en proximité des axes à fort trafic de l'ordre de 2 à 4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, allant jusqu'à plus de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ selon les axes et participe aux niveaux de fond que pour quelques microgrammes.

Les scénarios réalisés permettent d'illustrer la baisse de concentrations attendues sur le fond et la baisse des surconcentrations en proximité des axes de circulations. Les gains technologiques permis par le renouvellement progressif du parc de véhicules sont moins importants pour ce polluant dont une part significative des émissions sont aujourd'hui induites par les phases d'usure des pneus, freins et de la route ainsi que par la remise en suspension des particules lors du passage des véhicules.

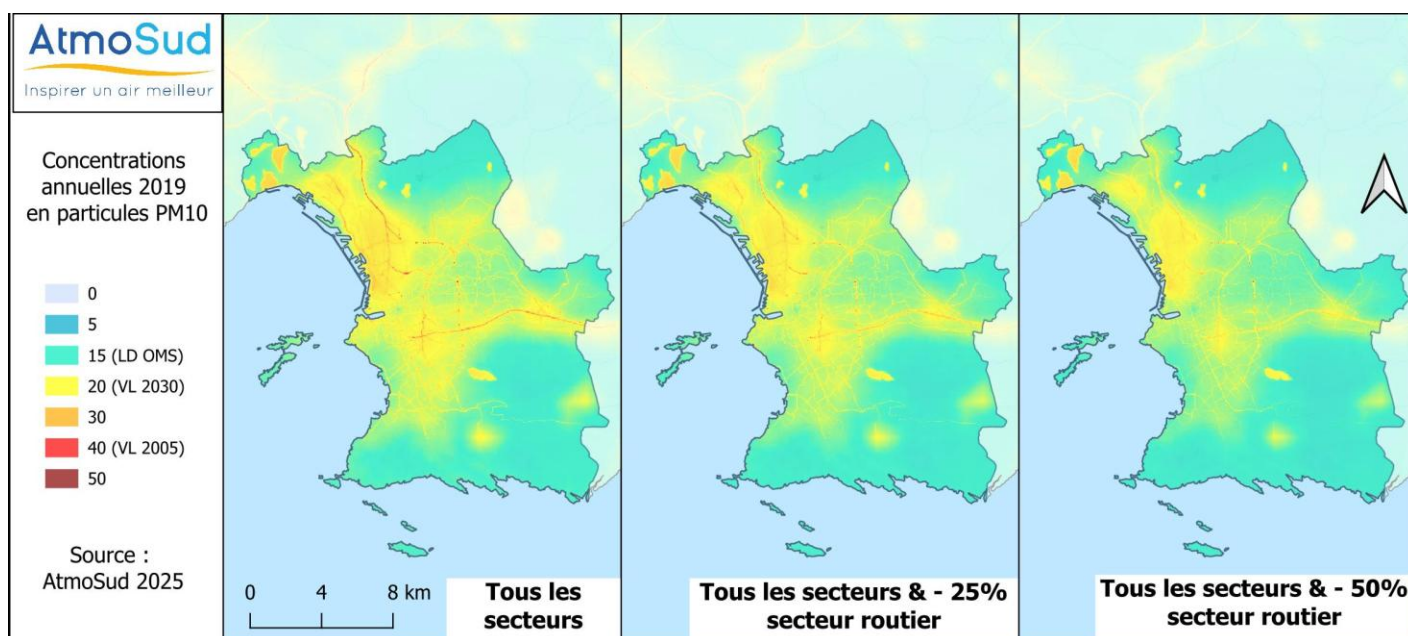


Figure 13 : Concentrations moyennes annuelles 2019 en PM10 pour les scénarios SC5 d'abattement du secteur routier en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

IV.3.2 Expositions moyennes par arrondissement

Les gains obtenus sur les expositions moyennes en 2019 sont de l'ordre de - 0.7 à - 0.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le scénario avec - 25 % de concentrations du trafic routier. Pour le scénario à - 50 % ce gain atteint entre - 1.4 et - 1.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (soit en pourcentage un gain compris entre -7.4 et -9.2% de l'exposition de 2019).

Exposition moyenne 2019 de la population par arrondissement et par scénarios pour les particules fines PM10 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$																
Secteurs	13201	13202	13203	13204	13205	13206	13207	13208	13209	13210	13211	13212	13213	13214	13215	13216
Tous secteurs - 50% routier	17.6	19.0	19.7	17.3	18.1	17.7	17.3	16.8	16.6	17.9	16.6	16.2	16.7	18.1	17.9	18.0
Tous secteurs - 25% routier	18.4	19.9	20.7	18.2	19.0	18.6	18.2	17.6	17.3	18.7	17.3	16.9	17.4	18.9	18.7	18.8
Tout secteur	19.3	20.8	21.6	19.1	19.8	19.5	19.0	18.3	17.9	19.4	18.0	17.6	18.1	19.6	19.4	19.5

Tableau 10 : Expositions moyennes en PM10 2019 de la population par arrondissement sur les 2 scénarios SC5 - $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Exposition moyennes 2018-2019 de la population par arrondissement et par scénarios pour les particules fines PM10 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$																
Secteurs	13201	13202	13203	13204	13205	13206	13207	13208	13209	13210	13211	13212	13213	13214	13215	13216
Tous secteurs - 50% routier	18.5	20.0	20.8	18.3	19.1	18.6	18.3	17.7	17.5	18.8	17.5	17.1	17.6	19.1	18.9	19.0
Tous secteurs - 25% routier	19.4	21.0	21.8	19.2	20.0	19.6	19.2	18.5	18.2	19.6	18.2	17.8	18.3	19.9	19.7	19.8
Tout secteur	20.3	21.9	22.7	20.1	20.9	20.5	20.0	19.2	18.9	20.5	18.9	18.5	19.1	20.6	20.4	20.6

Tableau 11 : Expositions moyennes en PM10 2018-2019 de la population par arrondissement sur les 2 scénarios SC5 - $\mu\text{g}/\text{m}^3$

IV.4 Particules fines PM2.5

IV.4.1 Cartes de concentrations

Comme cela a été identifié au §0, le secteur routier induit des surconcentrations en proximité des axes à fort trafic de l'ordre de 1.5 à 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, allant jusqu'à plus de 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en proximité des axes autoroutiers.

Les scénarios réalisés permettent d'illustrer la baisse de concentrations attendues sur le fond et la baisse des surconcentrations en proximité des axes de circulations. Comme pour les particules fines PM10, les gains technologiques permis par le renouvellement progressif du parc de véhicule sont moins importants pour ce polluant dont une part significative des émissions sont aujourd'hui induites par les phases d'usure des pneus, freins et de la route ainsi que par la remise en suspension des particules lors du passage des véhicules.

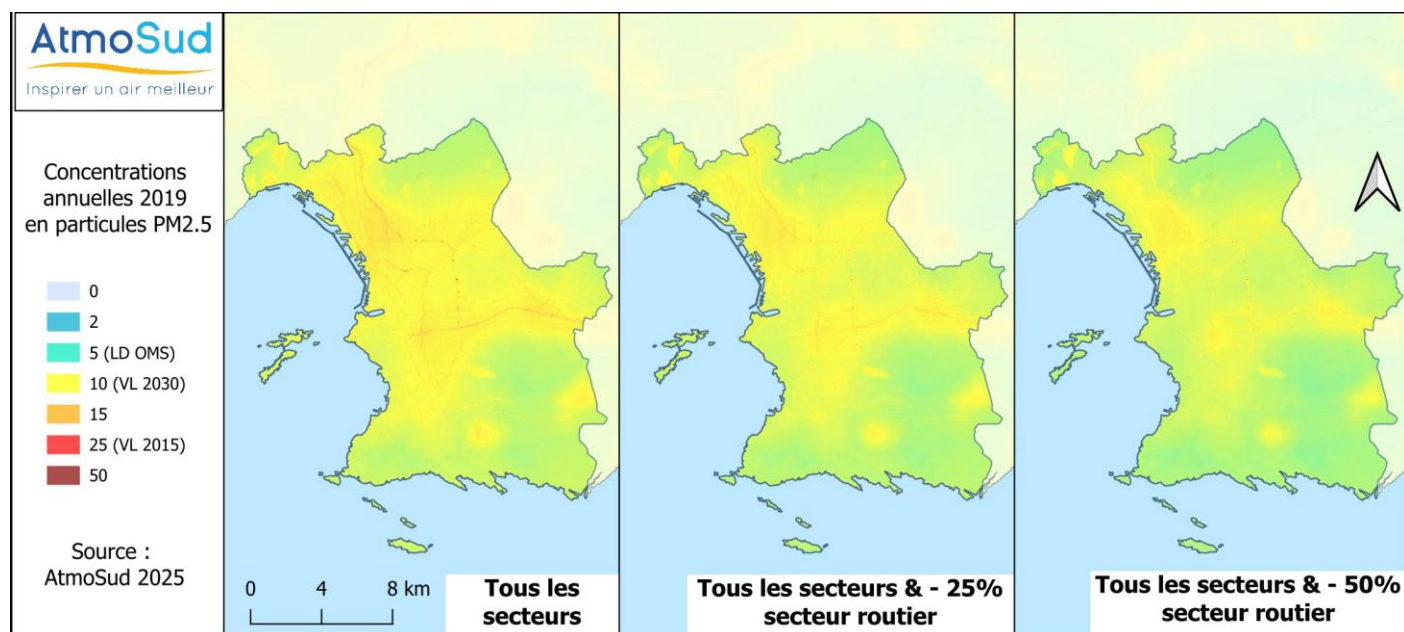


Figure 14 : Concentrations moyennes annuelles 2019 en PM2.5 pour les scénarios SC5 d'abattement du secteur routier en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

IV.4.2 Expositions moyennes par arrondissement

Les gains obtenus sur les expositions moyennes en 2019 sont de l'ordre de - 0.7 à - 0.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le scénario avec - 25 % de concentrations du trafic routier. Pour le scénario à - 50 % ce gain atteint entre - 1.4 et - 1.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (soit en pourcentage un gain compris entre -7.4 et -9.2% de l'exposition de 2019).

Exposition moyenne 2019 de la population par arrondissement et par scénarios pour les particules fines PM2.5 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Secteurs	13201	13202	13203	13204	13205	13206	13207	13208	13209	13210	13211	13212	13213	13214	13215	13216
Tous secteurs - 50% routier	8.5	8.6	8.8	8.6	8.8	8.5	8.5	8.5	8.5	9.1	8.8	8.6	8.7	9.2	9.0	8.9
Tous secteurs - 25% routier	9.2	9.0	9.5	9.4	9.5	8.9	8.6	8.9	9.1	9.6	9.3	8.9	9.3	9.6	9.6	9.2
Tout secteur	9.6	9.6	9.7	9.6	9.8	9.5	9.4	9.4	9.4	10.0	9.6	9.5	9.5	10.0	9.9	9.7

Tableau 12 : Expositions moyennes en PM2.5 2019 de la population par arrondissement sur les 2 scénarios SC5 - $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Exposition moyenne 2018-2019 de la population par arrondissement et par scénarios pour les particules fines PM2.5 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Secteurs	13201	13202	13203	13204	13205	13206	13207	13208	13209	13210	13211	13212	13213	13214	13215	13216
Tous secteurs - 50% routier	9.4	9.4	9.7	9.4	9.7	9.3	9.3	9.3	9.4	10.0	9.6	9.4	9.5	10.1	9.9	9.8
Tous secteurs - 25% routier	10.1	9.9	10.5	10.4	10.4	9.8	9.5	9.8	10.0	10.5	10.2	9.8	10.2	10.5	10.5	10.1
Tout secteur	10.5	10.5	10.7	10.6	10.8	10.4	10.3	10.3	10.3	11.0	10.5	10.5	10.5	11.0	10.9	10.7

Tableau 13 : Expositions moyennes en PM2.5 2018-2019 de la population par arrondissement sur les 2 scénarios SC5 - $\mu\text{g}/\text{m}^3$

V CONCLUSION ET SYNTHÈSE

La Ville de Marseille mène l'étude EQIS-PA[2][1], pour quantifier les impacts sanitaires de la pollution et orienter les politiques publiques. Dans le cadre de ce rapport, AtmoSud a produit une série d'indicateurs d'exposition moyenne par arrondissement pour les scénarios suivants :

- **SC4 IMPACT SECTEUR** : Ce scénario a permis de réaliser une analyse par secteur : routier, maritime, industrie, résidentiel/tertiaire et autres, fond ou particules secondaires selon les polluants.
- **SC5 EQIS Report** : Évaluation de scénarios d'abattement du trafic routier soit : un abattement de – 50 % et de – 25 % des concentrations induites par le secteur routier.

L'année de référence utilisée est 2019 et une méthodologie spécifique a été mise en place afin d'associer les contributions de chaque secteur au fond sur la base des données et des études réalisées sur la ville de Marseille. En fonction des évolutions de concentrations relevées sur le site de référence Marseille Longchamps, détaillé au § III, une exposition moyenne sur la période 2018-2019 a été estimée.

En plus des données chiffrées fournies pour l'étude EQIS de la ville de Marseille, les observations suivantes ont pu être réalisées par polluant et par secteur :

- **Pour le dioxyde d'azote**, le principal secteur contributeur aux concentrations à Marseille est le secteur routier, avec des surconcentrations significatives sur les axes à fort trafics routier. Le secteur résidentiel/tertiaire contribue lui à des niveaux de fond entre 5 et 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et le secteur maritime a un impact diffus localisé en proximité de la zone portuaire. Les niveaux d'exposition médians de la population varient significativement d'un arrondissement à l'autre pour ce polluant.
- **Pour les particules fines PM10 et PM2.5**, une part importante des particules sont, soit issues d'apport de type biogénique (terrigène, marin) pour les PM10, soit issues de particules secondaires pour les PM2.5. Le secteur résidentiel/tertiaire contribue à un niveau de fond de l'ordre de 2 à 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour ces polluants. Le secteur routier induit des surconcentrations en proximité des axes à fort trafic mais sa contribution au fond est beaucoup moins marquée que pour le dioxyde d'azote. Les niveaux d'exposition médians de la population sont plus homogènes sur les arrondissements de la ville de Marseille.

Dans le cadre des scénarios SC5 d'abattement des concentrations induites par le secteur routier, les gains les plus importants sont obtenus sur les concentrations en dioxyde d'azote. Pour les particules fines, les gains sont moins significatifs du fait d'une contribution moindre du secteur routier au concentrations moyennes présentes dans l'air ambiant. Les zones montrant les améliorations les plus importantes seraient attendues en proximité des axes à fort trafic.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] ADEME. Aide à l'action des collectivités territoriales en faveur de la qualité de l'air. France : ADEME ; 2023. Disponible à partir de l'URL : <https://agir.ademe.fr/aides-financieres/aap/aide-laction-des-collectivites-territoriales-en-faveur-de-la-qualite-de-lair>.
- [2] Santé Publique France. Pollution atmosphérique : évaluations quantitatives d'impact sur la santé – EQIS-PA. France : 29 janvier 2025. Disponible à partir de l'URL : <https://www.santepubliquefrance.fr/determinants-de-sante/pollution-et-sante/air/articles/pollution-atmospherique-evaluations-quantitatives-d-impact-sur-la-sante-eqis-pa#block-204194>
- [3] AtmoSud. Plateforme Cigale – Inventaire des émissions de polluants et de GES de la Région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur. Région Sud : AtmoSud ; 2025. Disponible à partir de l'URL : <https://cigale.atmosud.org/>
- [4] INERIS. Réévaluation des facteurs d'émission des particules totales, solides et condensables du chauffage domestique au bois. France : INERIS ; 2024. Disponible à partir de l'URL : <https://www.ineris.fr/fr/reevaluation-facteurs-emission-particules-totales-solide-condensable-chauffage-domestique-bois>.
- [5] Citepa. Communiqué sur les particules condensables – Comité National Air. France : CITEPA ; 2023. Disponible à partir de l'URL : https://www.citepa.org/wp-content/uploads/MTE_CNA_Communique-condensables-2023.pdf.
- [6] AtmoSud. Étude sur trois villes (2014-2016) – Rapport final. Région Sud : AtmoSud ; 2022. Disponible à partir de l'URL : https://www.atmosud.org/sites/sud/files/medias/documents/2022-06/171201_etude_3_villes_2014-2016_rapport.pdf.
- [7] AtmoSud. APICE – Synthèse Marseille 2013. Région Sud : AtmoSud ; 2013. Disponible à partir de l'URL : <https://www.atmosud.org/publications/apice-synthese-marseille-2013>.
- [8] Minguillón M.C., Pérez N., Querol X., Tolosa I., Val S., Reche C., et al. Source apportionment of fine atmospheric particles in Marseille: a one-year study. Atmospheric Research ; 2013. Disponible à partir de l'URL : https://www.researchgate.net/publication/258781232_Source_apportionment_of_fine_atmospheric_particles_in_Marseille_a_one_year_study.
- [9] LCSQA. Utilisation des données de population MAJIC. France : LCSQA ; 2015. Disponible à partir de l'URL : https://www.lcsqa.org/system/files/media/documents/drc-15-152374-01704a_utilisation_donnees_population_majic_vf.pdf.
- [10] Organisation mondiale de la Santé (OMS). Lignes directrices mondiales de l'OMS sur la qualité de l'air : mise à jour mondiale 2021. Genève : OMS ; 2021. Disponible à partir de l'URL : <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/346555/9789240035423-fre.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

GLOSSAIRE

Définitions

Lignes directrices OMS : Seuils de concentration définis par l'OMS et basés sur un examen des données scientifiques accumulées. Elles visent à offrir des indications sur la façon de réduire les effets de la pollution de l'air sur la santé. Elles constituent des cibles à atteindre qui confère une protection suffisante en termes de santé publique.

Maximum journalier de la moyenne sur huit heures : Il est sélectionné après examen des moyennes glissantes sur huit heures, calculées à partir des données horaires et actualisées toutes les heures. Chaque moyenne ainsi calculée sur huit heures est attribuée au jour où elle s'achève ; autrement dit, la première période considérée pour le calcul sur un jour donné sera la période comprise entre 17 h la veille et 1 h le jour même ; la dernière période considérée, pour un jour donné, sera la période comprise entre 16 h et minuit le même jour.

Pollution de fond et niveaux moyens : La pollution de fond correspond à des niveaux de polluants dans l'air durant des périodes relativement longues. Elle s'exprime généralement par des concentrations moyennées sur une année (pour l'ozone, on parle de niveaux moyens exprimés généralement par des moyennes calculées sur huit heures). Il s'agit de niveaux de pollution auxquels la population est exposée le plus longtemps et auxquels il est attribué l'impact sanitaire le plus important.

Pollution de pointe : La pollution de pointe correspond à des niveaux de polluants dans l'air durant des périodes courtes. Elle s'exprime généralement par des concentrations moyennées sur la journée ou l'heure.

Procédures préfectorales : Mesures et actions de recommandations et de réduction des émissions par niveau réglementaire et par grand secteur d'activité.

Seuil d'alerte à la population : Niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou la dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence.

Seuil d'information-recommandations à la population : Niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes particulièrement sensibles de la population, rendant nécessaires des informations immédiates et adéquates.

Objectif de qualité : Un niveau de concentration à atteindre à long terme, 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.

Valeur cible : Un niveau de concentration fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans la mesure du possible sur une période donnée.

Valeur limite : Un niveau de concentration fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser une fois atteint.

Couche limite : Couche atmosphérique en contact direct avec la surface terrestre, dans laquelle se produisent des modifications d'un point de vue dynamique et thermique. Son épaisseur varie d'une centaine de mètres à quelques kilomètres selon les caractéristiques du sol (rugosité, relief...), la saison (humidité, flux de chaleur, température).

Particules d'origine secondaires : Les particules secondaires résultent de la conversion en particules, des gaz présents dans l'atmosphère. Cette conversion, soit directement gaz-solide, soit par l'intermédiaire des gouttes d'eau, est appelée nucléation. La nucléation est le mécanisme de base de la formation des nouvelles particules dans l'atmosphère. Les principaux précurseurs impliqués dans la formation des particules secondaires sont le dioxyde de soufre (SO₂), les oxydes d'azote (NO_x et nitrates), les composés organiques volatils (COV) et l'ammoniac (NH₃). Les particules secondaires sont essentiellement des particules fines (<2.5 µm).

AOT 40 : Égal à la somme des différences entre les concentrations horaires d'ozone supérieures à 80 µg/m³ (mesurés quotidiennement entre 8 h et 20 h, heure d'Europe Centrale) et la valeur 80 µg/m³ pour la période du 1^{er} mai au 31 juillet de l'année N. La valeur cible de protection de la végétation est calculée à partir de la moyenne sur 5 ans de l'AOT40. Elle s'applique en dehors des zones urbanisées, sur les Parcs Nationaux, sur les Parcs Naturels Régionaux, sur les réserves Naturelles Nationales et sur les zones arrêtées de Protection de Biotope.

Percentile 99,8 (P 99,8) : Valeur respectée par 99,8 % des données de la série statistique considérée (ou dépassée par 0,2 % des données). Durant l'année, le percentile 99,8 représente dix-huit heures.

Sigles

AASQA : Association Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air

ADEME : Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie

APICE: Common Mediterranean strategy and local practical Actions for the mitigation of Port, Industries and Cities Emissions

ARS : Agence Régionale de Santé

Citepa : Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique

EQIS PA : Evaluation quantitative des impacts sur la santé de la pollution de l'air

GPMM : Grand port maritime de Marseille

IARC: International Agency for Research on Cancer

INERIS : Institut national de l'environnement industriel et des risques

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

Unité de mesures

µg/m³ : microgramme par mètre cube d'air
(1 µg = 10⁻⁶ g = 0,000001 g)

TU : Temps Universel

Polluants

NO / NO₂ : Monoxyde d'azote / Dioxyde d'azote

NOx : Oxydes d'azote

PM non volatil : Fraction des particules en suspension présente dans l'air ambiant qui ne s'évapore pas à 50°C.

PM volatil : Fraction des particules en suspension qui s'évaporent entre 30°C et 50°C. Cette fraction des particules est mesurée depuis 2007.

PM 10 : Particules d'un diamètre < 10 µm

PM 2.5 : Particules d'un diamètre < 2,5 µm

Classification des sites de mesure

Cette classification a fait l'objet d'une mise à jour au niveau national en 2015. Les stations de mesures sont désormais classées selon 2 paramètres : leur environnement d'implantation et l'influence des sources d'émission.

Environnement d'implantation

- Implantation urbaine : Elle correspond à un emplacement dans une zone urbaine bâtie en continu, c'est-à-dire une zone urbaine dans laquelle les fronts de rue sont complètement (ou très majoritairement) constitués de constructions d'au minimum deux étages
- Implantation périurbaine : Elle correspond à un emplacement dans une zone urbaine majoritairement bâtie, constituée d'un tissu continu de constructions isolées de toutes tailles, avec une densité de construction moindre
- Implantation rurale : Elle est principalement destinée aux stations participant à la surveillance de l'exposition de la population et des écosystèmes à la pollution atmosphérique de fond, notamment photochimique.

Influence des sources

- Influence industrielle : Le point de prélèvement est situé à proximité d'une source (ou d'une zone) industrielle. Les émissions de cette source ont une influence significative sur les concentrations.
- Influence trafic : Le point de prélèvement est situé à proximité d'un axe routier majeur. Les émissions du trafic ont une influence significative sur les concentrations.
- Influence de fond : Le point de prélèvement n'est soumis à aucun des deux types d'influence décrits ci-après. L'implantation est telle que les niveaux de pollution sont représentatifs de l'exposition moyenne de la population (ou de la végétation et des écosystèmes) en général au sein de la zone surveillée. Généralement, la station est représentative d'une vaste zone d'au moins plusieurs km².

ANNEXE 1 – SOURCES DE POLLUTION, EFFETS SUR LA SANTE, REGLEMENTATION ET RECOMMANDATIONS OMS

Sources de pollution

Les polluants atmosphériques ont diverses origines.

Polluants	Sources principales
O ₃ Ozone	L’ozone (O ₃) n’est pas directement rejeté par une source de pollution. C’est un polluant secondaire formé à partir des NO _x et des COV.
Particules en suspension (PM)	Les particules proviennent en majorité de la combustion à des fins énergétiques de différents matériaux (bois, charbon, pétrole), du transport routier (imbrûlés à l’échappement, usure des pièces mécaniques par frottement, des pneumatiques...), d’activités industrielles très diverses (sidérurgie, incinération, chaufferie) et du brûlage de la biomasse (incendie, déchets verts).
NO _x Oxydes d’azote	Les sources principales sont les véhicules et les installations de combustion.
SO ₂ Dioxyde de soufre	Le dioxyde de soufre (SO ₂) est un polluant essentiellement industriel. Les sources principales sont les centrales thermiques, les grosses installations de combustion industrielles, le trafic maritime, l’automobile et les unités de chauffage individuel et collectif.
COV dont le benzène Composés organiques volatils	Les COV proviennent de sources mobiles (transports), de procédés industriels (industries chimiques, raffinage de pétrole, stockage et distribution de carburants et combustibles liquides, stockages de solvants). Certains COV, comme les aldéhydes, sont émis par l’utilisation de produits d’usage courant : panneaux de bois en aggloméré, certaines mousses pour l’isolation, certains vernis, les colles, les peintures, les moquettes, les rideaux, les désinfectants... D’autres COV sont également émis naturellement par les plantes.
HAP Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques	Les HAP se forment par évaporation mais sont principalement rejetés lors de la combustion de matière organique. La combustion domestique du bois et du charbon s’effectue souvent dans des conditions mal maîtrisées (en foyer ouvert notamment), qui entraînent la formation de HAP.
CO Monoxyde de carbone	Combustion incomplète (mauvais fonctionnement de tous les appareils de combustion, mauvaise installation, absence de ventilation), et ce quel que soit le combustible utilisé (bois, butane, charbon, essence, fuel, gaz naturel, pétrole, propane).

Effets sur la santé

Les polluants atmosphériques ont un impact sur la santé variable en fonction de leur concentration dans l'air, de la dose inhalée et de la sensibilité des individus. Ils peuvent aussi avoir des incidences sur l'environnement.

Polluants	Effets sur la santé	Effets sur l'environnement
O ₃ Ozone	Irritation des yeux Diminution de la fonction respiratoire	Agression des végétaux Dégradation de certains matériaux Altération de la photosynthèse et de la respiration des végétaux
Particules en suspension	Irritation des voies respiratoires Dans certains cas, altération des fonctions pulmonaires	Effets de salissures sur les bâtiments Altération de la photosynthèse
NO _x Oxydes d'azote		Pluies acides Précurseur de la formation d'ozone Effet de serre Déséquilibre les sols sur le plan nutritif
SO ₂ Dioxyde de soufre		Pluies acides Dégradation de certains matériaux Dégradation des sols
COV dont le benzène Composés organiques volatils	Toxicité et risques d'effets cancérigènes ou mutagènes, en fonction du composé concerné	Formation de l'ozone
HAP Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques		Peu dégradables Déplacement sur de longues distances
Métaux lourds	Toxicité par bioaccumulation Effets cancérigènes	Contamination des sols et des eaux
CO Monoxyde de carbone	Prend la place de l'oxygène Provoque des maux de tête Létal à concentration élevée	Formation de l'ozone Effet de serre

Réglementation

En matière de surveillance de la qualité de l'air, la réglementation se base essentiellement sur :

La directive 2008/50/CE concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe,

La directive 2004/107/CE concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant,

L'article R221-1 du Code de l'Environnement.

Les valeurs réglementaires sont exprimées en $\mu\text{g}/\text{m}^3$. L'expression du volume doit être ramenée aux conditions de température et de pression suivantes : 293 K et 1013 hPa. La période annuelle de référence est l'année civile. Un seuil est considéré dépassé lorsque la concentration observée, arrondie au même niveau de précision que le seuil, est strictement supérieure à la valeur du seuil.

Polluants	Type de réglementation	Valeurs réglementaires	Durée d'exposition
PM10 Particules	Seuil d'information- recommandations	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Jour
	Seuil d'alerte	80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Jour
	Valeurs limites	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Jour (maximum 35 j / an)
		40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Année
	Objectif de qualité	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Année
PM2.5 Particules	Valeur limite	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Année
	Valeur cible	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Année
	Objectif de qualité	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Année
NO ₂ Dioxyde d'azote	Seuil d'information- recommandations	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Heure
	Seuil d'alerte	400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Heure
	Valeurs limites	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Heure (maximum 18h / an)
		40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Année
O ₃ Ozone	Seuil d'information- recommandations	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Heure
	Seuil d'alerte	240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Heure
	Valeur cible	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures (maximum 25 j / an)
	Objectif de qualité	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	8 heures
SO ₂ Dioxyde de soufre	Seuil d'information- recommandations	300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Heure
	Seuil d'alerte	500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Heure (pendant 3h)
	Valeurs limites	350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Heure (maximum 24h / an)
		125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Jour (maximum 3 j / an)
C ₆ H ₆ Benzène	Objectif de qualité	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Année
	Valeur limite	5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Année
Pb Plomb	Objectif de qualité	2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Année
	Valeur limite	0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Année
CO Monoxyde de carbone	Objectif de qualité	0,25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Année
	Valeur limite	10 mg/m ³	8 heures
BaP Benzo(a)pyrène	Valeur cible	1 ng/m ³	Année
As Arsenic	Valeur cible	6 ng/m ³	Année
Cd Cadmium	Valeur cible	5 ng/m ³	Année
Ni Nickel	Valeur cible	20 ng/m ³	Année

Recommandations de l'Organisation Mondiale pour la Santé (OMS)

Les valeurs recommandées par l'OMS (2021)[10] sont fondées sur des études épidémiologiques et toxicologiques publiées en Europe et en Amérique du Nord. Elles ont pour principal objectif d'être des références pour l'élaboration des réglementations internationales.

Il s'agit de niveaux d'exposition (concentration d'un polluant dans l'air ambiant pendant une durée déterminée) auxquels ou en dessous desquels il n'y a pas d'effet sur la santé. Ceci ne signifie pas qu'il y ait un effet dès que les niveaux sont dépassés mais que la probabilité qu'un effet apparaisse est augmentée.

Polluants	Effets considérés sur la santé	Valeur recommandée par l'OMS ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Durée d'exposition moyenne Pour les 24 heures ¹
O ₃ Ozone	Impact sur la fonction respiratoire Pic Saisonnier ²	100 60	8 heures
PM10 Particules	Affection des systèmes respiratoire et cardiovasculaire	45 15	24 heures 1 an
PM2.5 Particules		15 5	24 heures 1 an
NO ₂ Dioxyde d'azote	Faible altération de la fonction pulmonaire (asthmatiques)	200 25 10	1 heure 24 heures 1 an
SO ₂ Dioxyde de soufre	Altération de la fonction pulmonaire (asthmatiques) Exacerbation des voies respiratoires (individus sensibles)	500 40	10 min 24 heures
CO Monoxyde de carbone	Niveau critique de CO Hb < 2,5 % Hb : hémoglobine	100 35 10 4	15 min 1 heure 8 heures 24 heures

¹ 99^{ème} percentile (c.-à-d. 3 à 4 jours d'excédent par an)

² Moyenne de la concentration moyenne journalière maximale d'O₃ sur 8 heures au cours des six mois consécutifs où la concentration moyenne d'O₃ a été la plus élevée.

ANNEXE 2 – METHODE DE CONSTRUCTION DES CARTOGRAPHES EN CONCENTRATION MOYENNE ANNUELLE

Dioxyde d'azote :

La méthode de correction retenue pour la carte de concentration en dioxyde d'azote est basée sur le modèle décrit ci-dessous. Il s'appuie sur la densité du bâti dans un rayon de 1000m et intègre une décroissance de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tous les 100 m avec un fond bloqué à $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

	Estimate	Std.error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	10.65939	0.53819	19.81	<2e-16
NO ₂ carte brute	1.21805	0.04703	25.9	<2e-16
ratiobat1000	46.68584	2.69601	17.32	<2e-16

Tableau 14 : Equation de correction des cartes de NO₂ ADMS brute en tout point

La méthode employée pour faire correspondre la cartographie à l'ensemble des données de mesures disponible est un krigeage des résidus : écarts entre les mesures et les valeurs ADMS corrigés par la régression. Le variogramme est calculé à partir de toutes les mesures des Bouches-du-Rhône.

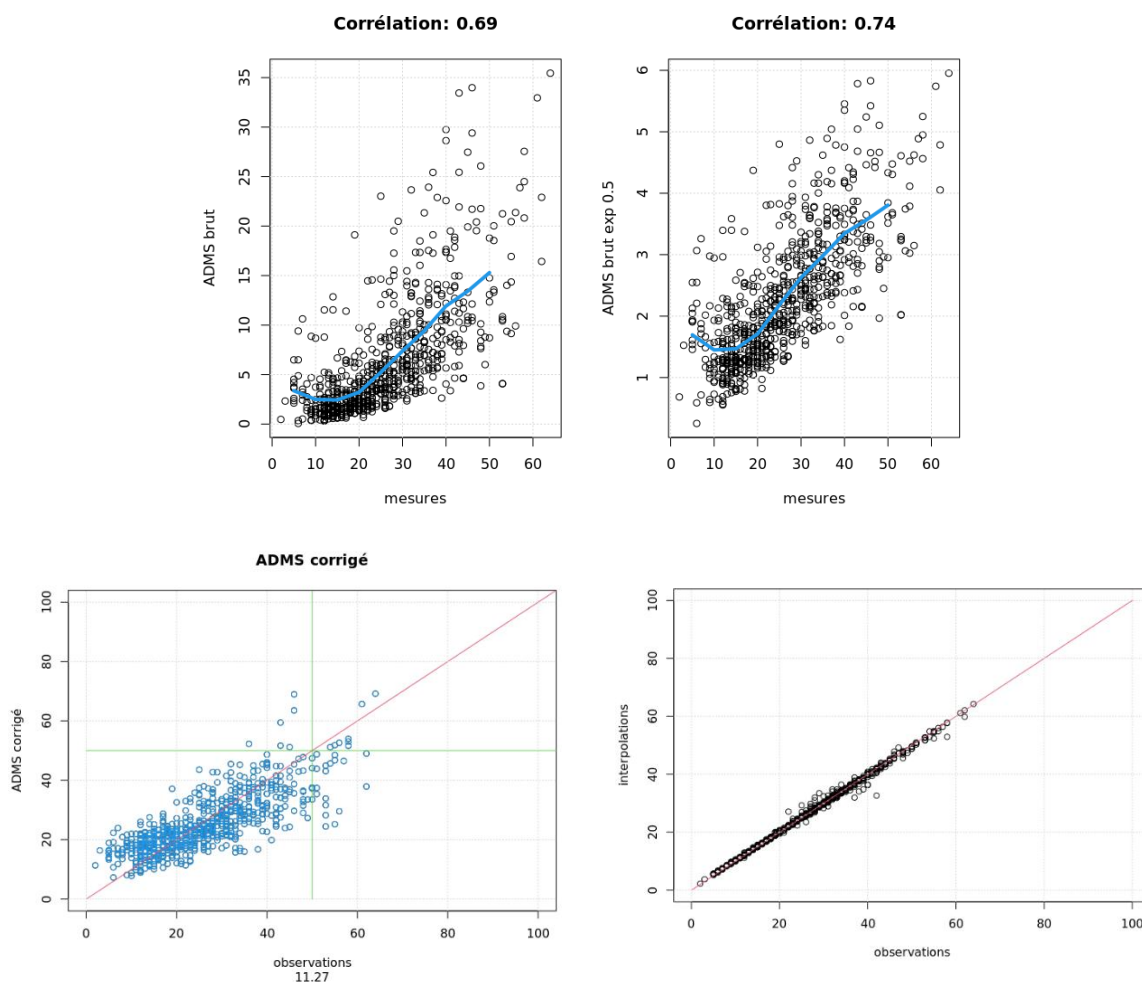


Figure 15 : Graphiques comparant les observations en NO₂ avec le modèle brut, ADMS corrigé et la cartes finales

Particules PM10 :

La méthode de correction retenue pour la carte de concentration en PM10 est basée sur le modèle décrit ci-dessous. Il s'appuie sur la densité du bâti dans un rayon de 1000m et intègre une décroissance de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tous les 100 m.

	Estimate	Std.error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	16.7741	1.1595	14.467	7.64E-16
PM10 carte brute	2.6717	0.6457	4.138	0.000227
ratiobat1000	6.5871	5.7783	1.14	0.262508

Tableau 15 : Equation de correction des cartes de PM10 ADMS brute en tout point

La méthode employée pour faire correspondre la cartographie à l'ensemble des données de mesures disponible est un krigeage des résidus : écarts entre les mesures et les valeurs ADMS corrigés par la régression. Le variogramme est calculé à partir de toutes les mesures des Bouches-du-Rhône.

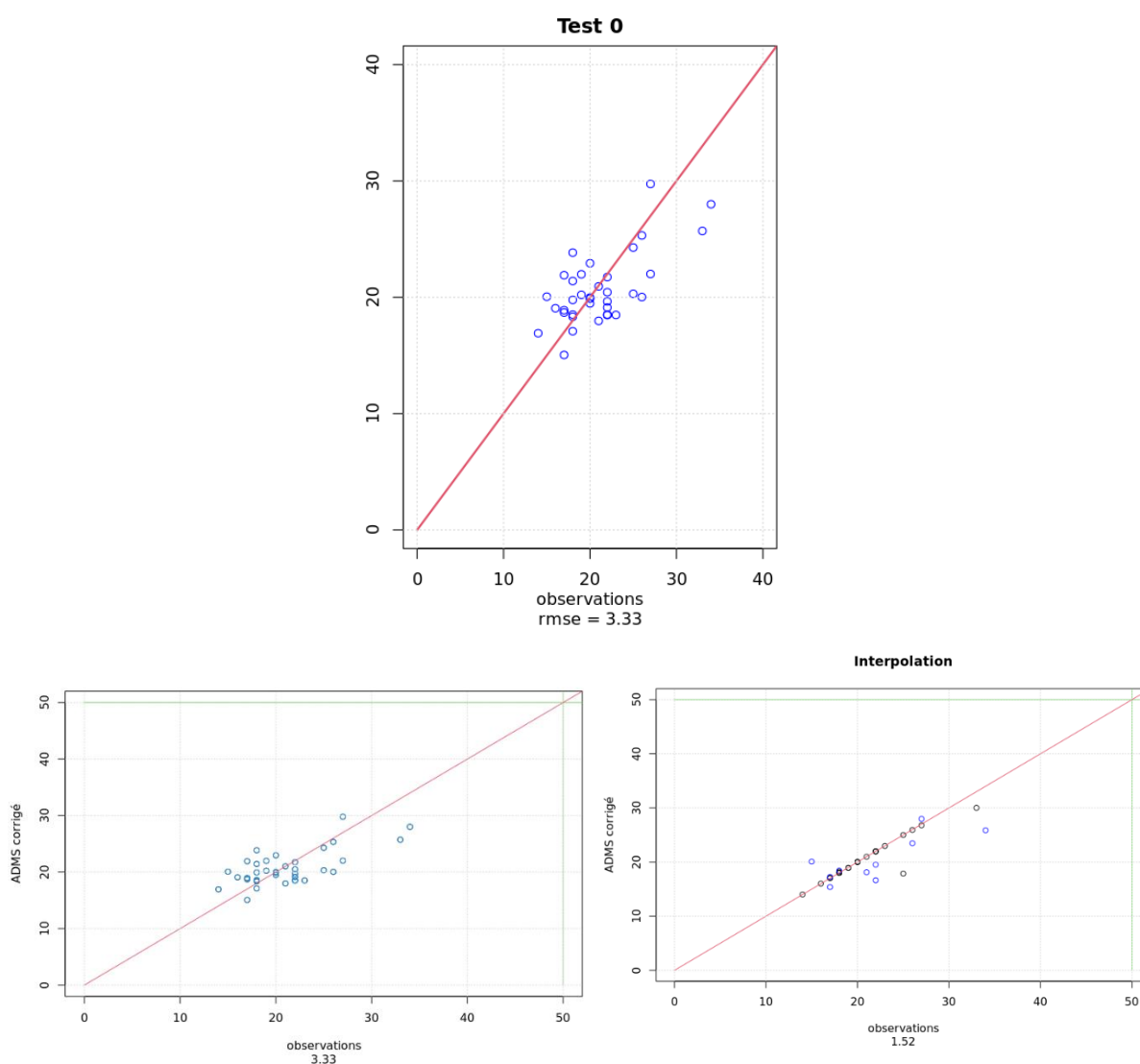


Figure 16 : Graphiques comparant les observations en PM10 avec le modèle brut, ADMS corrigé et la cartes finales

Particules PM2.5 :

La méthode de correction retenue pour la carte de concentration en PM2.5 est basée sur le modèle décrit ci-dessous. Il s'appuie sur la densité du bâti dans un rayon de 1000m et intègre une décroissance de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tous les 100 m.

	Estimate	Std.error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	9.4717728	0.4393941	21.556	2.00E-16
PM2.5 carte brute	0.8805188	0.2948172	2.987	0.00512
ratiobat1000	-0.002224	0.0008958	-2.483	0.01797

Tableau 16 : Equation de correction des cartes de PM2.5 ADMS brute en tout point

La méthode employée pour faire correspondre la cartographie à l'ensemble des données de mesures disponible est un krigage des résidus : écarts entre les mesures et les valeurs ADMS corrigés par la régression. Le variogramme est calculé à partir de toutes les mesures des Bouches-du-Rhône.

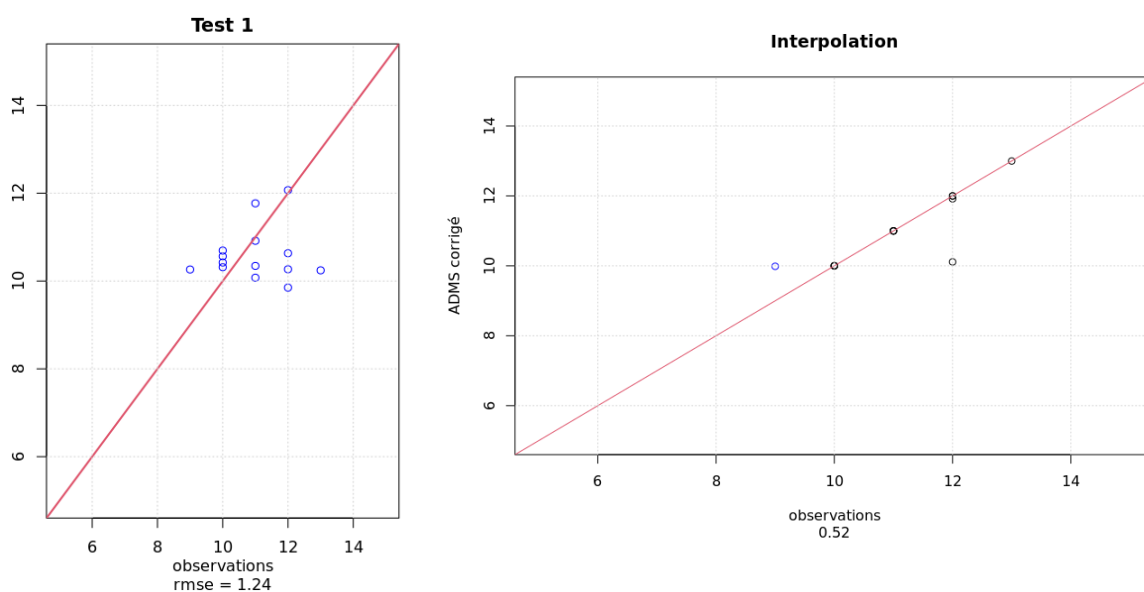


Figure 17 : Graphiques comparant les observations en PM2.5 avec le modèle brut et la cartes finales



AtmoSud, votre expert de l'air en région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur

Un large champ d'intervention : air/climat/énergie/santé

La loi sur l'air reconnaît le droit à chaque citoyen de respirer un air qui ne nuise pas à sa santé. Dans ce cadre, AtmoSud évalue l'exposition des populations à la pollution atmosphérique et identifie les zones où il faut agir. Pour s'adapter aux nouveaux enjeux et à la demande des acteurs, son champ d'intervention s'étend à l'ensemble des thématiques de l'atmosphère : polluants, gaz à effet de serre, nuisances, pesticides, pollens... Par ses moyens techniques et d'expertise, AtmoSud est au service des décideurs et des citoyens.

Des missions d'intérêt général

La loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie du 30/12/1996 confie la surveillance de la qualité de l'air à des associations agréées :

- Connaître l'exposition de la population aux polluants atmosphériques et contribuer aux connaissances sur le changement climatique
- Sensibiliser la population à la qualité de l'air et aux comportements qui permettent de la préserver
- Accompagner les acteurs des territoires pour améliorer la qualité de l'air dans une approche intégrée air/climat/énergie/santé
- Prévoir la qualité de l'air au quotidien et sur le long terme
- Prévenir la population des épisodes de pollution
- Contribuer à l'amélioration des connaissances*

Recevez nos bulletins

Abonnez-vous à l'actualité de la qualité de l'air : <https://www.atmosud.org/abonnements>

Conditions de diffusion

AtmoSud met à disposition les informations issues de ses différentes études et garantit la transparence de l'information sur le résultat de ces travaux. A ce titre, les rapports d'études sont librement accessibles sur notre site Internet.

Les données contenues dans ce document restent la propriété intellectuelle d'AtmoSud. Toute utilisation de données ou de documents (texte, tableau, graphe, carte...) doit obligatoirement faire référence à AtmoSud. Ce dernier n'est en aucun cas responsable des interprétations et publications diverses issues de ces travaux et pour lesquels aucun accord préalable n'aurait été donné.



www.atmosud.org

AtmoSud
Inspirer un air meilleur

A propos d'AtmoSud

Siège social

146 rue Paradis « Le Noilly Paradis »
13294 Marseille Cedex
Tel. 04 91 32 38 00
Fax 04 91 32 38 29
Contact.air@atmosud.org

Etablissement de Martigues

06 Route de la Vierge
13500 Martigues
Tel. 04 42 13 01 20
Fax 04 42 13 01 29

Etablissement de Nice

37 bis avenue Henri Matisse
06200 Nice
Tel. 04 93 18 88 00

SIRET : 324 465 632 00044 – APE – NAF : 7120B – TVA intracommunautaire : FR 65 324 465 632