

Quelle qualité de l'air pour les riverains des ports de Nice et Marseille

Campagnes de mesures - 2018

1. Contexte régional.....	2
1.1 Sources de pollution de l'activité maritime et portuaire	3
1.2 Principaux types de polluants émis par l'activité maritime.....	4
1.3 Chiffres clés des émissions de polluants liées à l'activité maritime.....	5
1.4 Le Programme Ports d'AtmoSud	6
2. Qualité de l'air à proximité du port de Marseille - Quartier de Mourepiane – été 2018.....	8
2.1 Activité maritime dans le port de Marseille.....	8
2.2 Description de l'étude.....	9
2.3 Résultats.....	11
3. Qualité de l'air sur le port de Nice – été 2018	16
3.1 Activité maritime dans le port de Nice	16
3.2 Description de l'étude.....	16
3.3 Résultats.....	18
4. Conclusions	23
5. Perspectives	24

1. Contexte régional

La région Sud Provence-Alpes-Côte-D'azur possède plusieurs **villes-ports** qui assurent le transport de passagers (Nice, Toulon, Marseille) ainsi qu'**un des plus importants ports de marchandises méditerranéens** (Fos-sur-Mer). Les émissions des navires en escale et durant les manœuvres ont un impact direct sur la qualité de l'air des villes-ports.

Le trafic maritime connaît une forte croissance avec l'augmentation des échanges commerciaux et de l'activité croisière. Cette évolution interroge l'ensemble des villes portuaires, les médias et la société civile.

Comment mettre en place des actions pour mettre en cohérence attractivité du territoire (économique, touristique) et qualité de vie de chacun ? Afin d'éclairer des solutions, que ce soit à l'échelle d'une zone maritime, d'une ville ou d'un quartier, AtmoSud déploie les outils de surveillance nécessaires pour répondre aux attentes locales. Cette action associe les acteurs locaux et les riverains, notamment à travers leurs représentants associatifs.

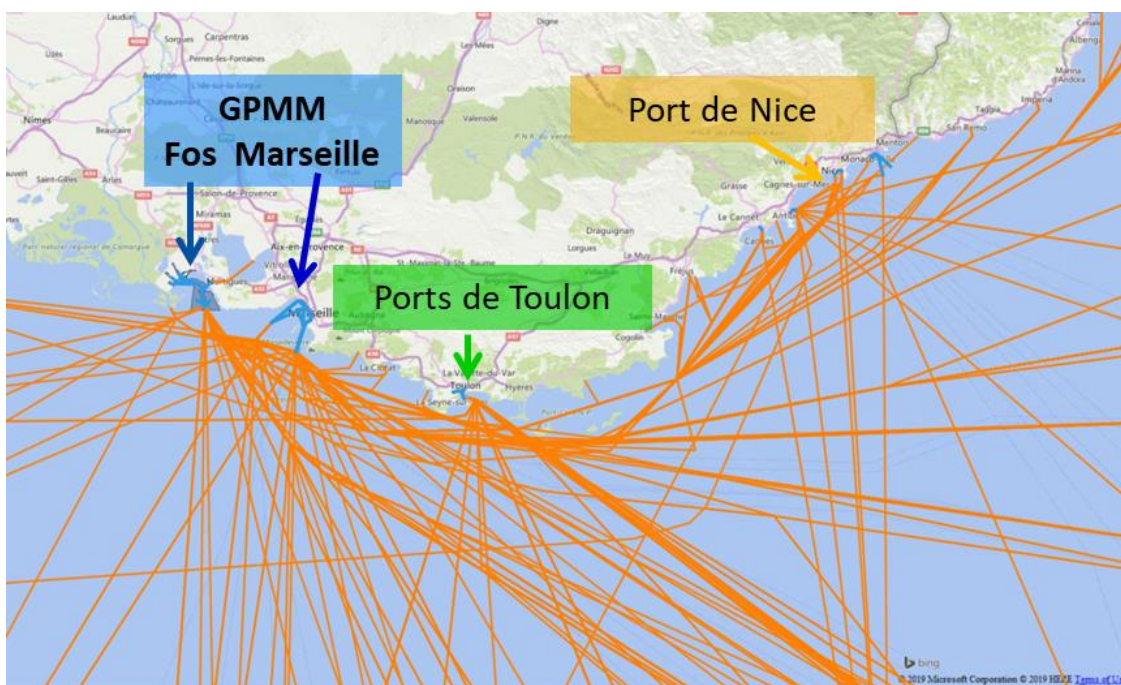


Figure 1 . Situation des 3 grands ports de la région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur et des trajectoires des navires (orange = phase navigation, bleu = phase manœuvre)

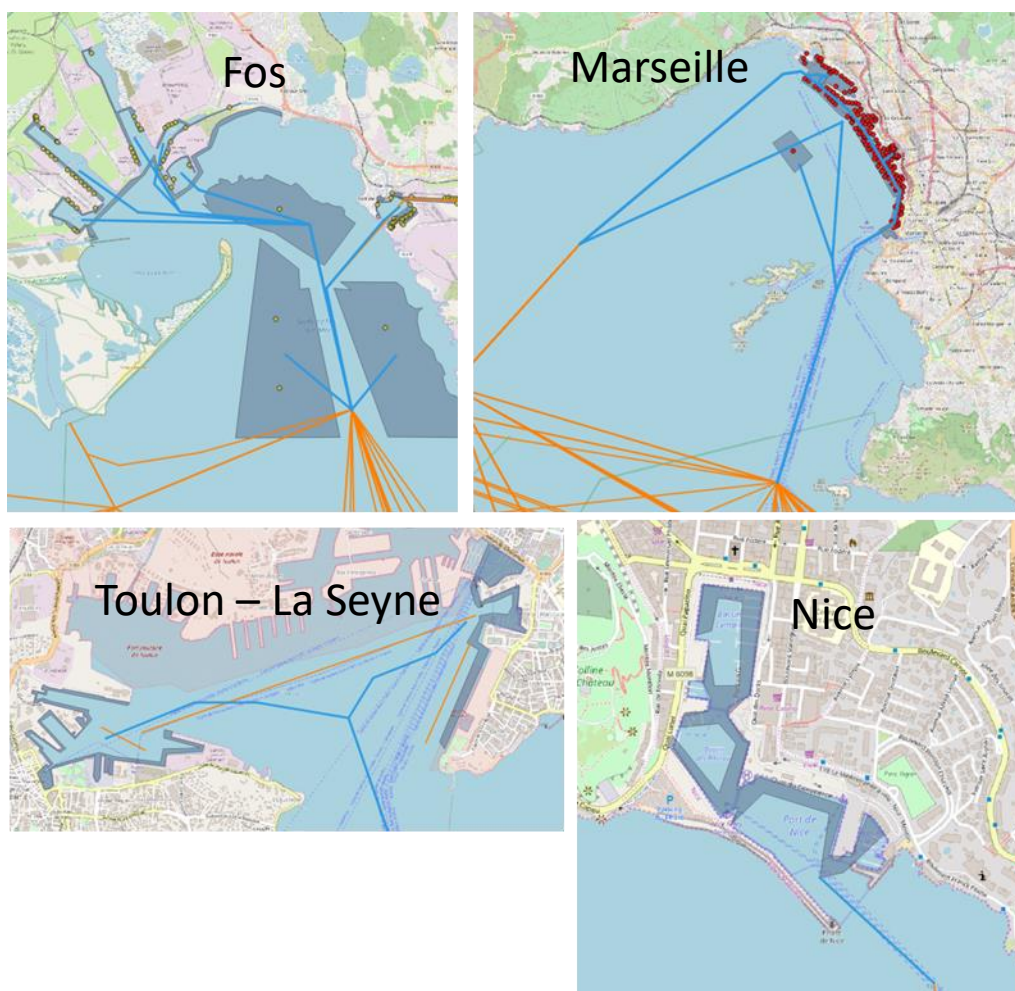


Figure 2. Zoom des 3 grands ports de la région Sud et trajectoires des navires

1.1 Sources de pollution de l'activité maritime et portuaire

Trois sources de pollution sont identifiées :

- Celle liée à l'activité maritime : pollution émise par les navires par la combustion de carburant pour leur propulsion et les équipements à bord. C'est celle qui est la mieux renseignée aujourd'hui.
Les acteurs portuaires fournissent à AtmoSud les informations sur le nombre d'escales des navires dans les ports, les types de navires... Sur la base de ces informations AtmoSud estime les émissions liées à l'activité maritime dans les villes-ports en intégrant les phases à quai et les phases de manœuvre des navires.
- Celle liée à l'activité portuaire : pollution émise par l'activité sur les ports telle que déchargement des marchandises, réparations, entretien. Les émissions de polluants liées à cette activité ne sont pas estimées aujourd'hui. Les activités et polluants associés sont mal connus. Une étude préalable des activités des ports est nécessaire.
- Celle liée aux activités induites : trafic induit des poids lourds pour les marchandises, véhicules pour les passagers. Ce trafic est pris en compte dans le secteur routier des émissions des villes-ports mais il n'y a pas de distinction de la part induite. Une information précise sur ce trafic induit serait nécessaire pour estimer les émissions associées.

1.2 Principaux types de polluants émis par l'activité maritime

Parmi les composés émis par les navires, il y a des gaz (oxydes d'azote (NOx), oxydes de soufre (SOx)...) des composés organiques volatils (COV), hydrocarbures (HCs), des particules fines, du Black Carbon (BC), le carbone organique (OC), les éléments traces tels que nickel (Ni), vanadium (Va)... (Etude bibliographique qualité de l'air et activités maritimes et portuaires, AtmoSud 2017).

Les particules émises sont très fines, principalement avec un diamètre de l'ordre de 0.3 μm . Elles sont associées au processus de combustion. Une particule de 0.1 μm étant 1 million de fois plus légère qu'une particule de 10 μm , l'impact de ces particules très fines est faible sur les concentrations en masse des PM10. En revanche, leur **contribution aux nombres de particules est importante**.

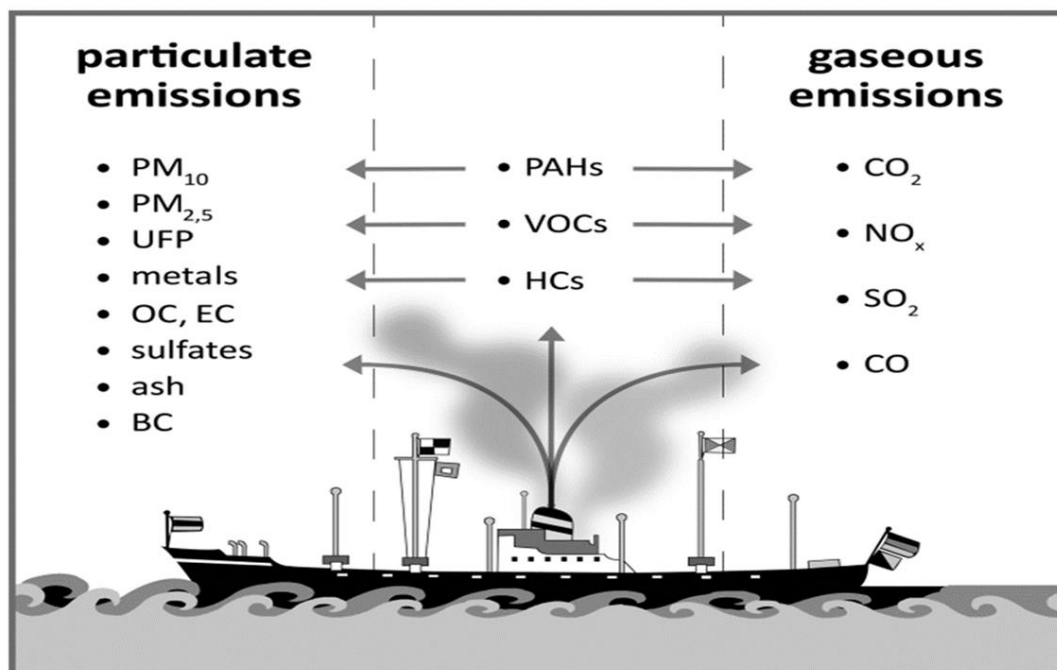


Figure 3. Composés émis par les navires (source : Mueller et al., 2011)

Les navires utilisent comme carburant un fioul lourd, peu raffiné, contenant du soufre. La mesure de ce **soufre** peut être utilisée comme un **traceur de cette activité**, au même titre que pour l'activité industrielle.

Cependant, le soufre ne représente pas un enjeu en termes de qualité de l'air au niveau des villes-ports. La réduction de son utilisation dans les carburants des navires aura un impact plus global au niveau méditerranéen et sur les concentrations de particules sur les littoraux de la région. Le carburant brûlé par les navires produit notamment des sulfates particulaires. D'après l'étude de la composition chimique des PM10 à Marseille, Nice et Port-de-Bouc (AtmoSud, 2017), les sulfates représentent entre 10% et 15% de la masse des particules PM10 sur le littoral (sources industrielles et maritimes).

1.3 Chiffres clés des émissions de polluants liées à l'activité maritime

La part du secteur maritime dans les émissions régionales des principaux polluants réglementés varie de 4% - 5% pour les particules fines (PM10 et PM2,5) et le dioxyde de soufre (SO₂) à 16% pour les oxydes d'azote (NOx).

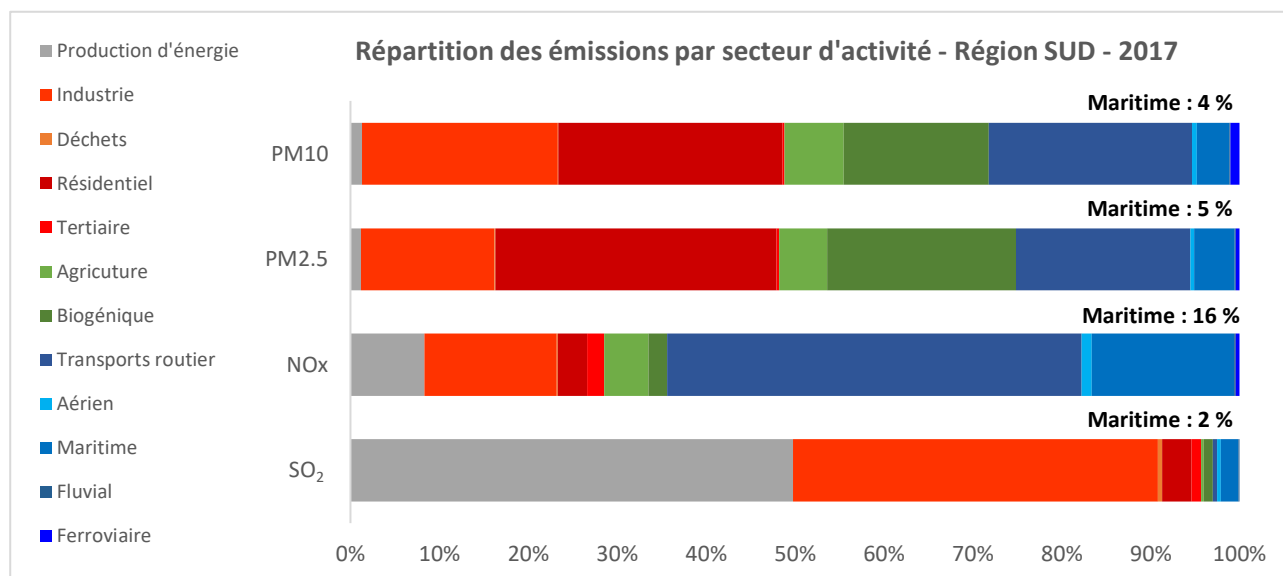


Figure 4. Répartition régionale des émissions de polluants par secteur d'activité (Inventaire 2017 –v6.3)

Le secteur maritime représente jusqu'à **37%** des émissions d'oxydes d'azote (NOx) sur Marseille, près de **40%** sur Toulon et **7%** sur Nice (émissions 2017, v6.3)

Les émissions maritimes du Grand Port Maritime de Marseille (GPMM), représentent plus de 90% des émissions maritimes de la région, principalement associées aux émissions des bassins de Fos-sur-Mer (environ 77%).

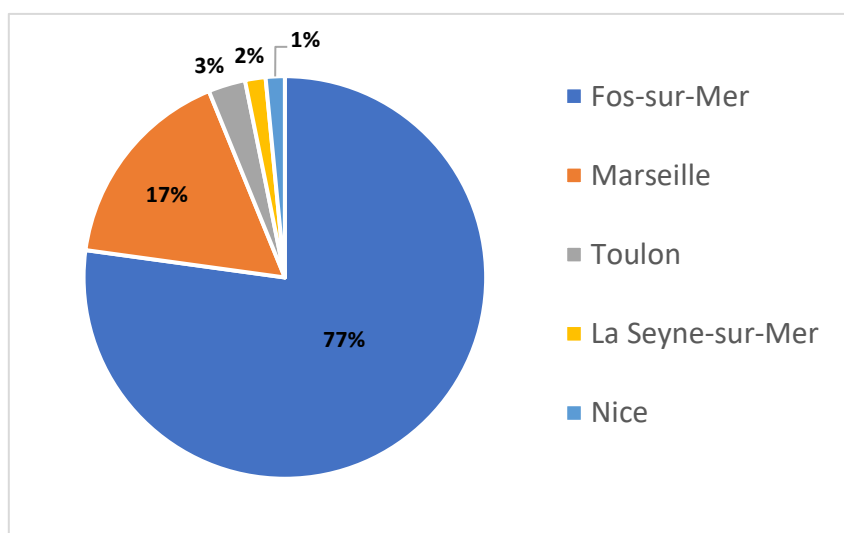
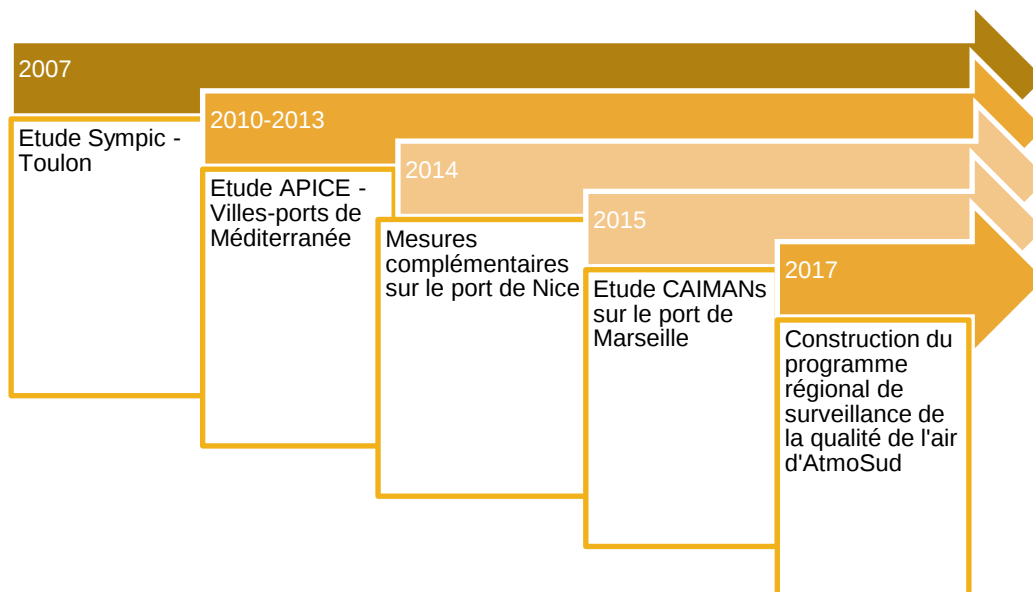


Figure 5. Part des émissions maritimes régionales par port – Emissions 2017, v6.3

1.4 Le Programme Ports d'AtmoSud

Depuis des années, AtmoSud étudie les effets des activités maritimes dans les villes portuaires.



► 2007 – Etude Sympic

Une étude menée sur le port de Toulon (Etude Sympic, AtmoSud, 2007) a montré que les **niveaux moyens de pollution atmosphérique sont en général plus faibles sur la zone portuaire que sur la zone urbaine de Toulon**. Cependant, localement **sous les panaches, la contribution des navires est de l'ordre de 10 % à 40 % de la pollution par le dioxyde d'azote (NO₂)**, sans dépasser toutefois les valeurs limites réglementaires.

► 2010-2013 – Etude Apice

Une étude a été menée au niveau méditerranéen pour améliorer l'état des connaissances sur les émissions maritimes dans les villes-ports de Méditerranée (Etude Apice, AtmoSud, 2010-2013). Cette étude a permis d'établir notamment que sur Marseille, **les émissions des navires contribuent à environ 1 % aux concentrations de particules PM_{2,5} et à environ 5 % aux concentrations de particules (PM₁₀) sur la moyenne annuelle**. Cette contribution peut localement et temporairement être plus importante (effet de panache).

Elle a permis aussi d'établir que **la phase à quai est la plus pénalisante pour la qualité de l'air dans les villes-ports** (plus de 80% des émissions par rapport à la manœuvre) en raison de la durée des escales plus longue que la phase manœuvre.

► 2014 – Mesures complémentaires sur le port de Nice

Une campagne de mesure sur le port de Nice a été réalisée en 2014 pour apporter des informations sur les concentrations de polluants autour du port et sur le port. Elle a mis en évidence que les niveaux moyens sur le port et leurs variations temporelles suivaient ceux du centre urbain de Nice.

► 2015 – Etude CAIMANS

Enfin, CAIMANS, une poursuite du projet Apice, a été menée en 2015 et s'est concentrée sur les navires de transport des passagers. Elle a permis d'établir que sur Marseille :

- Les navires transportant des passagers (croisière et ferries) contribuent à 15 µg/m³ de la moyenne annuelle en NO₂ sur le port. En dehors du port, cette contribution est inférieure à 10 µg/m³.
- Les navires transportant des passagers (croisière et ferries) contribuent à moins de 5 µg/m³ de la moyenne annuelle en SO₂ sur le port. En dehors du port, cette contribution est inférieure à 2 µg/m³ en moyenne annuelle.

► 2017 – Construction du nouveau programme régional de surveillance de la qualité de l'air d'AtmoSud

En 2017, AtmoSud construit son nouveau programme régional de surveillance de la qualité de l'air (PRSQA) en intégrant la question de la qualité de l'air autour des ports. Dans ce cadre, AtmoSud déploie les outils de surveillance nécessaires pour répondre à différents objectifs sur les différents ports de la région dont Marseille, Nice et Toulon. Cette action associe les acteurs locaux et les riverains, notamment à travers leurs représentants associatifs.

L'objectif principal du programme Ports est de poser un diagnostic précis pour les populations les plus concernées par les retombées des activités maritimes et portuaires et d'apporter les éléments d'aide à la décision auprès des acteurs pour renforcer les actions (état des lieux – leviers d'action). Il s'agit notamment de répondre aux questions suivantes :

- Quelle est le niveau d'exposition de la population riveraine, la plus concernée ?
- Quelle est la contribution des navires par rapport aux autres sources ?
- Quel est l'impact de l'activité du port (activités, travaux, nettoyages...) ?
- Quel est l'impact du trafic induit sur la qualité de l'air (véhicules particuliers, poids lourds, trains) ?

Les modalités d'échanges de la donnée, de l'information sont au cœur de la démarche. AtmoSud a pour objectif de construire une plateforme d'échanges entre et avec les acteurs pour faciliter la communication autour des data, autour des actions des ports et accompagner l'action.

Un travail est mené avec les acteurs portuaires pour améliorer les connaissances en termes d'émissions liées à l'activité maritime. Les ports de Marseille, Toulon et plus récemment de Nice fournissent les données indispensables pour évaluer au mieux les émissions liées à l'activité maritime.

Ces discussions ont entraîné une évolution dans la méthodologie du calcul des émissions des navires dans les villes-ports : en 2018, la phase manœuvre a été ajoutée à la phase à quai dans les émissions maritimes des villes-ports. Cette phase joue aussi un rôle dans les émissions au niveau des villes-ports, même si celui-ci reste mineur face à la phase à quai.

Des travaux de modélisation ont aussi permis de simuler les zones d'impact des activités maritimes sur Marseille et Toulon afin de déterminer au mieux les zones d'investigation.

Enfin, des mesures de qualité de l'air ont été mises en place à Marseille dans le quartier de Mourepiane et sur le port de Nice en 2018 pour répondre aux deux premiers objectifs : déterminer le niveau d'exposition de la population riveraine et tenter d'exprimer la contribution des navires au regard des autres sources.

La région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur soutient le programme de surveillance de la qualité de l'air autour des ports mis en place par AtmoSud depuis 2018.

AtmoSud accompagne cette démarche pour apporter les éléments de diagnostic et le suivi de l'impact de ces actions sur la qualité de l'air au fil du temps.

2. Qualité de l'air à proximité du port de Marseille - Quartier de Mourepiane – été 2018

2.1 Activité maritime dans le port de Marseille

Le Grand Port Maritime de Marseille est le premier port de France et le premier port de croisières français.

Avec ses 8332 escales par an, il génère : 20 millions de tonnes de marchandises diverses, 15 millions de tonnes de vrac solide, 45.5 millions de tonnes de vrac liquide, et 3 millions de passagers.

Le GPMM est constitué de deux bassins : l'un à l'Est sur la ville de Marseille et l'autre à l'Ouest sur la ville de Fos. Le bassin Est est majoritairement consacré au trafic de rouliers, porte-conteneurs, ferries et navires de croisières, et le bassin Ouest au trafic de tankers et porte-conteneurs.

En termes d'émissions de polluants, en 2018, l'activité des tankers est la plus pénalisante sur le bassin Ouest du Grand Port Maritime de Marseille (GPMM). L'activité des navires de croisière est l'activité la plus pénalisante sur le bassin Est du port de Marseille, devant l'activité des rouliers puis des ferries.

Sur la base des informations fournies par le GPMM sur l'activité maritime du bassin Est, les émissions d'oxydes d'azote des navires à quai les plus importantes se situent dans la zone du bassin Mirabeau (25 % d'émissions), avec principalement des rouliers et du môle croisière (18 % d'émissions).

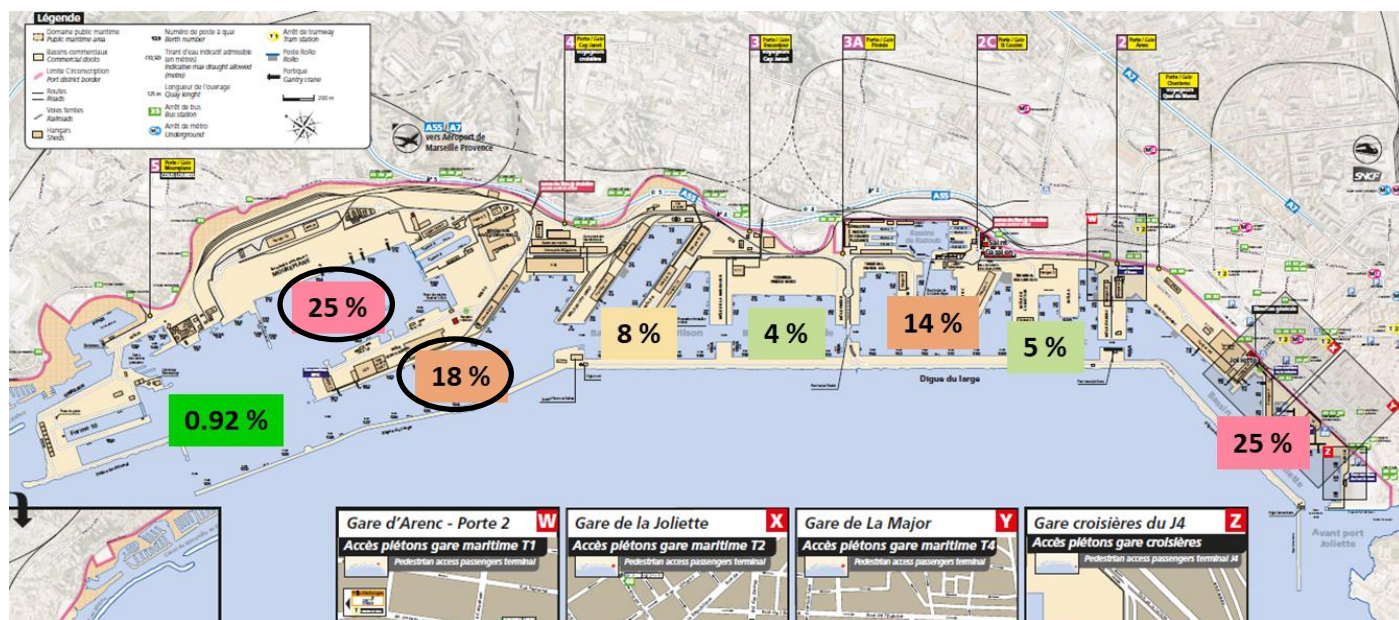


Figure 6 . Pourcentage des émissions d'oxydes d'azote (NOx) des navires à quai par bassin sur le bassin Est du GPMM

2.2 Description de l'étude

Une campagne de mesures a été menée pour évaluer la qualité de l'air autour du port du côté du bassin Mirabeau et du môle croisière.

► Période de mesure

Du 1^{er} septembre 2018 au 31 janvier 2019

► Lieu

A proximité des bassins Est du GPMM, dans le quartier de Mourepiane.

► Objectif

Poser un diagnostic précis sur l'exposition des résidents de ce quartier à la pollution maritime et portuaire. Les questions posées par les riverains portaient sur les émissions liées aux activités de réparation sur la forme 10 et au trafic maritime des navires de croisière.

► Carte de situation :



Figure 7 : Localisation de la station de mesures à Marseille entre septembre 2018 et janvier 2019

Une cabine de mesure AtmoSud a été déployée dans la cour d'un centre aéré, situé au 18 boulevard Poussardin dans le 16^{ème} arrondissement de Marseille, à une altitude de 47,6 m en hauteur au regard du port.

La station était située environ 1 km au nord-est de la passe Nord, 1 km au nord-est de la forme 10 et environ 1.5 km au nord du môle croisière mais aussi entre l'autoroute A55 (au Nord-Est) et la route départementale D568 (du Sud-Est au Sud-Ouest) qui relie Martigues à Marseille.

Ce site a été choisi en concertation avec les habitants du quartier et les CIQ¹. Sa localisation a aussi été déterminée sur la base des signalements de nuisances et des zones d'impact simulées par modélisation.

► Polluants surveillés

Des mesures de dioxyde de soufre (SO₂), oxydes d'azote (NO_x) et de particules (PM₁₀) ont été réalisées durant ces 5 mois. Une phase plus intensive de mesure a été mise en œuvre pendant 1 mois d'été, période où l'activité maritime est plus importante : des mesures de black carbon ou carbone suie et des particules ultra-fines en nombre (diamètre entre 7 nm et 5 µm) ont été réalisées.

Un mât météorologique pour mesurer localement la direction et la vitesse du vent a été installé sur la station.

Les résultats présentés dans cette synthèse portent sur les mesures intensives faites durant la période estivale du 7 août au 16 septembre 2018 pour prendre en compte les polluants complémentaires analysés (particules ultra fines et carbone suie).

► Météorologie pendant la campagne de mesure

Durant la campagne de mesure intensive, du 7 août au 16 septembre 2018, une double distribution est visible entre des vents de secteurs Nord-Nord-Ouest, Nord et Nord-Est et de secteur Sud-Ouest. Venant du Nord, les brises de terre sont d'intensités faibles à modéré et venant du Nord-Est, les brises sont faibles. Les brises de mer venant du Sud-Ouest sont d'intensités faibles à fortes.

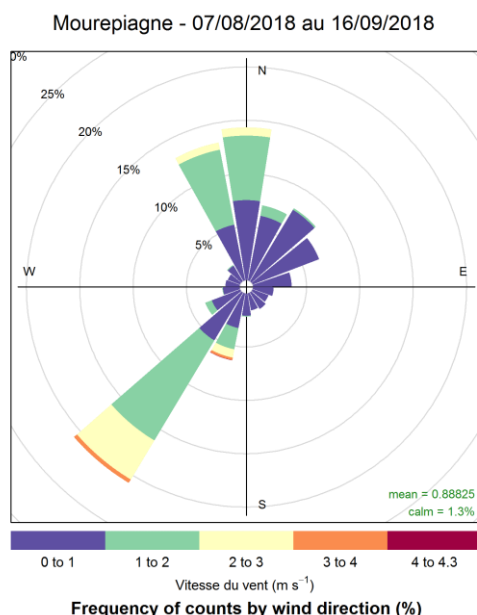


Figure 8 : Roses des vents Marseille Mourepiane – 07/08 au 16/09/2018

¹ Comité d'Intérêt de Quartier

La période est marquée par des températures chaudes et un temps globalement sec. Deux évènements pluvieux sont toutefois à noter avec des fortes précipitations les 9 et 13 août 2018 (46 mm et 65 mm de pluie). Lors de ces épisodes, les conditions sont favorables à un lessivage de l'atmosphère.

2.3 Résultats

► Bilan en chiffres de la campagne de mesures

Le Tableau 1 résume les données statistiques pour la période de mesure entre le 07/08 au 17/09/2018 sur le site de Marseille/Mourepiane pour les polluants investigués. Il présente aussi l'aspect réglementaire des valeurs relevées durant la campagne de mesure.

Sur l'ensemble de la période mesure, les résultats ne montrent aucun dépassement des seuils réglementaires horaires ou journaliers pour l'ensemble de polluants pour lesquels des seuils sont définis.

Tableau 1 : données statistiques sur la période de mesures (07/08 au 17/09/2018) sur le site de Marseille/Mourepiane pour les différents polluants investigués

SO ₂	Moyenne [µg/m ³]	Max horaire	Max jour	Nombre de dépassements horaires de 350 µg/m ³	Nombre de dépassements journaliers de 125 µg/m ³
	2	21	5	0	0
NO ₂	Moyenne [µg/m ³]	Max. horaire	Max jour	Nombre de dépassements horaires de 200 µg/m ³	
	19	87	32	0	
PM ₁₀	Moyenne [µg/m ³]	Max. horaire	Max jour	Nombre de dépassements journaliers de 50µg/m ³	
	20	101	29	0	
BC	Moyenne [µg/m ³]	Max. horaire	Max jour		
	1	14	2.3		
Nombre de Particules	Moyenne [nb/cm ³]	Max. horaire	Max jour		
	15 694	69 913	27 991		

► Le dioxyde de soufre traceur de l'activité maritime mais pas un enjeu au niveau local

Comme précisé en introduction, la mesure du **soufre** peut être utilisée comme un **traceur de l'activité maritime**.

Cependant, le soufre ne représente pas un enjeu en termes de qualité de l'air au niveau des villes-ports, on le voit au niveau des mesures enregistrées sur le site de Marseille/Mourepiane.

La moyenne pendant la campagne de mesure est de 2 µg/m³. Le maximum horaire a été enregistré à 21 µg/m³ (la valeur limite horaire est de 350 µg/m³, à ne pas dépasser plus de 24 heures par an). La valeur journalière maximale est de 5 µg/m³, elle est inférieure à la valeur limite journalière de 125 µg/m³ – cf. Tableau 1.

Les niveaux maximaux observés sont similaires à ceux enregistrés sur le site urbain de Marseille/Longchamp, mais bien inférieurs à ceux enregistrés sur les sites de typologie industrielle de Fos-sur-Mer (cf. Figure 9).

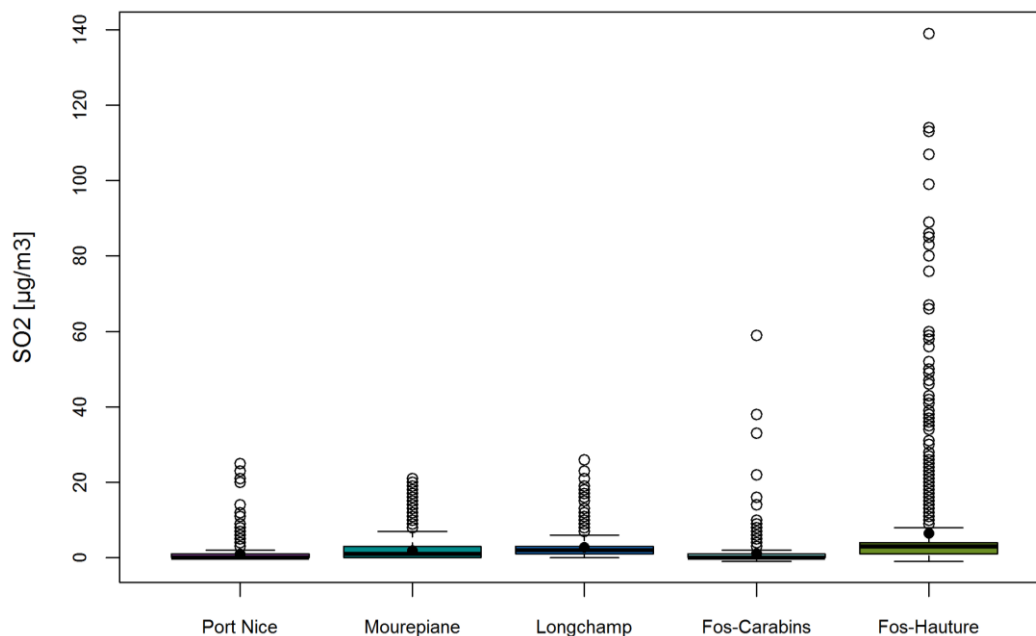


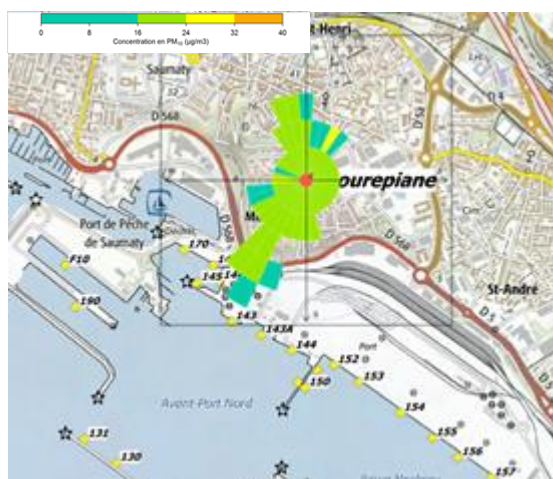
Figure 9 : Diagrammes en boîtes des concentrations horaires en SO₂.

► Des sources multiples à l'origine de la pollution à Mourepiane, dont l'activité maritime et portuaire.

L'analyse directionnelle des différents polluants mesurés a permis d'indiquer que le quartier de Mourepiane est sous l'influence de diverses sources de polluants comme le trafic routier et l'activité urbaine auxquelles s'ajoutent les émissions de l'activité maritime et portuaire.

Les roses de pollution pour les différents polluants investigués montrent des taux plus élevés dans différentes directions de vent (cf. Figure 10 ci-après) :

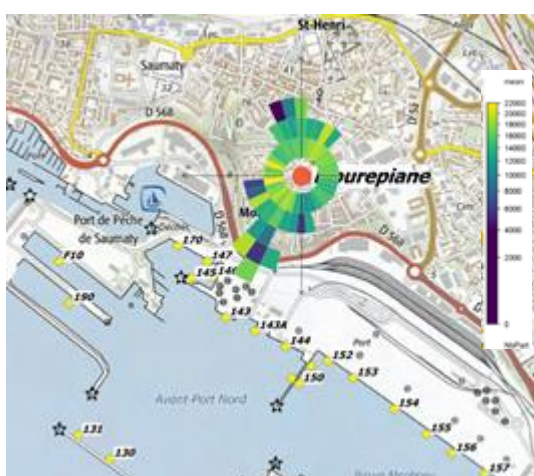
- Selon toutes les directions de vents faibles et par vent modéré de sud-ouest, pointant la départementale 568 et l'entrée du port, pour les particules PM10,
- Par vent de nord-est ou de sud-ouest faible pour le dioxyde d'azote, pointant l'autoroute A55, la départementale 568 et l'entrée de la passe nord du port,
- Selon différentes directions de vent faibles et modérés pour le nombre de particules et le carbone suie,
- Pour le SO₂, il n'est pas possible d'affirmer une direction de vents dominante avec des concentrations moyennes de SO₂ supérieures aux autres.



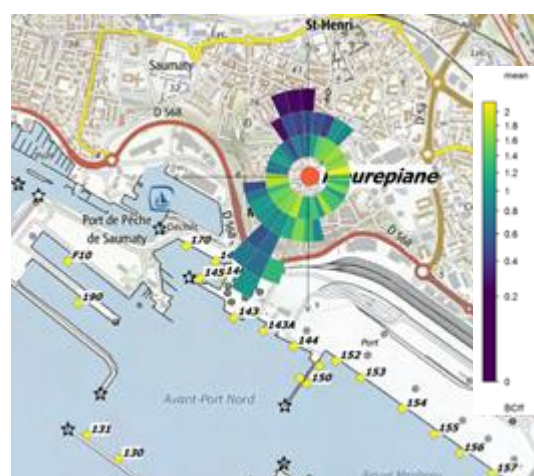
Particules PM10



Dioxyde d'azote NO₂



Nombre de particules submicroniques



Carbone suie issu de la combustion de fuel (BCFF)



Dioxyde de soufre – SO₂

Légende

- ◆ Quais
 - Stations de mesure à Marseille
- Carte CRIGE PACA



**Figure 10 : Roses de pollution pour les différents polluants investigués (données horaires)
Du 7 août au 16 septembre 2018**

► Influence de l'activité portuaire et du trafic maritime de la passe Nord

Si l'on observe les sources venant du port, le trafic maritime dans la passe nord impacte davantage le quartier de Mourepiane que les navires en escale dans le bassin Mirabeau et sur le môle « croisière ».

Cela est plus net sur les roses de pollution des particules et du dioxyde de soufre prises sur la période complète des six mois de mesure (d'août 2019 à janvier 2020) (cf. Figure 11).

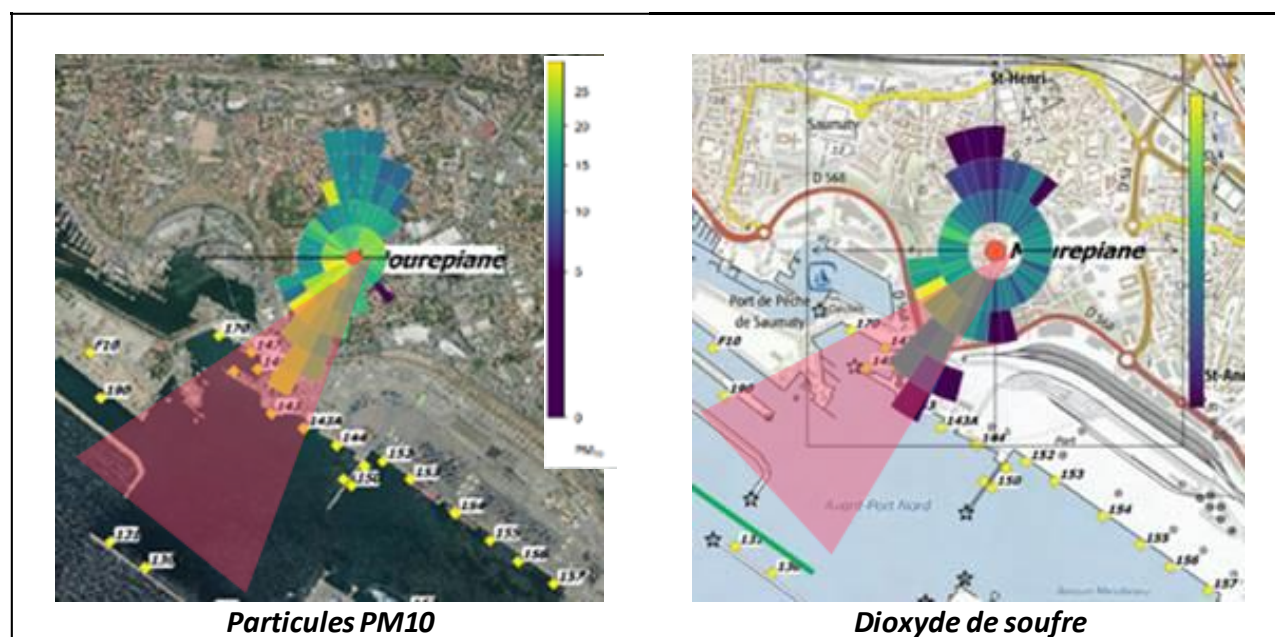


Figure 11: Rose de pollution des particules en masse et du dioxyde de soufre – du 7 août 2018 au 31 janvier 2019 concentrations exprimées en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Des pointes de dioxyde de soufre, traceur de l'activité maritime, sont enregistrées par bouffées sur le site de Marseille/Mourepiane. Associée à ces pointes, une augmentation ponctuelle des niveaux d'autres polluants est aussi constatée. Ces bouffées sont enregistrées par vent faible de sud-ouest. La présence de navires amarrés dans le bassin Mirabeau ou le môle croisière, au sud-est du site de mesure, indique vraisemblablement l'influence de l'activité maritime de ces navires lors de leur entrée ou sortie par la passe nord du port.

L'analyse de la phase manœuvre des navires aurait permis d'affiner les conclusions mais cette information n'a été pas fournie pendant l'étude.

► Un impact de l'activité maritime visible par phénomène de panache

Les niveaux moyens des polluants investigués sur le site de Marseille/Mourepiane pendant la campagne de mesure sont comparables à ceux enregistrés sur la station urbaine de Marseille/Longchamp selon le polluant, voire de Marseille/Saint-Louis (cf. Figure 12 et tableaux statistiques des résultats en début de chapitre 2.3).

Ces diagrammes en « boîtes à moustaches » montrent les niveaux moyens (point noir dans la boîte) et médians (barre dans la boîte), la répartition des valeurs autour de la médiane (dans la boîte et entre les « moustaches ») et les valeurs extrêmes (ronds vides représentant les maxima enregistrés).

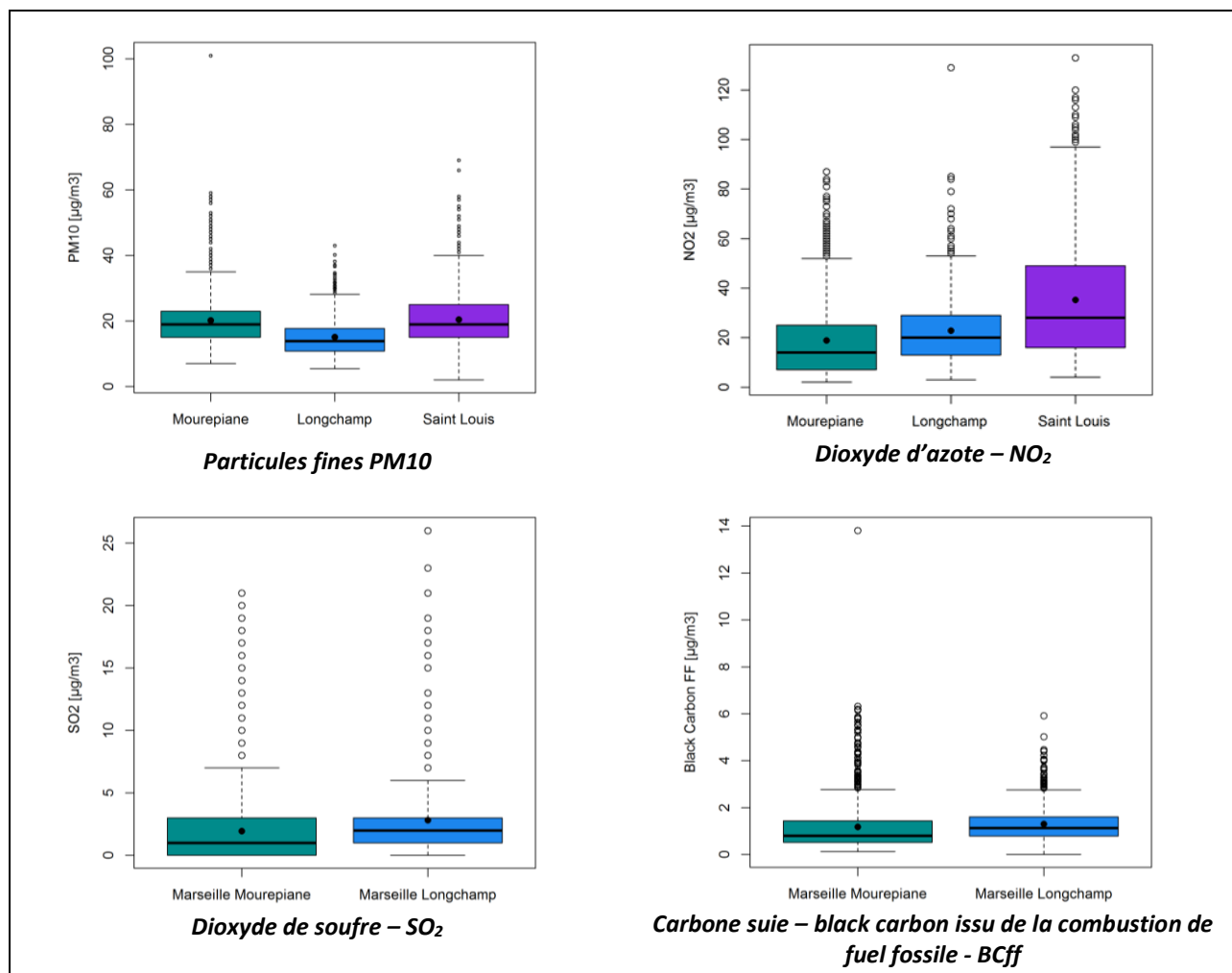


Figure 12 : Diagrammes en boîtes des concentrations horaires des différents polluants investigués sur Marseille pour la période du 7 août au 16 septembre 2018

Pour les particules ultra fines, il n'y a pas de site de comparaison à Marseille.

Il y a donc peu d'impact de l'activité maritime et portuaire sur les niveaux moyens de polluants enregistrés à Marseille/Mourepiane.

En lien avec la présence de navires dans la passe nord du port, des niveaux significatifs de polluants sont observés ponctuellement, sur des périodes quart-horaires ou horaires, par bouffées, sans influencer les valeurs chroniques moyennes.

3. Qualité de l'air sur le port de Nice – été 2018

3.1 Activité maritime dans le port de Nice

Le port de Nice est divisé en deux parties. Port de commerce à l'entrée et port de plaisance au fond. Le bassin du fond sert de lieu d'amarrage pour des pointus et des yachts.

Ce port est équipé de 500 anneaux de plaisance et son activité génère 200 000 tonnes de fret, 800 à 900 000 passagers ferries et 120 000 croisiéristes.

3.2 Description de l'étude

AtmoSud réalise une surveillance permanente sur le Port de Nice depuis juillet 2017 avec la métropole de Nice Côte d'Azur (NCA). Une station de mesure de NCA a été installée à l'angle du quai Riboty et du quai Entrecasteaux en juillet 2017. Elle est encore à cet emplacement jusqu'à fin 2019. Elle a été cédée en 2019 par NCA à AtmoSud. Elle mesure en continu, les concentrations dans l'air ambiant des principaux polluants réglementés : dioxyde de soufre (SO₂), particules fines (PM₁₀), oxydes d'azote (NO_x). Un mat météo permet la mesure de la direction et de la vitesse du vent locales depuis l'été 2019.

► Période de mesure

Juillet 2017 à décembre 2019

► Lieu

Port de Nice à l'angle du quai Riboty et du quai Entrecasteaux.

► Objectif

Poser un diagnostic précis sur l'exposition des résidents à proximité du port de Nice à la pollution maritime.

► Polluants surveillés

Des mesures de dioxyde de soufre (SO₂), oxydes d'azote (NO_x) et de particules (PM₁₀) ont été réalisées de 2017 à 2019. Une phase plus intensive de mesure a été mise en œuvre pendant 1 mois d'été du 2 juin au 23 juillet 2018, période où l'activité maritime est plus importante : des mesures de black carbon ou carbone suie et des particules ultra-fines en nombre (diamètre entre 7 nm et 5 µm) ont été réalisées.

Un mat météo pour mesurer localement la direction et la vitesse du vent a aussi été installé sur la station durant l'été 2019. Les années précédentes, les données météorologiques provenaient du site Météo France de Nice-Aéroport.

Les résultats présentés dans cette synthèse portent sur les mesures intensives faites durant la période estivale 2018 pour prendre en compte les polluants complémentaires analysés pendant cette période (particules ultra fines et carbone suie).

► Carte de situation

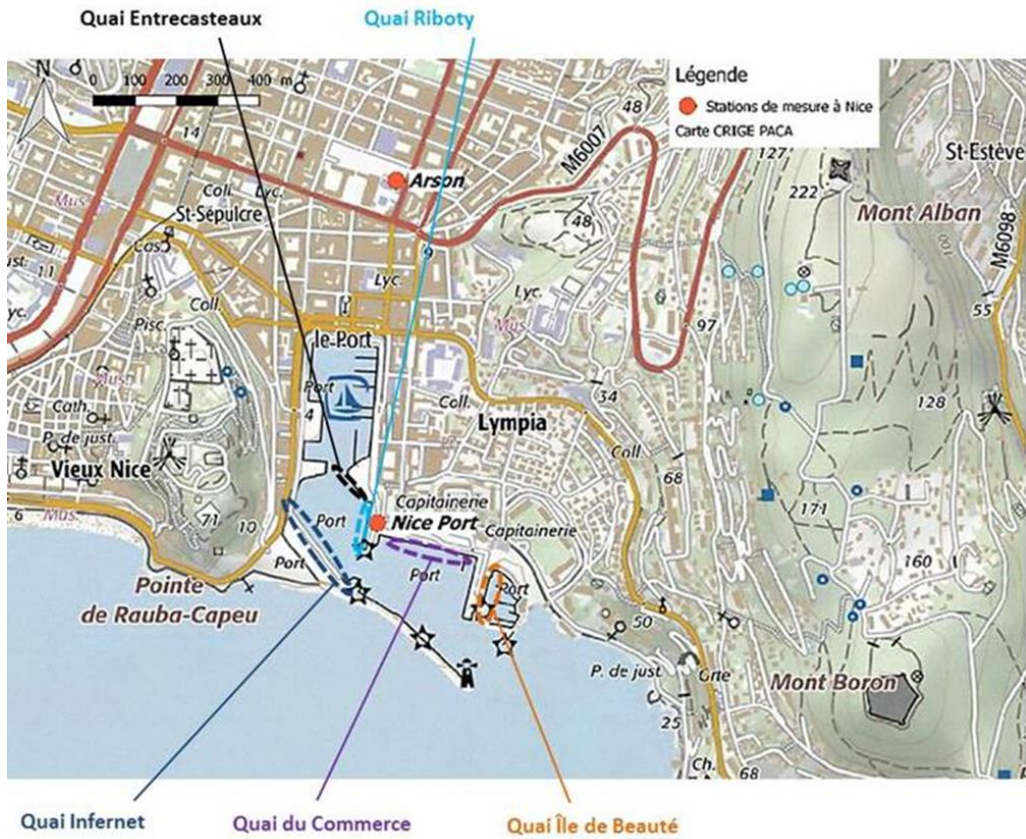


Figure 13 : Localisation de la station de mesures sur le port de Nice, entre 2017 et 2019

La cabine de mesure a été placée sur le port mais proche des habitations. De nombreux bâtiments et immeubles sont à proximité immédiate du port et en hauteur. De fait, Les panaches de fumées des navires peuvent potentiellement venir impacter les façades de ces bâtiments.

► Météorologie

Pendant la période estivale de mesures, la rose des vents est marquée par des vents d'axe Nord (forts) / Sud (modérés), typiques des phénomènes d'alternance de brises de mer et brises de terre.

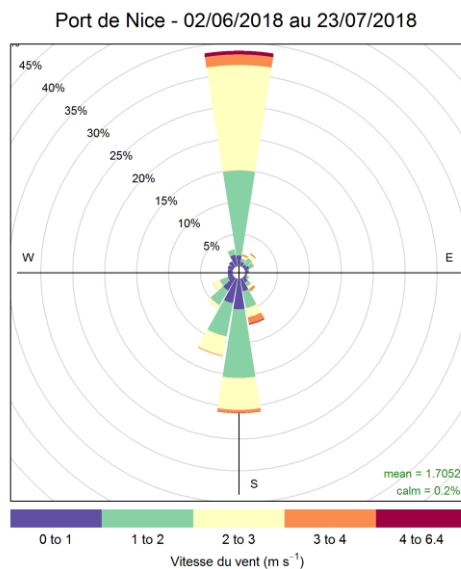


Figure 14 : Roses des vents Marseille Mourepiane – 07/08 au 16/09/2018

Les températures sont chaudes avec des variations jour/nuit de l'ordre de 7 degrés. Les températures chaudes sont favorables à la production et l'accumulation de pollutions photochimiques dont l'ozone est un traceur.

La période a connu quelques épisodes pluvieux dont deux plus marqués (31 mm le 4 juin et 21 mm le 16 juillet 2018). Ces épisodes sont propices au lessivage de l'atmosphère.

3.3 Résultats

► Bilan de la campagne de mesures

Le Tableau 2 résume les données statistiques sur la période de mesures du 02/06 au 23/07/2018 sur le port de Nice pour les polluants investigués. Il présente aussi l'aspect réglementaire des valeurs relevées durant la campagne de mesure.

Tableau 2 : données statistiques sur la période de mesure du 02/06 au 23/07/2018 sur le port de Nice pour les polluants investigués

SO ₂	Moyenne [µg/m ³]	Max jour	Max horaire	Nombre de dépassements horaires de 350 µg/m ³	Nombre de dépassements journaliers de 125 µg/m ³
	1	7	25	0	0
NO ₂	Moyenne [µg/m ³]	Max jour	Max horaire	Nombre de dépassements horaires de 200 µg/m ³	
	36	95	681	8	
PM10	Moyenne [µg/m ³]	Max jour	Max horaire	Nombre de dépassements journaliers de 50µg/m ³	
	23	34	87	0	
BC	Moyenne [µg/m ³]	Max jour	Max horaire		
	2	31 004	37		
Nombre de particules	Moyenne [nb/cm ³]	Max jour	Max horaire		
	13 866	9	147 179		

Sur l'ensemble de la période mesure, les résultats montrent :

- 8 heures de dépassements du seuil horaire d'information-recommandations en NO₂ (31 heures de dépassement sur l'année 2018, ce qui entraîne un non-respect des 18 heures de dépassement autorisées par an)
- 2 heures de dépassement du seuil d'alerte horaire en NO₂ (400 µg/m³) – (5 heures sur l'année 2018)
- aucun dépassement de seuils réglementaires pour les autres polluants, pour lesquels des seuils sont définis

► Le dioxyde de soufre traceur de l'activité maritime mais pas un enjeu au niveau local

Comme précisé en introduction, la mesure du **soufre** peut être utilisée comme un **traceur de l'activité maritime**.

Cependant, le soufre ne représente pas un enjeu en termes de qualité de l'air au niveau des villes-ports, comme le montrent les mesures enregistrées en 2018 sur le site du port de Nice comme à Marseille/Mourepiane.

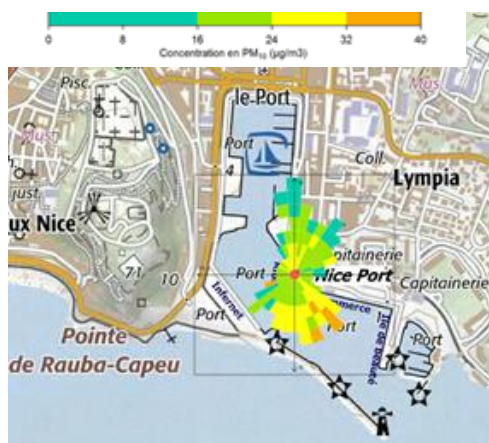
Ces dernières ont été en moyenne de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Le maximum horaire enregistré était de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (la valeur limite horaire est de $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$, à ne pas dépasser plus de 24 heures par an) – cf. Tableau 2.

Comme sur le site de Marseille/Mourepiane en 2018, les niveaux maximaux observés sont similaires à ceux enregistrés sur des sites urbains de Marseille, mais bien inférieurs à ceux enregistrés sur les sites de typologie industrielle de Fos-sur-Mer (cf. Figure 9, partie résultats sur Marseille).

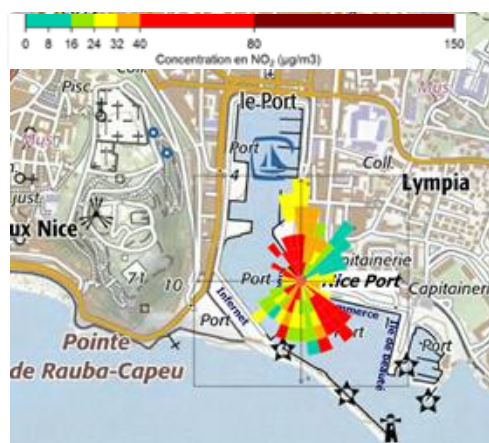
► Influence plus importante de l'activité maritime des quais du commerce et île de beauté

Les roses de pollution indiquent que les plus fortes concentrations sont observées principalement sous des vents de sud-est provenant des principaux quais accueillant les ferries : quai du Commerce, et quai Île de Beauté.

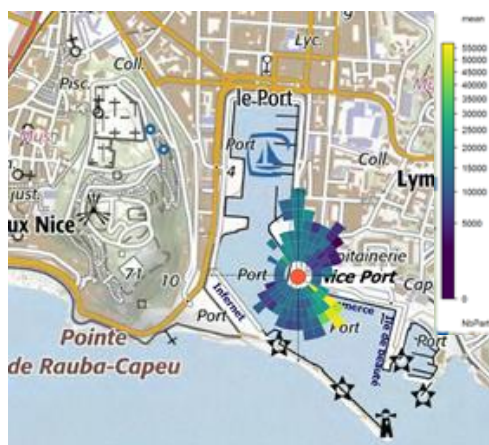
Dans une moindre mesure, des concentrations plus élevées peuvent apparaître en direction de vent sud/sud-ouest en provenance du quai Infernet et en direction de vent nord/nord-ouest en provenance du quai Riboty, quai Entrecasteaux voire quai de la Douane, où certains yachts peuvent être à quai (voir Figure 15, ci-après).



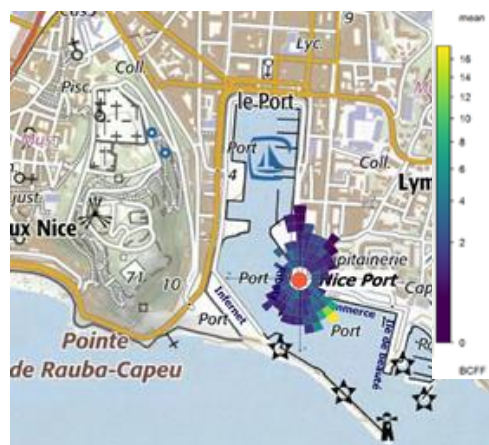
Particules PM10



Dioxyde d'azote NO₂



Nombre de particules submicroniques



Carbone suie issu de la combustion de fuel (BCFF)



Dioxyde de soufre SO₂

Légende

● Station de mesure



**Figure 15 : Roses de pollution pour les différents polluants investigués (données horaires)
2 juin – 23 juillet 2018**

► Un impact de l'activité maritime visible par phénomènes de panache

Les niveaux moyens des polluants investigués sur le site du port de Nice pendant la campagne de mesure sont comparables à ceux enregistrés sur la station urbaine de Nice/Arson (cf. Figure 16 et tableaux statistiques des résultats en début de chapitre 3.3).

Pour le dioxyde de soufre et les particules ultra fines, il n'y a pas de site de comparaison à Nice.

Ces diagrammes en « boîtes à moustaches » montrent les niveaux moyens (point noir dans la boîte) et médians (barre dans la boîte), la répartition des valeurs autour de la médiane (dans la boîte et entre les « moustaches ») et les valeurs extrêmes (ronds vides représentant les maxima enregistrés).

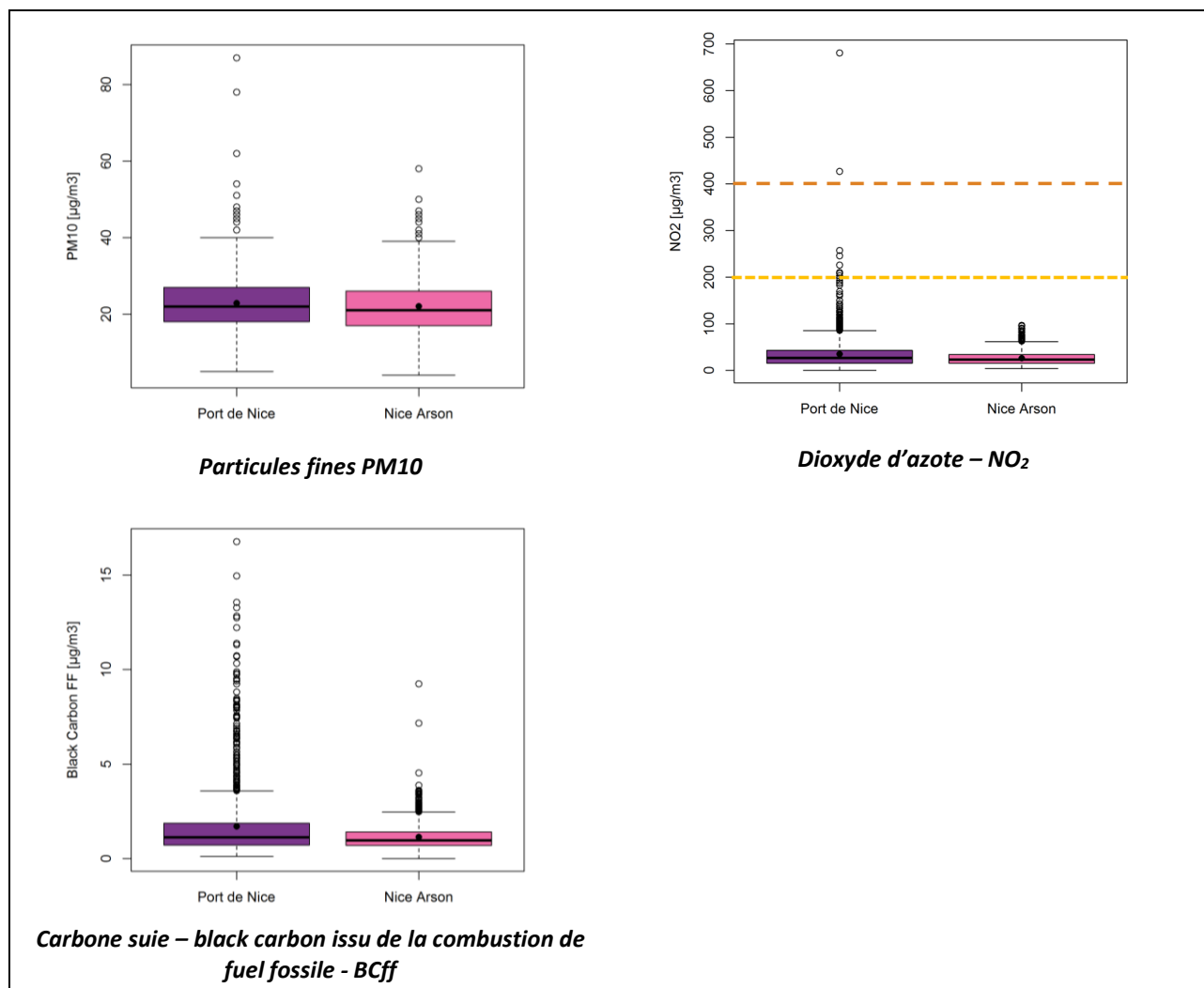


Figure 16 : Diagrammes en boîtes des concentrations horaires des différents polluants investigués sur le port de Nice pour la période du 2 juin au 23 juillet 2018

Il y a donc peu d'impact de l'activité maritime et portuaire sur les niveaux moyens de polluants enregistrés sur le port de Nice.

En lien avec la présence de navires dans le port, des niveaux significatifs de polluants sont observés ponctuellement, sur des périodes quart-horaires ou horaires, par bouffée, sans influencer fortement les valeurs chroniques moyennes.

Des pointes de dioxyde de soufre, traceur de l'activité maritime, sont enregistrées par bouffée avec en parallèle une augmentation ponctuelle des niveaux d'autres polluants. Ces bouffées sont enregistrées en général par vent faible de sud à modéré de sud-est. La présence de navires amarrés aux quais du port ou à l'entrée du port au moment de ces pointes indique l'influence de l'activité maritime de ces navires sur les mesures.

► Des pointes de pollution au dioxyde d'azote récurrentes – une proximité immédiate aux pots d'échappement de certains yachts à prendre en compte

Durant la période de mesure, des concentrations horaires en dioxyde d'azote (NO₂) dépassent le seuil d'information-recommandations, voire le seuil d'alerte à plusieurs reprises : 8 dépassements enregistrés entre le 17 juin et le 1^{er} juillet. L'épisode du 30 juin a été le plus long et le plus intense.

A savoir, ce seuil n'est presque plus dépassé en proximité routière dans la région depuis plusieurs années. (Maximum horaire enregistré en proximité routière à Marseille/Rabatau en 2018 : 201 µg/m³/h, seul dépassement de l'année).

Les niveaux de concentration élevés sont parfois amplifiés par la proximité immédiate de la station aux émissions de certaines embarcations : yachts non branchés sur le quai Riboty. Dès qu'un yacht est présent sur ce quai et que la cabine est sous les vents des émissions du yacht, les concentrations des polluants mesurés et notamment de NO₂ peuvent augmenter très fortement. Elles sont alors représentatives d'une situation très localisée car directement dans les émissions de ces navires et elles ne sont alors plus représentatives de la qualité de l'air du port.

Cette proximité a conduit à plusieurs dépassements du seuil horaire d'information-recommandations en 2018 et a contribué, avec la présence des ferries, à favoriser le dépassement de la valeur limite annuelle avec 31 heures de dépassement, enregistrées en 2018 (18 heures autorisées par an de dépassement du seuil d'information).

Le manque d'information exhaustive sur la présence de yachts pendant la période de mesure ne permet pas de préciser le nombre de fois où les mesures ont été impactées par ce type de navire en grande proximité.

4. Conclusions

L'ensemble des études réalisées ces dernières années ainsi que les dernières mesures effectuées à Marseille-Mourepiane et sur le port de Nice en 2018 ont permis de mettre en évidence un certain nombre d'éléments sur la pollution liée à l'activité maritime.

► Une pollution dite de panache.

Les fumées des navires impactent le territoire par bouffée en fonction de la direction du vent : en régime de brise de mer (sud-est, sud, sud-ouest), certaines zones des villes-port sont impactées pendant des instants qui peuvent être assez brefs allant du quart d'heure à quelques heures.

Cela impacte peu les niveaux moyens de polluants mesurés, qui sont similaires à ceux mesurés en situation urbaine. Cependant, l'intensité des concentrations sous le panache peut être importante mais variable en fonction de la distance au port.

► Un impact plus ou moins important de l'activité maritime selon la distance au port

En grande proximité sur le port de Nice, sous le panache des fumées des navires, le seuil d'information-recommandations horaire en dioxyde d'azote - NO₂ (200 µg/m³/h) - a été dépassé plus de 18h par an (valeur limite annuelle autorisée). Le dépassement de ce seuil n'est presque plus observé en région Sud aux abords des axes routiers depuis plusieurs années.

Un certain nombre de ces heures peut être imputé à la proximité immédiate de la station mobile de mesures aux pots d'échappements de certains yachts amarrés à côté. Les autres dépassements sont associés à la présence de ferries.

A environ 1km à vol d'oiseau du port de Marseille, sous les panaches des fumées des navires, les niveaux de polluants peuvent augmenter ponctuellement mais dans une moindre mesure.

Les niveaux maximaux en NO₂ sont bien inférieurs aux seuils horaires réglementaires.

► Les particules fines PM10 en masse ne sont pas un bon traceur des fumées des navires

Sur les deux sites de Marseille et Nice, les mesures ont confirmé que les concentrations en masse des PM10 prennent mal en compte les particules les plus fines émises par la combustion des carburants. Sous le panache des fumées des navires, c'est le nombre de particules submicroniques qui augmente sensiblement alors que la masse des PM10 évolue peu.

Le nombre de particules submicroniques a pu atteindre des maximas allant jusqu'à près de 11 fois le nombre moyen à Nice et près de 5 fois le nombre moyen à Marseille. Sur les deux sites, le nombre moyen des particules submicroniques est assez similaire et représentatif des zones urbaines.

► Le dioxyde de soufre, traceur de l'activité maritime mais pas un enjeu local

Enfin, le dioxyde de soufre – SO₂ – joue un rôle de traceur de l'activité maritime car le soufre est un composant des carburants des navires (ferries, navires de croisières notamment) mais il n'est pas un enjeu en termes de qualité de l'air pour les villes-ports. Les niveaux de SO₂ enregistrés, même en grande proximité du port restent à des teneurs très inférieures aux normes horaires pour ce polluant.

5. Perspectives

► Une réglementation en évolution

La réglementation pour réduire la teneur en soufre des carburants dès 2020 permettra de diminuer les concentrations de sulfates, particules secondaires, représentant en moyenne 10 à 15% de la masse de particules. Sans changement de type de carburant, les émissions des autres composés resteront équivalentes.

► Poursuite du programme port en 2019 et 2020

Pour la suite du programme de surveillance :

- 2019
 - A Marseille
 - Des mesures sont en cours depuis fin 2018 sur le quartier d'Euroméditerranée, plus proche du port.
 - AtmoSud a mené une étude autour du terminal du Cap Janet (AtmoSud, 2019) pour évaluer l'impact sur la qualité de l'air du projet du Grand Port Maritime de Marseille d'accueillir l'intégralité de l'activité de transport de passagers et de marchandises à destination du Maghreb sur ce terminal.
 - A Nice, des mesures chez les riverains du port de Nice ont été réalisées durant l'été 2019 et sont en cours d'analyse.
- 2020
 - A Nice, une réflexion est en cours pour déplacer la station de mesures aux abords du port pour investiguer au plus près des riverains
 - A Toulon, des mesures seront réalisées aux abords du port en partenariat avec la métropole Toulon Provence Métropole (TPM).

AtmoSud est également engagé dans le projet Smart Port Air, dont l'objectif est de construire de manière collaborative un index de performance environnementale adapté aux ports.

L'ensemble des actions mises en place dans le cadre de ce programme de surveillance est soutenu par la région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur.

En 2019, le projet « Escales Zéro Fumée » est lancé par la région Sud pour réduire la pollution maritime de trois villes portuaires du territoire. La région investit 30 millions d'euros pour le branchement à quai de tous les navires d'ici à 2025, le verdissement des flottes de navires, l'accompagnement à l'équipement de « scrubbers » et le développement de la filière énergétique pour favoriser le carburant au GNL.

► Des projets européens d'envergure

Un projet européen **SCIPPER** a démarré en 2019. C'est un projet de recherche du programme H2020 dédié à la mesure et la modélisation de la pollution atmosphérique des panaches de navires (croisières, ferries, etc ...) dans les ports de Marseille, Kiel, Hambourg, Göteborg et Hong Kong et en Manche. SCIPPER identifie, évalue et démontre les meilleures solutions de rechange pour s'assurer que les activités de transport maritime respectent la réglementation actuelle sur les émissions de soufre. SCIPPER étudie la perspective de l'application de futurs règlements relatifs aux oxydes d'azote et aux particules. SCIPPER prévoit des mesures satellites, aéroportées, à bord des navires, dans les ports, les centres-villes. Des simulations en champ proche et à haute résolution sont prévues pour quantifier les impacts environnementaux et sanitaires et l'étude de différents scénarii dans les différentes villes impliquées.

18 partenaires et universités, 8 pays européens et Hong Kong sont impliqués de 2019 à 2022. Plus de 40 partenaires associés et décideurs sont intégrés au projet comme les autorités nationales, portuaires ainsi que les principales compagnies maritimes. A Marseille, le Grand Port Maritime de Marseille, les compagnies maritimes La Méditerranéenne, Corsica Linea sont intégrées au projet.

Deux campagnes de mesures sont prévues à Marseille en septembre 2019 et en Juillet 2020.

Le projet de recherche français **PAREA** du programme CORTEA de l'ADEME est complémentaire du projet SCIPPER. Il étudie l'évolution des **P**articules fines en champ proche du **t**rafic maritime à **M**arseille (**PAREA**).

Campagnes d'observations sur la zone portuaire, campagnes de mesures mobiles en champs proches et à bord des navires sont prévues. Une modélisation de l'évolution du panache et de ses caractéristiques physico-chimiques (composition des aérosols, distribution en taille) est également prévue.

L'Ecole de Mines de Douai, L'université de Marseille (Laboratoire de Chimie de L'Environnement), CEREa et AtmoSud sont les partenaires du projet de 2019 à 2022.

A Marseille la campagne de mesure est prévue pour Juillet 2020.

Enfin, **AERNOSTRUM** programme transfrontalier Franco-Italien européen MARITTIMO.

L'objectif du projet est de répondre à l'appel d'offre et de contribuer à la réduction des émissions de CO₂ produites par les activités portuaires et maritimes dans la zone de coopération, par des actions de surveillance de la qualité de l'air dans les ports, en faveur de la population résidant dans les villes portuaires, et notamment dans les zones adjacentes. La réglementation actuelle exige la réduction des émissions de carbone produites par les activités portuaires maritimes, et en particulier des émissions à forte teneur en soufre produites par les combustibles marins actuels, en établissant des limitations de plus en plus restrictives, notamment à partir de 2020.

Les ports de CAGLIARI, AJACCIO, BASTIA, TOULON, NICE, GENES et LIVOURNE sont les territoires d'études du projet.

Etat de l'art des solutions d'aménagement portuaires, campagnes de mesures de la qualité de l'air et modélisation de l'impact environnemental des différentes solutions portuaires sont envisagés (branchement électrique, utilisation du GNL, utilisation hydrogène, etc ...) sont les principales actions du projet.

Les partenaires sont ARPA LIGURIA, ARPA TOSCANE, ARPA SARDEGNA, QUALIT'AIR CORSE et AtmoSud.

En région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur, les métropoles de Toulon Provence Méditerranée et de Nice Côte d'Azur, les CCI du Var et des Alpes Maritimes, la Région Sud sont partenaires associés de la candidature.

Ces 3 projets sont intégrés aux actions du Programme Port du Plan de Surveillance de la Qualité de l'Air d'AtmoSud dans la continuité des précédents projets européens APICE et CAIMANS (Programme EU MED)