

# Evaluation de la qualité de l'air dans l'environnement du Port de Sète – Frontignan 2021/2022

---

**ETU-2022-193**

**Edition Novembre 2022**

[www.atmo-occitanie.org](http://www.atmo-occitanie.org)

[contact@atmo-occitanie.org](mailto:contact@atmo-occitanie.org)

09 69 36 89 53 (Numéro CRISTAL – Appel non surtaxé)



# CONDITIONS DE DIFFUSION

---

**Atmo Occitanie**, est une association de type loi 1901 agréée (décret 98-361 du 6 mai 1998) pour assurer la surveillance de la qualité de l'air sur le territoire de la région Occitanie. Atmo Occitanie est adhérent de la Fédération Atmo France.

Ses missions s'exercent dans le cadre de la loi sur l'air du 30 décembre 1996. La structure agit dans l'esprit de la charte de l'environnement de 2004 adossée à la constitution de l'État français et de l'article L.220-1 du Code de l'environnement. Elle gère un observatoire environnemental relatif à l'air et à la pollution atmosphérique au sens de l'article L.220-2 du Code de l'Environnement.

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

[www.atmo-occitanie.org](http://www.atmo-occitanie.org)

Les données contenues dans ce document restent la propriété intellectuelle d'Atmo Occitanie.

Toute utilisation partielle ou totale de données ou d'un document (extrait de texte, graphiques, tableaux, ...) doit obligatoirement faire référence à **Atmo Occitanie**.

Les données ne sont pas systématiquement rediffusées lors d'actualisations ultérieures à la date initiale de diffusion.

Par ailleurs, **Atmo Occitanie** n'est en aucune façon responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses résultant de ses travaux et pour lesquels aucun accord préalable n'aurait été donné.

En cas de remarques sur les informations ou leurs conditions d'utilisation, prenez contact avec **Atmo Occitanie** par mail :

[contact@atmo-occitanie.org](mailto:contact@atmo-occitanie.org)

# SOMMAIRE

---

<b>SYNTHESE .....</b>	<b>3</b>
<b>1. CONTEXTE ET OBJECTIFS .....</b>	<b>4</b>
<b>2. DISPOSITIFS D'EVALUATION .....</b>	<b>5</b>
<b>3. EMISSIONS DE POLLUANTS ET DE GAZ A EFFET DE SERRE SUR LA ZONE PORTUAIRE DE SETE .....</b>	<b>7</b>
3.1. PREAMBULE.....	7
3.2. EMISSIONS SECTORIELLES DES ACTIVITES PORTUAIRES.....	7
3.3. ZOOM PAR PHASE LORS DES ESCALES .....	8
3.4. ZOOM PAR TYPE DE NAVIRE .....	9
3.5. ZOOM SUR LES ACTIVITES DE MANUTENTION ET STOCKAGE .....	10
3.6. CONTRIBUTION SIGNIFICATIVE DES ACTIVITES PORTUAIRES AUX EMISSIONS TOTALES SUR SETE AGGLOPOLE MEDITERRANEE.....	11
<b>4. IMPACT DES ACTIVITES PORTUAIRES SUR LES CONCENTRATIONS 2019 DE NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> ET SO<sub>2</sub>.....</b>	<b>12</b>
4.1. CONCENTRATIONS ANNUELLES DE NO <sub>2</sub> .....	12
4.2. CONCENTRATIONS ANNUELLES DE PM <sub>10</sub> .....	16
4.3. CONCENTRATIONS ANNUELLES DE PM <sub>2.5</sub> .....	19
4.4. CONCENTRATIONS ANNUELLES DE SO <sub>2</sub> .....	22
<b>5. MESURE DE L'IMPACT DES ACTIVITES DU PORT .....</b>	<b>24</b>
5.1. IMPACT A PROXIMITE DU PORT VRAQUIER .....	24
5.2. IMPACT DES ACTIVITES DE FERRIES A PROXIMITE DU MOLE MASSELIN .....	27
5.3. PICS DE CONCENTRATIONS FONCTION DU VENT.....	29
<b>6. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES.....</b>	<b>33</b>
<b>TABLE DES ANNEXES .....</b>	<b>34</b>

# SYNTHESE

---

Issu du partenariat entre le gestionnaire du port de Sète-Frontignan, Port Sud de France, et Atmo Occitanie, un dispositif intégré pour l'évaluation et le suivi de la qualité de l'air a été mis en place en 2021.

## Contribution significative des activités du port aux émissions de polluants sur le territoire de Sète Agglopôle Méditerranée

Le port de Sète-Frontignan est un pôle d'échange et de transit d'importance à l'échelle de l'Occitanie. Les activités de la plateforme portuaire, avec notamment plus de 1 000 escales par an, contribuent significativement aux émissions polluantes dans l'air ambiant à l'échelle du territoire de Sète Agglopôle Méditerranée :

- Un tiers des émissions d'oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) est ainsi issu des moteurs des navires, en particuliers les moteurs auxiliaires lorsqu'ils sont à quai ;
- Un tiers des particules en suspension PM<sub>10</sub> émises sur l'agglomération le sont dans l'enceinte du port, majoritairement en raison des activités de manutention du vrac agroalimentaire ;
- La quasi-totalité des émissions de dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) provient du trafic maritime, en raison de la teneur en soufre des carburants des navires.

## Faible impact sur les concentrations moyennes aux alentours

A l'intérieur de l'infrastructure portuaire, les concentrations les plus élevées se situent :

- au terminal vraquier pour les PM<sub>10</sub> en raison des émissions liées à la manutention du vrac agroalimentaire ;
- à proximité des quais pour les autres polluants.

Les conditions météorologiques, et notamment la tramontane, permettent, de limiter l'impact des émissions de polluants dans l'air sur les populations environnantes, en dispersant majoritairement cette pollution vers la mer.

Hors de l'enceinte portuaire, le trafic routier est principalement responsable des émissions de polluants dans l'air ambiant, avec notamment des dépassements de seuils réglementaires observés le long des principaux axes de l'agglomération. Les abords du port présentent ainsi des concentrations similaires au niveau d'exposition de fond urbain observé sur Sète ou dans d'autres agglomérations de la région. Une légère influence est néanmoins visible sur les retombées moyennes et les niveaux de particules PM<sub>10</sub> aux abords du terminal vraquier.

## Influence ponctuelle fonction de l'activité et des conditions de vents

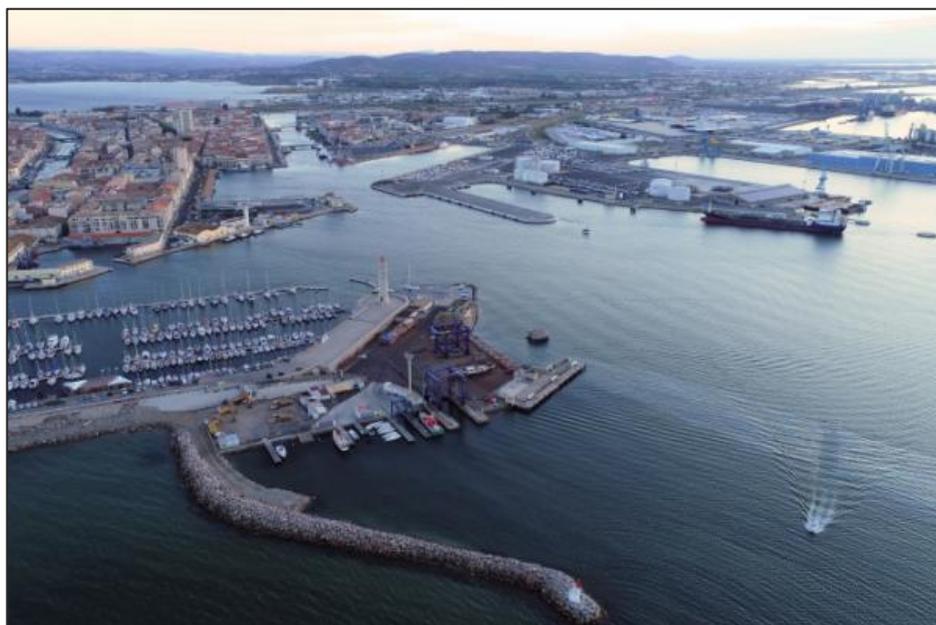
Au plus près des activités de ferries, des pics de concentrations sont observées ponctuellement, sous les vents d'un ferry à quai. Ces hausses ponctuelles, concernent principalement le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) et les particules ultrafines. Ces pics de concentration sont dus au fonctionnement des moteurs auxiliaires utilisés à quai. Malgré une année 2021 exceptionnelle en nombre d'escales et de voyageurs, l'impact sur les concentrations moyennes mesurées reste très minoritaires au regard des autres activités sources de polluants atmosphériques.

D'autres sources sur la zone portuaire peuvent être à l'origine d'augmentations ponctuelles des concentrations en particules en suspension PM<sub>10</sub>, notamment les différentes activités de manutention.

# 1. CONTEXTE ET OBJECTIFS

Le port de Sète fait partie des grandes infrastructures de transport (voyageurs et marchandises) de la région Occitanie Pyrénées-Méditerranée. L'évaluation et le suivi de l'influence de ces activités sur la qualité de l'air est un enjeu local, le port étant particulièrement intégré et proche du centre-ville de Sète, mais également un enjeu régional pour le développement et l'organisation du territoire.

En complément d'un port de pêche et d'un port de plaisance, le port de commerce dispose de différents terminaux spécialisés qui lui permette d'accueillir des marchandises diversifiées ainsi que de nombreux voyageurs avec notamment deux lignes régulières pour le Maroc. Les infrastructures multimodales du port permettent un transit rapide vers les infrastructures routières, ferroviaires, ainsi que fluviales.



*Zone Portuaire de Sète*

Propriété de la région Occitanie depuis 2007, la gestion de l'infrastructure portuaire est effectuée par Port Sud de France, qui est engagé dans l'amélioration des connaissances en matière de qualité de l'air depuis 2001. En particulier la convention pluriannuelle de partenariat (2021-2023) entre Port Sud de France et Atmo Occitanie vise la mise en place d'un dispositif d'évaluation intégré de la qualité de l'air aux environs de la zone portuaire comportant des mesures de polluants atmosphériques, un inventaire détaillé des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre ainsi que des cartographies de l'exposition à la pollution de l'air sur ce territoire.

Ce rapport présente les résultats obtenus suite à la mise en place de ce dispositif, livrant un état des lieux de la qualité de l'air ainsi qu'une évaluation de l'impact des différentes activités du port de Sète-Frontignan.

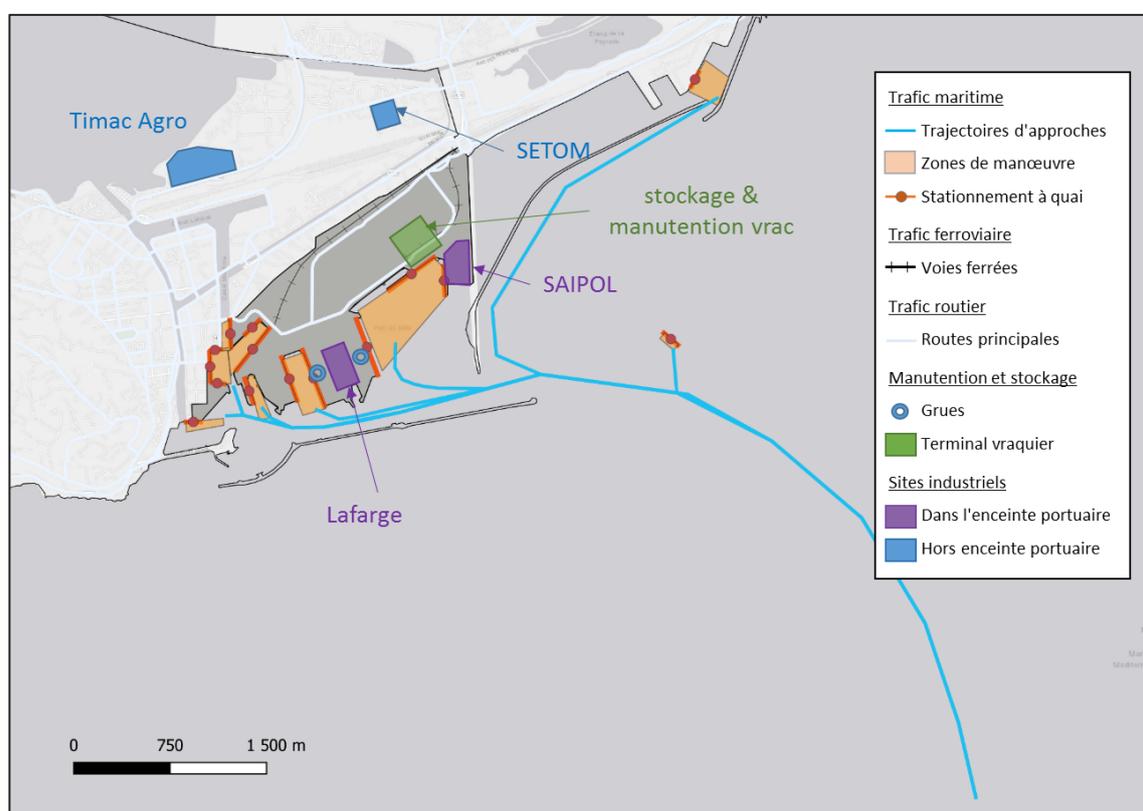
Ce partenariat avec Port Sud de France s'inscrit dans le cadre de l'Axe 3 du projet associatif Atmo Occitanie "Évaluer et suivre l'impact des activités humaines et de l'aménagement du territoire sur la qualité de l'air". Il répond plus spécifiquement à l'objectif 3-1 : " Accompagner les partenaires pour l'évaluation de l'impact sur la qualité de l'air des aménagements urbains et des infrastructures de transport".

## 2. DISPOSITIFS D'EVALUATION

### Inventaire des émissions atmosphériques – Année 2019

La méthodologie de la réalisation de l'inventaire des émissions s'appuie la méthodologie de réalisation des inventaire territoriaux (PCIT 2) et intègre les données réelles d'activités de l'infrastructure portuaire, communiquées par Port Sud de France. En particulier, les émissions maritimes ont été calculées pour chaque escale de navire. La méthodologie de calcul des émissions pour les différents secteurs d'activité du Port de Sète-Frontignan est détaillée en annexe 2.

La carte ci-dessous représente la localisation des principales sources d'émission prises en compte sur le port de Sète-Frontignan. Les différentes activités émettrices de polluants et gaz à effet de serre sont regroupées en 5 secteurs principaux ; trafic maritime, trafic ferroviaire, trafic routier, manutention et stockage, et industries.



Ces données sont prises en compte dans l'inventaire régional des émissions polluantes, détaillées par secteur d'activité : transport, industrie, résidentiel, tertiaire et agriculture.

### Cartographies des concentrations – Année 2019

Des cartographies à haute résolution des concentrations moyennes pour les principaux polluants ( $\text{NO}_2$ ,  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2.5}$  et  $\text{SO}_2$ ) ont été réalisées par modélisation de la dispersion des émissions, sur le territoire de Sète Agglopol Méditerranée. Ces cartographies prennent en compte l'intégralité des émissions polluantes du territoire, les conditions météorologiques, la pollution de fond du territoire et d'autres paramètres présentés en détail dans l'annexe 3.

En complément, des cartographies représentant uniquement la dispersion des émissions du trafic maritime ont été réalisées, afin d'évaluer leur contribution aux concentrations moyennes dans l'environnement de la plateforme portuaire.

## Dispositifs de mesures

Sur 2021 et 2022, trois types de dispositifs de mesures ont été mis en place :

- Un suivi temps réel à l'aide d'une station de mesure positionnée de juin 2021 à juin 2022 dans l'enceinte portuaire à proximité du centre-ville de Sète.** En complément de plusieurs polluants réglementés pouvant être émis par les activités portuaires (dioxyde d'azote, dioxyde de soufre, particules en suspension, métaux), les particules ultrafines, non réglementés, ont également été suivies.
- Des campagnes de mesure**, permettant d'estimer les **moyennes annuelles** de dioxyde d'azote et de dioxyde de soufre **sur 9 sites**.
- Un suivi continu des retombées de poussières totales et métaux** (arsenic, cadmium, nickel, plomb et vanadium). Les mesures sont bimensuelles, réalisées sur 6 sites en 2021, puis 4 sites depuis mars 2022.

La carte ci-dessous présente l'emplacement des différentes mesures, à l'exception de deux sites références situés à distance de l'infrastructure portuaire : une référence à proximité d'un axe de circulation (mesures du NO<sub>2</sub> et SO<sub>2</sub>) et une référence en zone rurale (mesures du NO<sub>2</sub> et SO<sub>2</sub> et des retombées atmosphériques).



## 3. EMISSIONS DE POLLUANTS ET DE GAZ A EFFET DE SERRE SUR LA ZONE PORTUAIRE DE SETE

### 3.1. Préambule

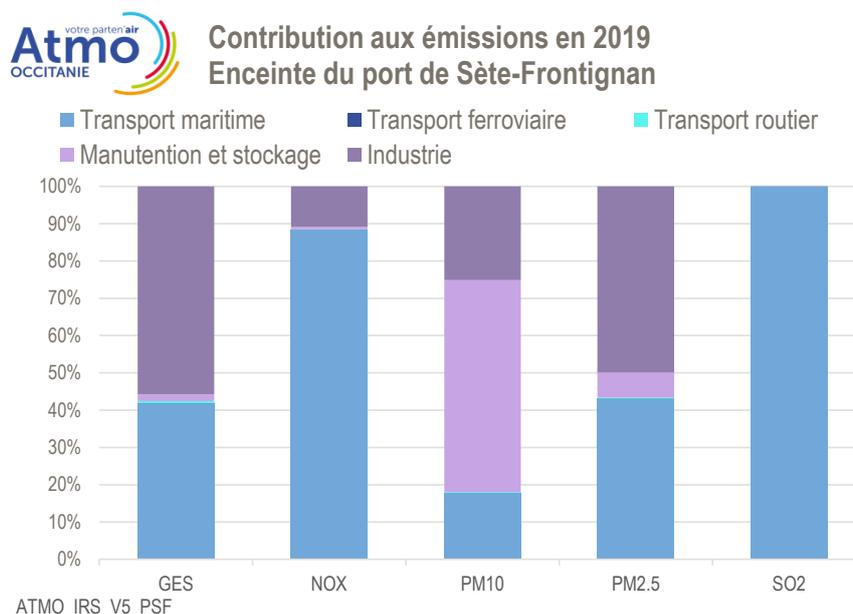
**Les émissions de polluants** correspondent aux quantités de polluants directement rejetées dans l'atmosphère par les activités humaines (dispositifs de chauffage, activités industrielles, trafic routier, agriculture...) ou par des sources naturelles (volcans, ou composés émis par la végétation et les sols).

**Les concentrations de polluants** caractérisent la qualité de l'air que l'on respire, et s'expriment le plus souvent en microgrammes par mètre cube ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Pour plus d'informations, la différence entre les émissions et les concentrations est présentée en annexe 4.

La présentation des différents polluants étudiés est détaillée dans **l'annexe 1**

**Cette partie du document présente l'évaluation des émissions des principaux polluants et GES sur la zone portuaire de Sète pour l'année 2019 (la version de l'inventaire des émissions utilisée est ATMO\_IRSV5\_Occ\_2008\_2019, voir annexe 2).**

### 3.2. Emissions sectorielles des activités portuaires



Les secteurs d'activité les plus émetteurs pour les principaux polluants et les gaz à effet de serre dans l'enceinte du port de Sète-Frontignan sont :

- le transport maritime** : la combustion de carburant des différents navires émet ainsi la **quasi-totalité du dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)** sur l'enceinte du port, **88% des oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>)**, et un peu moins de la moitié des particules fines PM<sub>2.5</sub> et des gaz à effets de serre.
- la manutention et le stockage** : **57% des particules PM<sub>10</sub>** dans l'enceinte portuaire sont émises par cette activité, en particulier la manutention du vrac agroalimentaire. Les particules les plus fines sont peu concernées.

■ **les industries** : les activités de certaines industries sur le port sont les **principales sources de GES et de particules PM<sub>2.5</sub>**. La contribution pour les PM<sub>10</sub> et les NO<sub>x</sub> est respectivement de 25% et 11%. Si leur positionnement dans l'enceinte portuaire leur permet notamment de bénéficier d'une desserte par voie maritime, leurs activités ne sont pas de la responsabilité du gestionnaire de l'infrastructure portuaire Port Sud de France.

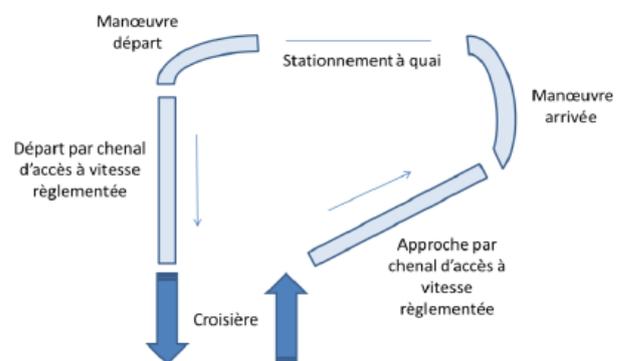
En revanche, **les émissions liées au transport ferroviaire ou routier sont très faibles**, moins de 1% dans l'enceinte portuaire, pour tous les polluants considérés.

Les paragraphes suivants détaillent les émissions du transport maritime et de la manutention et du stockage.

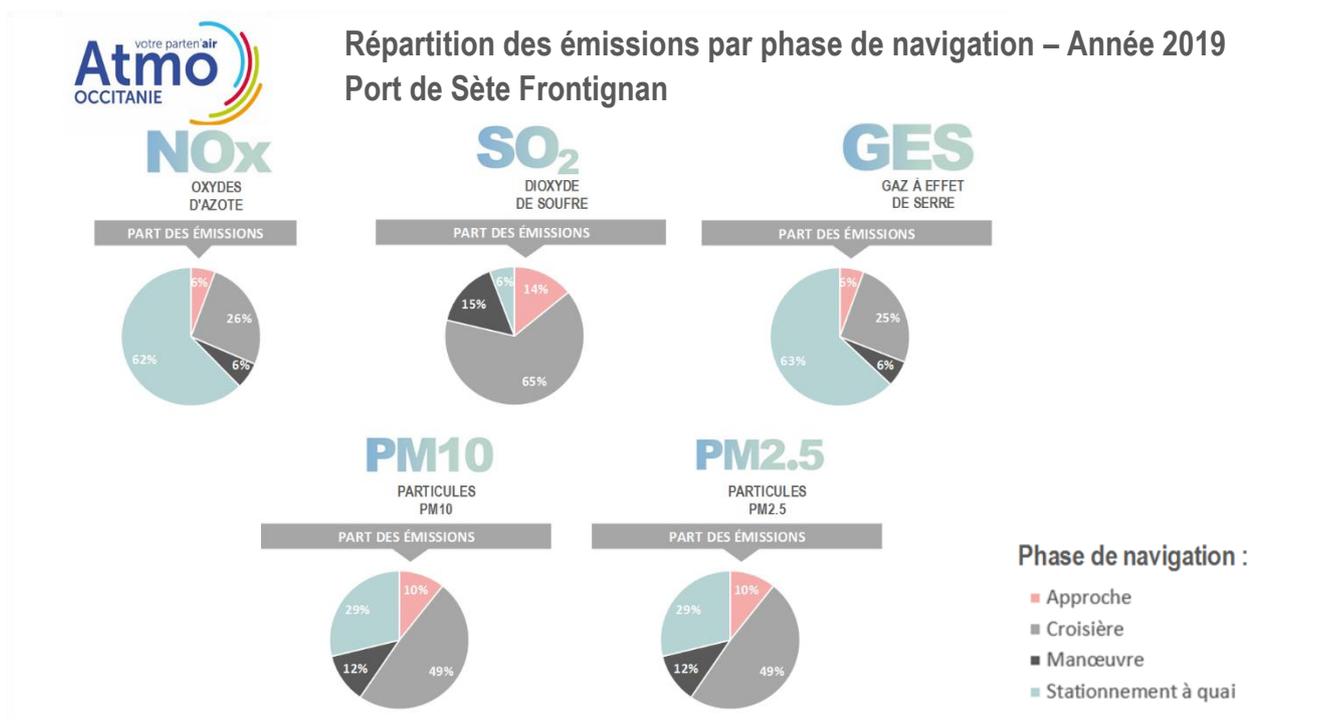
### 3.3. Zoom par phase lors des escales

Les émissions du transport maritime sont calculées pour les 3 principales phases de navigation dans les limites administratives du port de Sète-Frontignan.

- Le stationnement des navires à quai, pendant lequel le navire est alimenté par ses moteurs auxiliaires pour maintenir l'alimentation électrique ;
- Les phases de manœuvres guidées par les remorqueurs ;
- La phase d'approche et de départ où la vitesse des navires est réduite.



En plus de ces trois phases, des émissions de polluants sont générées lors de la phase dite de « croisière », entre les limites administratives du port, et le début des eaux territoriales. Les moteurs du navire fonctionnent alors à pleine puissance.



Au cours des escales au port de Sète, les navires émettent majoritairement les différents polluants au cours de deux phases :

- Le **stationnement à quai des navires**, avec 62% des NO<sub>x</sub> et GES et 29% des particules.
- La **phase croisière**, qui représente 65 % des émissions de SO<sub>2</sub>, la moitié des émissions de particules et environ un quart des émissions d'oxydes d'azote et de gaz à effet de serre. Ce résultat s'explique par l'utilisation de fioul lourd, carburant plus soufrés et plus émetteurs de particules, uniquement pendant la phase de croisière, hors de la zone portuaire.

Les émissions de la phase « croisière » ne sont pas comptabilisées dans la suite des résultats présentés dans ce rapport, car elles ont lieu à distance des côtes et n'affectent pas directement l'exposition à la pollution des populations.

En ne considérant que les émissions dans les limites administratives du port, la contribution cumulée des phases d'approche et de manœuvre atteignent ainsi 44% des émissions de particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub>. Cette contribution reste en revanche faible pour les émissions de NO<sub>x</sub> et de GES (<10%).

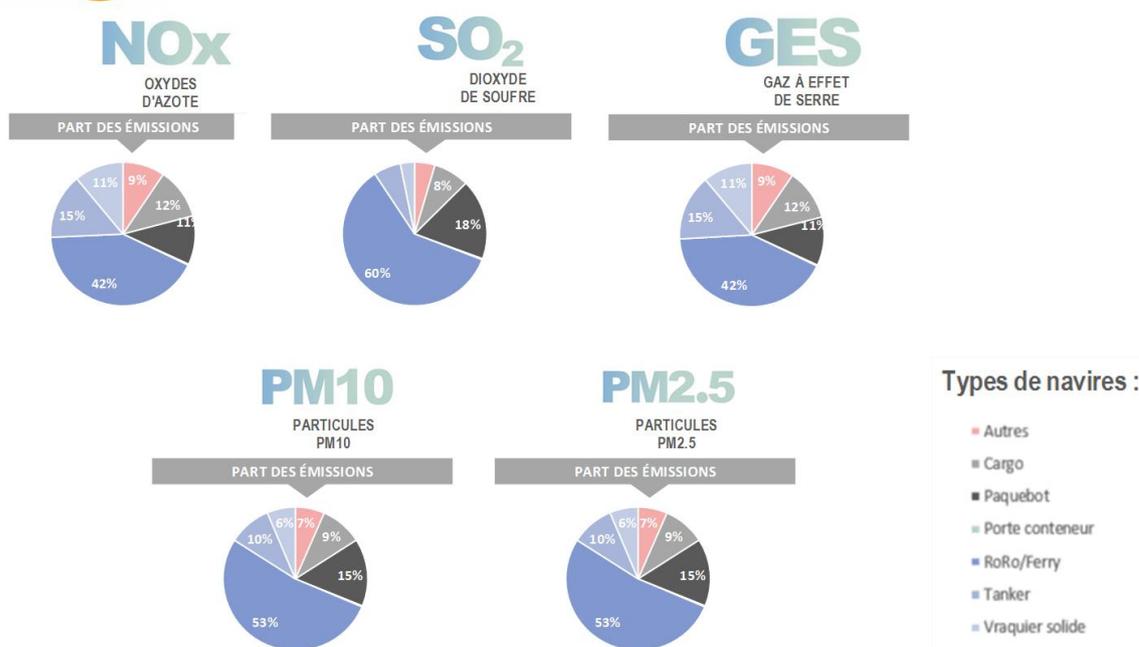
### 3.4. Zoom par type de navire

Les différents navires ayant fait escales en 2019 ont été regroupés en 7 grandes catégories décrivant : cargo, tanker, porte-conteneur, vraquier solide, roulier/ferry, paquebot et autres. A chacune de ces catégories correspondent des caractéristiques standards telles que le type de motorisation principale, les puissances de motorisation principale et auxiliaire ainsi que le type de carburant utilisé.

La catégorie "autres" regroupe en grande partie les péniches transitant par le canal du Rhône à Sète.



#### Répartition des émissions par type de navire – Année 2019 Port de Sète Frontignan

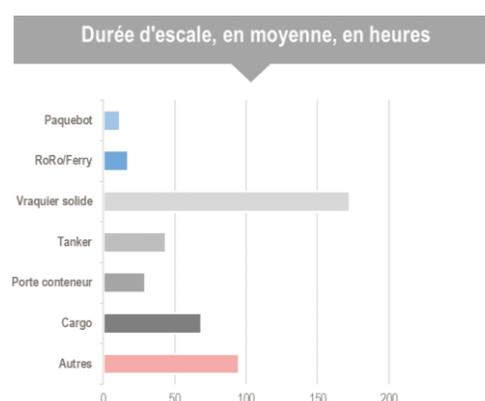


A l'exception des porte-conteneurs, les différentes catégories de navires sont représentées, ce qui illustre la **diversité des activités au port de Sète-Frontignan**.

La majorité des émissions, quel que soit le polluant considéré, provient des rouliers et ferries (RoRo/Ferry). Cette catégorie regroupe le transport de véhicules, neuf ou d'occasion, ainsi que le transport de voyageurs, respectivement 24% et 10% des escales en 2019, soit environ un tiers des escales. Les autres catégories représentent entre 3% et 18 % en fonction des polluants.

En relatif par rapport au nombre d'escales, les cargos (23% des escales) et les navires "autres" (19%) sont les catégories les moins émissives. A l'inverse, les émissions des paquebots et des vraquiers, qui représentent 9% des escales, sont relativement importantes avec 22% des émissions de NO<sub>x</sub> et GES.

La différence de répartition entre les différents polluants s'explique principalement par la durée moyenne des escales par catégories de navire. Les navires de transports de voyageurs restent moins longtemps à quai et émettent en relatif moins de NO<sub>x</sub> et de GES.



### 3.5. Zoom sur les activités de manutention et stockage

Les activités de manutention et de stockage des marchandises correspondent à l'activité la plus émissive en particules PM<sub>10</sub> sur le port de Sète Frontignan. Ces activités regroupent :

- l'utilisation de grues, d'engins ou de véhicules pour la manutention des marchandises ;
- la manutention de produits pulvérulents au niveau du terminal vraquier (principalement vrac agroalimentaire, coke de pétrole et charbon criblé) ;
- le stockage à l'air libre du coke de pétrole et du charbon criblé au niveau du terminal vraquier.

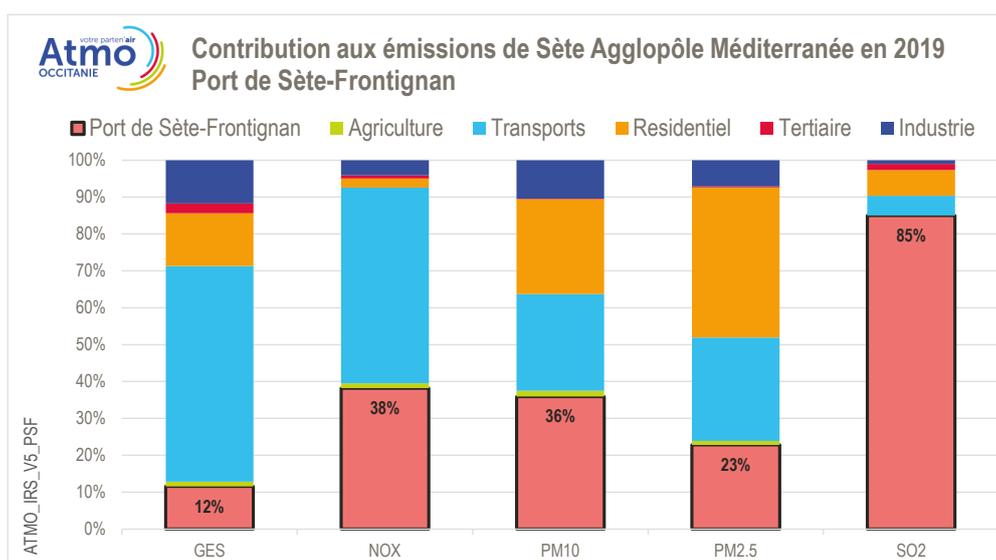
Activités concernées	Emissions en 2019 des activités de manutention et stockage Port de Sète-Frontignan				
	NO <sub>x</sub> (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2.5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	GES (t <sub>eq</sub> CO <sub>2</sub> )
Utilisation grues et engins	5,2	0,44	0,41	0,01	1243
Manutention vrac agroalimentaire	-	59,4	2,27	-	-
Manutention coke de pétrole et charbon criblé	-	0,12	0,02	-	-
Stockage du coke de pétrole et charbon criblé	-	0,46	0,08	-	-

Un certain nombre d'hypothèses ont été considérées pour l'évaluation des émissions de ces activités, tel que détaillé en annexe 2. L'estimation des poussières émises comporte **plusieurs facteurs d'incertitude**, notamment en fonction du produit manutentionné. A défaut de données existantes, la méthodologie d'estimation des émissions ne permet pas notamment de distinguer les différents types de produits au sein du vrac agroalimentaire. Ces particules ont été considérées comme relativement grossières, avec une faible fraction appartenant aux particules fines PM<sub>2.5</sub>.

Sur ces différentes activités, **les émissions de particules seraient essentiellement dues à la manutention du vrac agroalimentaire**. Le stockage et la manutention du charbon criblé et du coke de pétrole seraient cent fois moins émissifs, proche de la pollution en particules générée par la consommation des grues et engins de manutention. Port Sud de France indique que **la génération de particules en suspension sur le terminal vraquier concerne essentiellement les déchargements des tourteaux de soja et de colza, mais avec de fortes variations d'un chargement à un autre**.

### 3.6. Contribution significative des activités portuaires aux émissions totales sur Sète Agglopôle Méditerranée

Le port de Sète-Frontignan contribue entre 12% et 85% aux émissions totales de polluants du territoire de Sète Agglopôle Méditerranée en fonction des polluants atmosphériques et de gaz à effets de serre.



Les activités du **port de Sète Frontignan en font le premier contributeur aux émissions de SO<sub>2</sub> (85%)**, libérées dans l'atmosphère lors de l'utilisation des moteurs principaux des navires. Ce type de carburant n'est pas utilisé pour les moteurs auxiliaires, lorsque le bateau est à quai. Les émissions des autres secteurs sont faibles en comparaison, car les combustibles utilisés par le trafic routier ou le chauffage résidentiel contiennent nettement moins de soufre.

**Un peu plus d'un tiers des émissions totales de NO<sub>x</sub> et de PM<sub>10</sub> sur l'agglomération proviennent du port de Sète-Frontignan**, en incluant les activités industrielles dans l'enceinte portuaire. Le trafic routier, représentant la quasi-totalité du secteur transport sur le reste de l'agglomération, est également un des principaux contributeurs pour ces deux polluants, avec respectivement 53% et 26% des émissions totales. **Les activités émettant des PM<sub>10</sub> sont multiples sur le territoire de Sète Agglopôle Méditerranée**, avec la combustion dans les logements, notamment les dispositifs de chauffage au bois, mais également l'abrasion des pièces au niveau du trafic routier ou encore les particules issues de l'exploitation des carrières.

La **contribution des activités du port est plus faible pour les particules PM<sub>2.5</sub> (23%) et les gaz à effets de serre (12%)**.

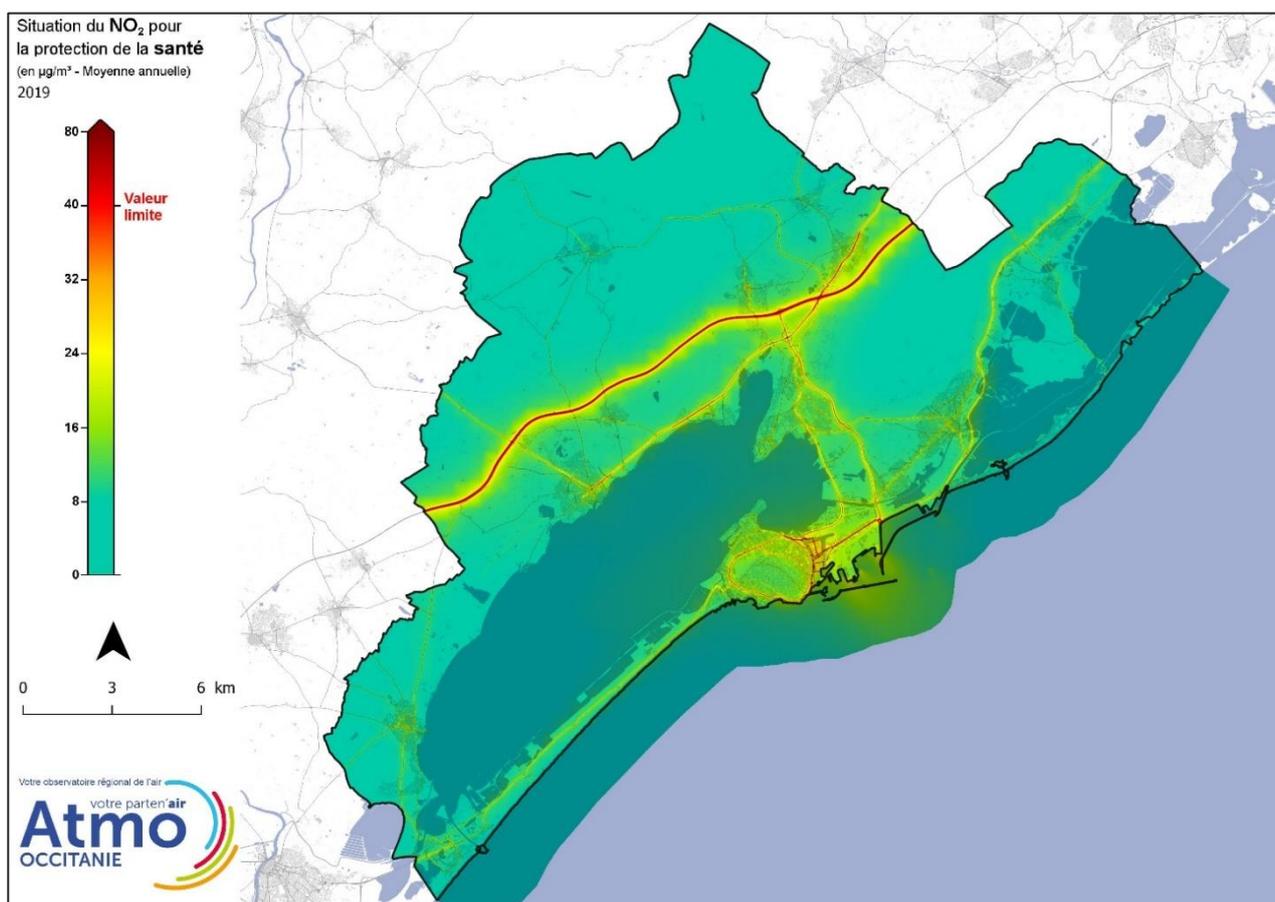
**Le poids des activités du port de Sète-Frontignan dans les émissions totales sur le territoire de Sète Agglopôle Méditerranée traduit l'importance du trafic de marchandises et de passagers qui y transitent. Il s'agit d'une des infrastructures de transport majeur de la région, et dont la sphère d'influence dépasse l'agglomération d'accueil.**

## 4. IMPACT DES ACTIVITES PORTUAIRES SUR LES CONCENTRATIONS 2019 DE NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> et SO<sub>2</sub>

Afin de compléter l'évaluation de l'impact du port de Sète-Frontignan sur les polluants atmosphériques, des cartes de concentrations des NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> et SO<sub>2</sub> ont été réalisées. Cette méthode prend en compte un modèle de dispersion atmosphérique qui intègre les émissions de polluants atmosphériques présentées au paragraphe précédent, les données météorologiques, la pollution de fond du territoire et d'autres paramètres présentés en détail dans l'annexe 3.

### 4.1. Concentrations annuelles de NO<sub>2</sub>

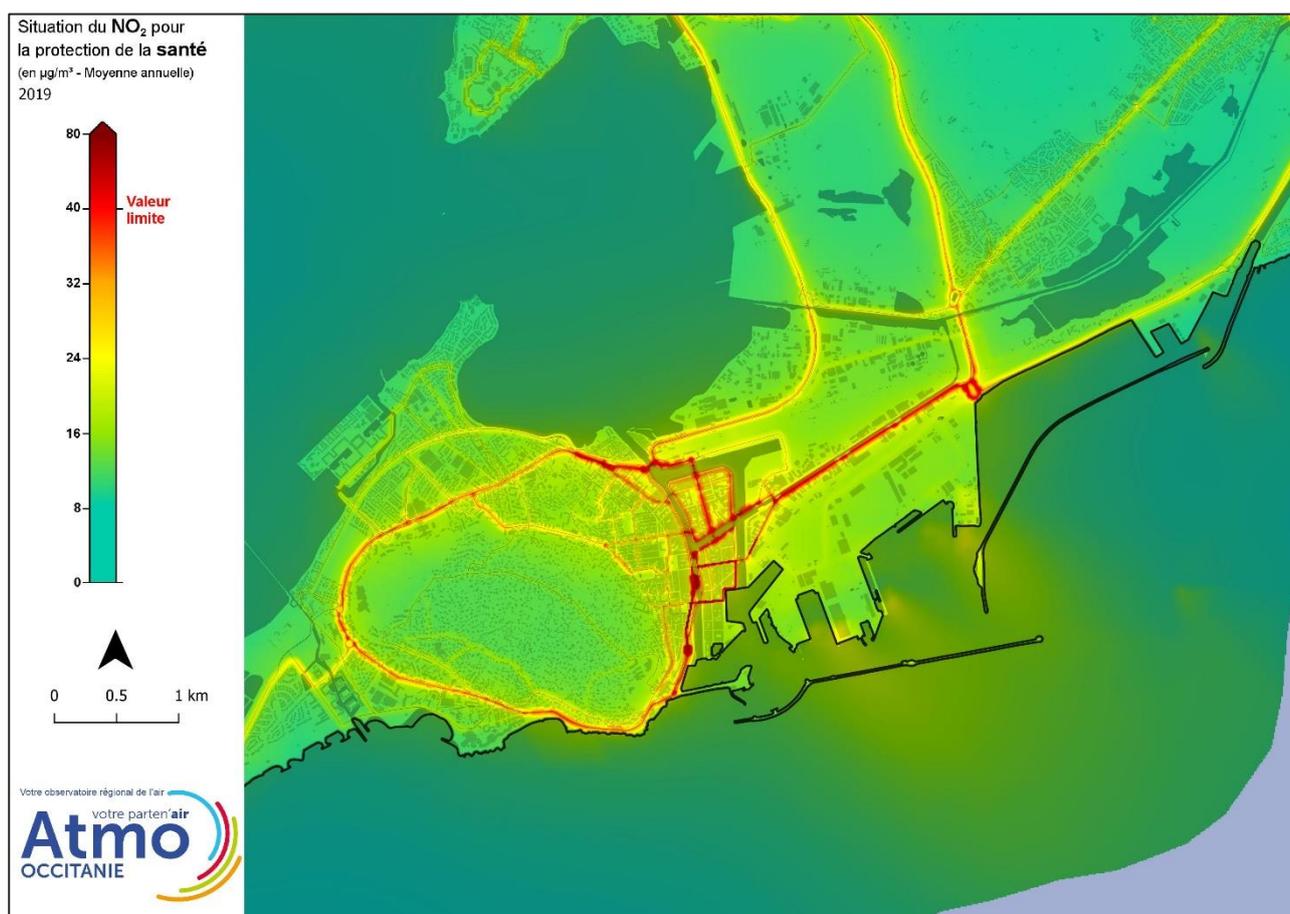
La carte ci-dessous présente les concentrations moyennes en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) **pour l'année 2019** sur le territoire de Sète Agglopolôle Méditerranée. Un zoom sur la zone portuaire et ses alentours est présenté page suivante.



Les concentrations de NO<sub>2</sub> les plus élevées du territoire se situent majoritairement dans le voisinage d'axes routiers importants, où la **valeur limite annuelle pour la protection de la santé (40 µg/m<sup>3</sup>) n'est pas respectée**. C'est notamment le cas notamment le **long de l'autoroute A9**, qui supporte un trafic moyen de plus de 100 000 véhicules par jour.

Les **axes structurants du centre-ville de Sète** sont également impactés malgré un trafic routier moindre, en raison d'une configuration étroite qui gêne la dispersion de la pollution (rue dite « canyon »). **Entre 450 et 1 000 habitants**, en bordure de ces axes, **sont ainsi exposés à des concentrations ne respectant pas la valeur limite annuelle pour la protection de la santé.**

Sur la plateforme portuaire, les **émissions aux niveaux des différents quais entraînent des panaches visibles qui se dispersent vers le Sud-Est**, poussés par les vents dominants. Les concentrations restent cependant sur l'ensemble de l'enceinte portuaire inférieures à la valeur limite annuelle pour la protection de la santé ( $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).



Les différences de concentration observées au niveau du sol entre la proximité des quais et les abords des principaux axes routiers s'expliquent par le fait que les émissions des navires se font en hauteur (entre 15 et 30 mètres du sol), ce qui contribue à une meilleure dispersion de la pollution. Les concentrations maximales au niveau des quais sont plus faibles, environ  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , mais la zone d'influence sous les vents dominants s'étend davantage.

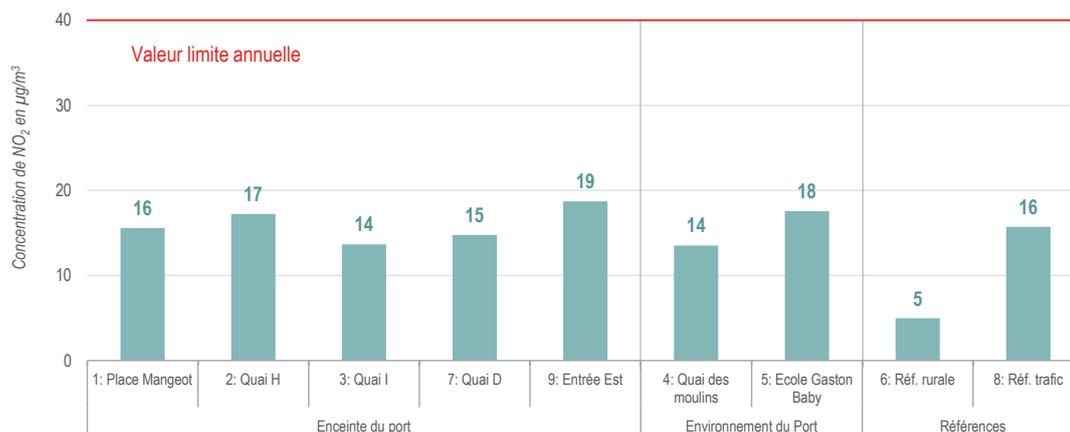
Cette différence est accentuée par une densité du bâti au centre-ville de Sète qui, au contraire, concentre la pollution à proximité des axes structurants.

Une évaluation des niveaux moyens de dioxyde d'azote ( $\text{NO}_2$ ) a été réalisée sur 9 sites dans l'environnement du port de Sète à partir de deux campagnes de mesures sur deux saisons contrastées : été 2021 (28 juin au 12 juillet 2021) et hiver 2021-2022 (11 janvier au 8 février 2022). Les données détaillées sont disponibles en annexe 6.

Les moyennes annuelles de NO<sub>2</sub> estimées à partir des deux campagnes de mesure sont **similaires dans l'enceinte portuaire à celles mesurées en milieu urbain aux alentours**, avec des variations de 14 µg/m<sup>3</sup> à 19 µg/m<sup>3</sup>. Les concentrations restent **nettement plus faibles que la valeur réglementaire annuelle** pour la protection de la santé (40 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle) sur l'ensemble des sites.



### Concentrations annuelles de NO<sub>2</sub> par site - Port de Sète 2021-2022



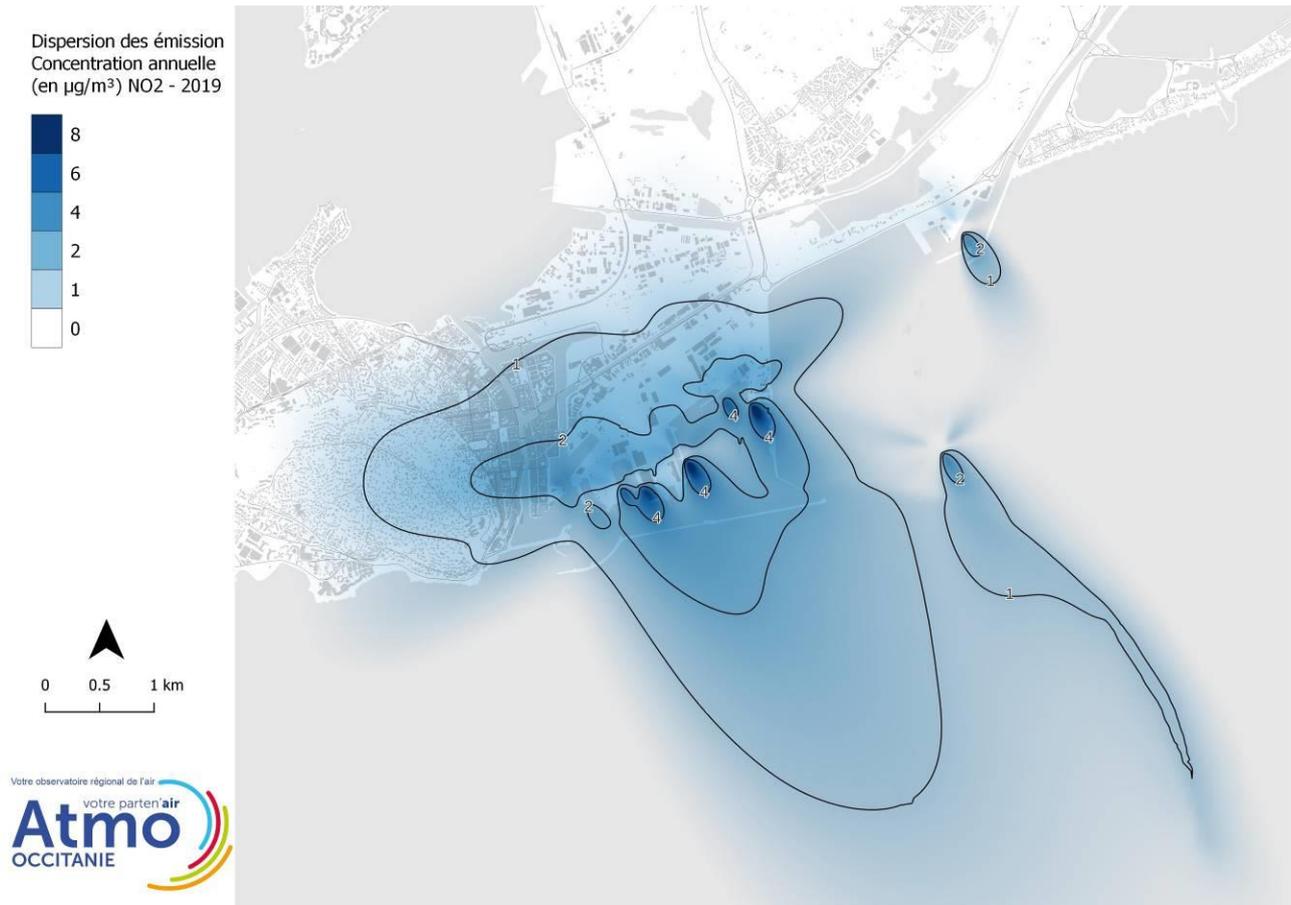
Les variations observées s'expliquent par :

- la proximité du trafic routier. Ainsi, les concentrations au bord de la RD600 (site n°8 : référence trafic) sont environ 3 fois plus élevées qu'en fond rural, à distance des principales sources d'émissions. De même, le site à l'entrée Est du port est le plus élevé dans l'enceinte du Port en raison du trafic routier important, circulant à proximité, dont de nombreux poids-lourds.
- l'environnement du site. Un milieu ouvert comme au niveau du quai I ou de la référence trafic permet une bonne dispersion de la pollution, à l'inverse de la mesure au centre-ville de Sète (Ecole Gaston Baby).

L'influence des activités du port de Sète-Frontignan sur les niveaux moyens de dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) dans son environnement n'a pu être mise en évidence au regard de ces deux facteurs majoritaires.

**Ces résultats confirment les concentrations cartographiées précédemment.**

Afin de visualiser spécifiquement l'impact du transport maritime sur les concentrations de NO<sub>2</sub>, la même modélisation a été réalisée en ne conservant que les émissions issues des navires lors de leurs escales au port de Sète.



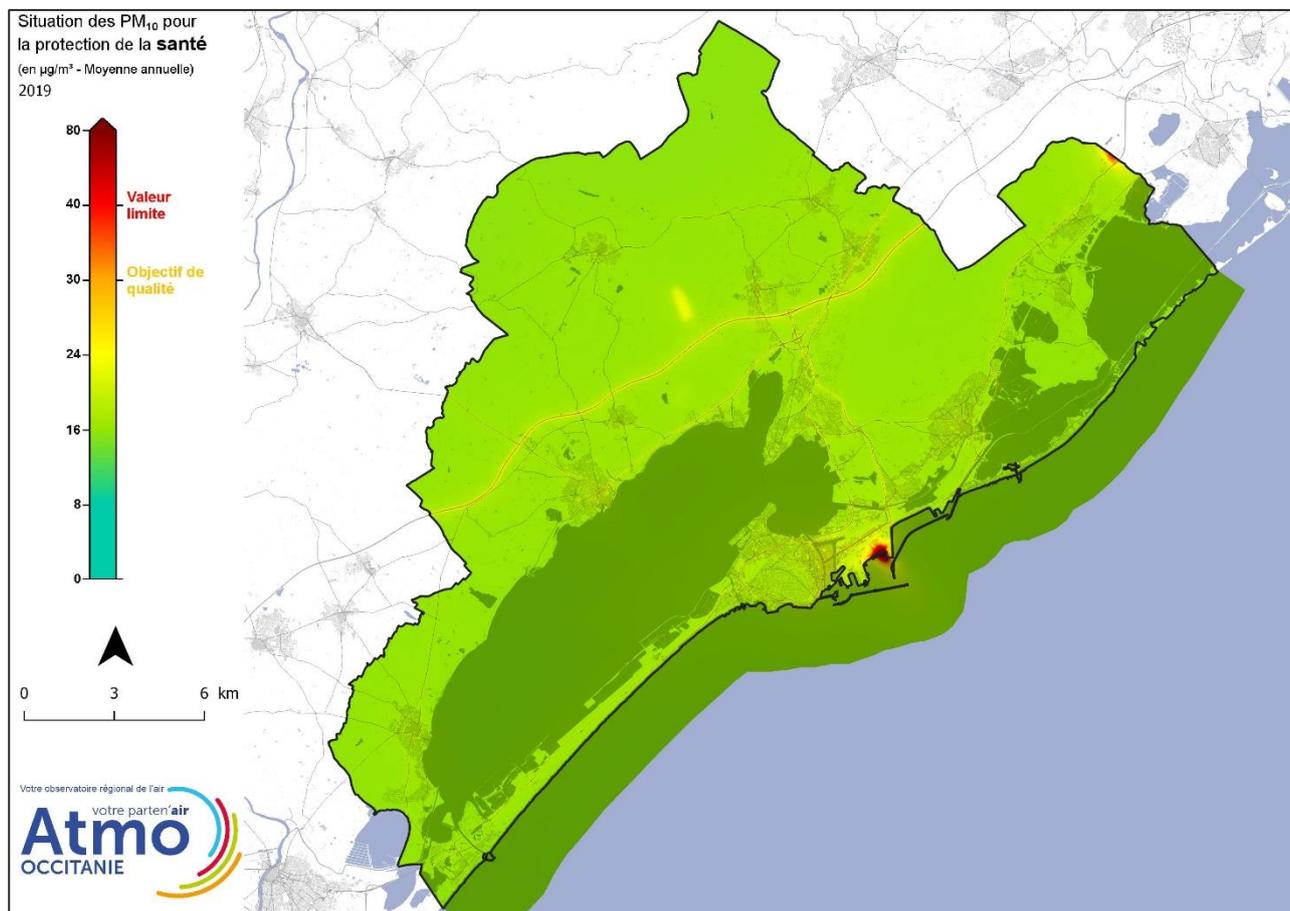
Les émissions des oxydes d'azote des navires surviennent principalement lorsqu'ils sont à quai, l'influence est visible sous les vents dominants des principales zones de stationnement des navires.

Ainsi les **panaches les plus importants sont orientés vers le Sud/Sud-Est**, poussés par la tramontane (vent de nord/nord-ouest). Ils présentent une contribution maximale d'environ  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , et ne dépasse pas  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  au-delà d'un kilomètre de distance du quai.

Les **vents secondaires, moins fréquents**, sont de secteur Sud-Ouest à Est et **exposent davantage les populations et usagers dans les environs du port**. La **contribution du trafic maritime** aux concentrations de NO<sub>2</sub> au centre-ville de Sète serait ainsi **comprise entre 1 et 3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$** .

## 4.2. Concentrations annuelles de PM<sub>10</sub>

La carte ci-dessous présente les concentrations moyennes en particules PM<sub>10</sub> **pour l'année 2019** sur le territoire de Sète Agglopôle Méditerranée. Un zoom sur la zone portuaire et ses alentours est présenté page suivante.



**Les concentrations de PM<sub>10</sub> les plus élevées du territoire sont localisées dans l'enceinte du port, au niveau du terminal vraquier, avec des valeurs supérieures à la valeur limite annuelle (40 µg/m<sup>3</sup>).**

A la limite du territoire de l'agglomération, au Nord de Mireval, **les abords de la carrière de Villeneuve-lès-Maguelone seraient également concernés par des concentrations élevées.**

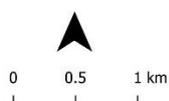
Les abords des axes routiers les plus empruntés présentent des concentrations moyennes annuelles de l'ordre de 30 µg/m<sup>3</sup>, qui diminuent rapidement avec la distance. La pollution de fond est environ de 20 µg/m<sup>3</sup> en milieu urbain sétois et proche de 15 µg/m<sup>3</sup> en fond rural. **Ainsi, moins de 100 habitants sont exposés à des concentrations supérieures à l'objectif de qualité annuel pour la protection de la santé (30 µg/m<sup>3</sup>).**

Sur la plateforme portuaire, **les fortes émissions dues à la manutention du vrac agro conduisent à des concentrations moyennes qui seraient supérieures à la valeur limite** pour la protection de la santé humaine. La zone concernée fait environ 0,1 km<sup>2</sup> au niveau du terminal vraquier et reste **circonscrite à l'intérieur de l'enceinte portuaire**. La zone d'influence s'étire vers le Sud-Est par rapport au quai, en raison des vents dominants soufflant du Nord-Ouest.

Ainsi, les premiers bâtiments au Nord du terminal vraquier seraient en moyenne davantage impactés par les particules émises par le trafic routier empruntant l'avenue Gilbert Martelli que par les émissions dans l'enceinte du port.

**En revanche, aucune influence significative du trafic maritime n'est mise en évidence sur les concentrations moyennes de particules PM<sub>10</sub>.**

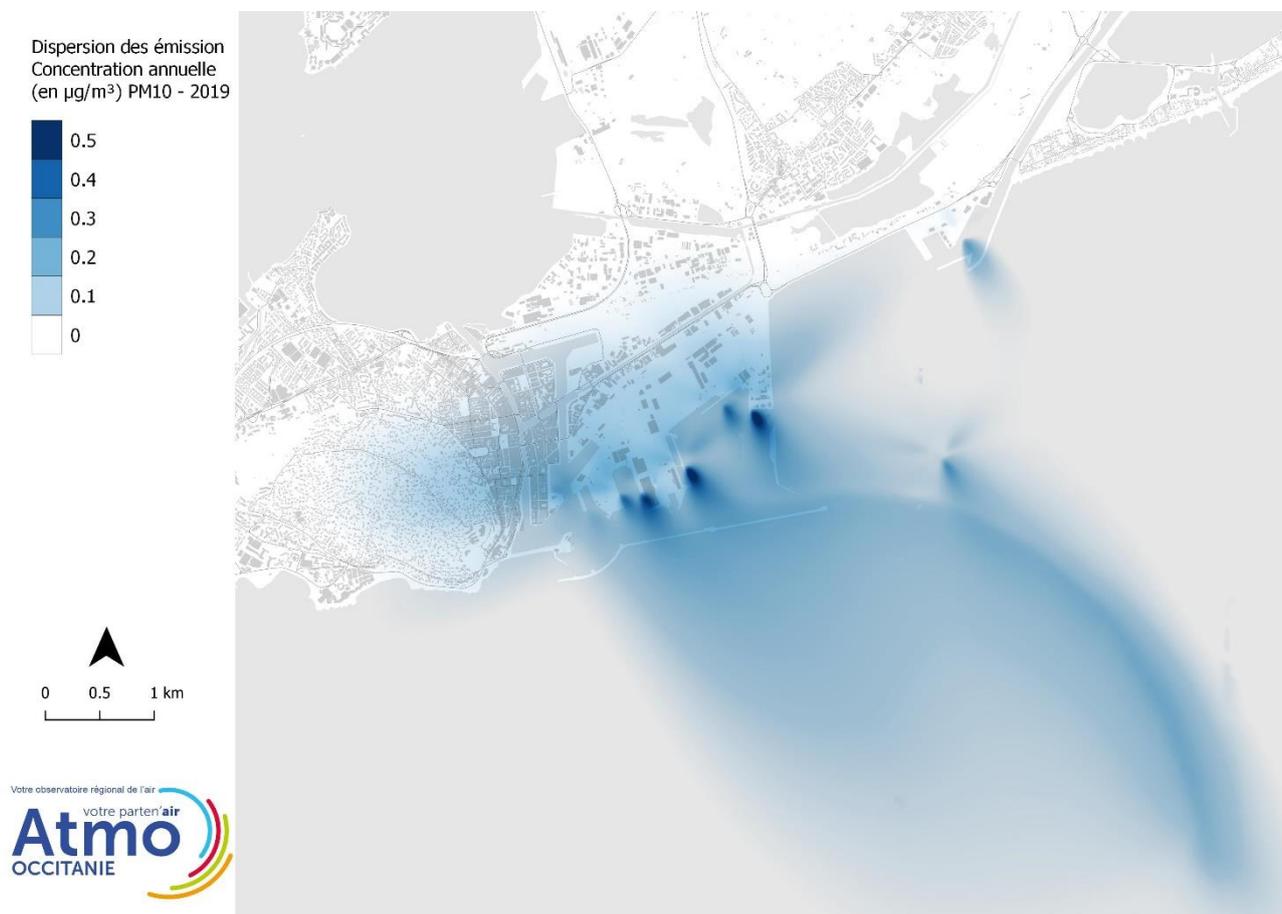
Situation des PM<sub>10</sub> pour  
la protection de la **santé**  
(en µg/m<sup>3</sup> - Moyenne annuelle)  
2019



Votre observatoire régional de l'air  
votre parten'air  
**Atmo**  
OCCITANIE



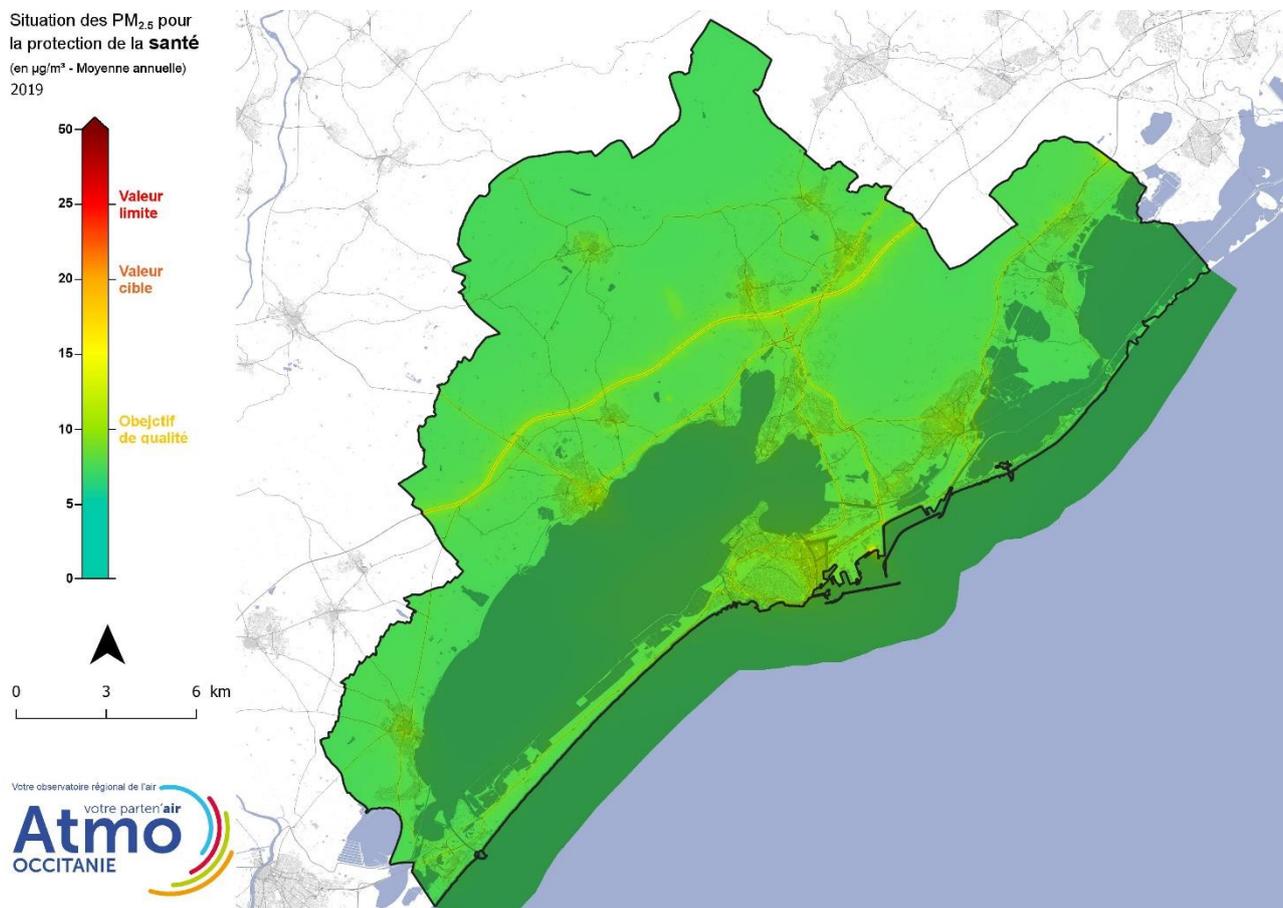
Afin de visualiser spécifiquement l'impact du transport maritime sur les concentrations de  $PM_{10}$ , la même modélisation a été réalisée en ne conservant que les émissions issues des navires lors de leurs escales au port de Sète.



Comme pour le  $NO_2$ , la contribution du trafic maritime aux concentrations de  $PM_{10}$  est maximale au Sud-Est des principaux quais du fait de la dispersion des émissions par les vents dominants. Les valeurs sont cependant nettement plus faibles, inférieures à  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , sur l'ensemble du domaine et aux alentours de  $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sur le centre-ville de Sète.

### 4.3. Concentrations annuelles de PM<sub>2.5</sub>

La carte ci-dessous présente les concentrations moyennes en particules PM<sub>2.5</sub> **pour l'année 2019** sur le territoire de Sète Agglopôle Méditerranée. Un zoom sur la zone portuaire et ses alentours est présenté page suivante.



**L'ensemble du territoire de Sète Agglopôle Méditerranée respecte la valeur limite annuelle pour la protection de la santé ( $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).**

**La valeur cible annuelle ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) n'est pas respectée en de rares endroits** au plus près de l'autoroute A9 ainsi qu'au niveau du terminal vraquier, **sans que la population riveraine n'y soit exposée.**

**Le long des principaux axes de circulation, les concentrations sont légèrement supérieures à l'objectif de qualité annuel ( $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) La population riveraine exposée est de 17 650 habitants, soit 14% des habitants du territoire.** Les concentrations diminuent rapidement avec la distance aux principales sources d'émissions. La pollution de fond en milieu urbain comme rural est de  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

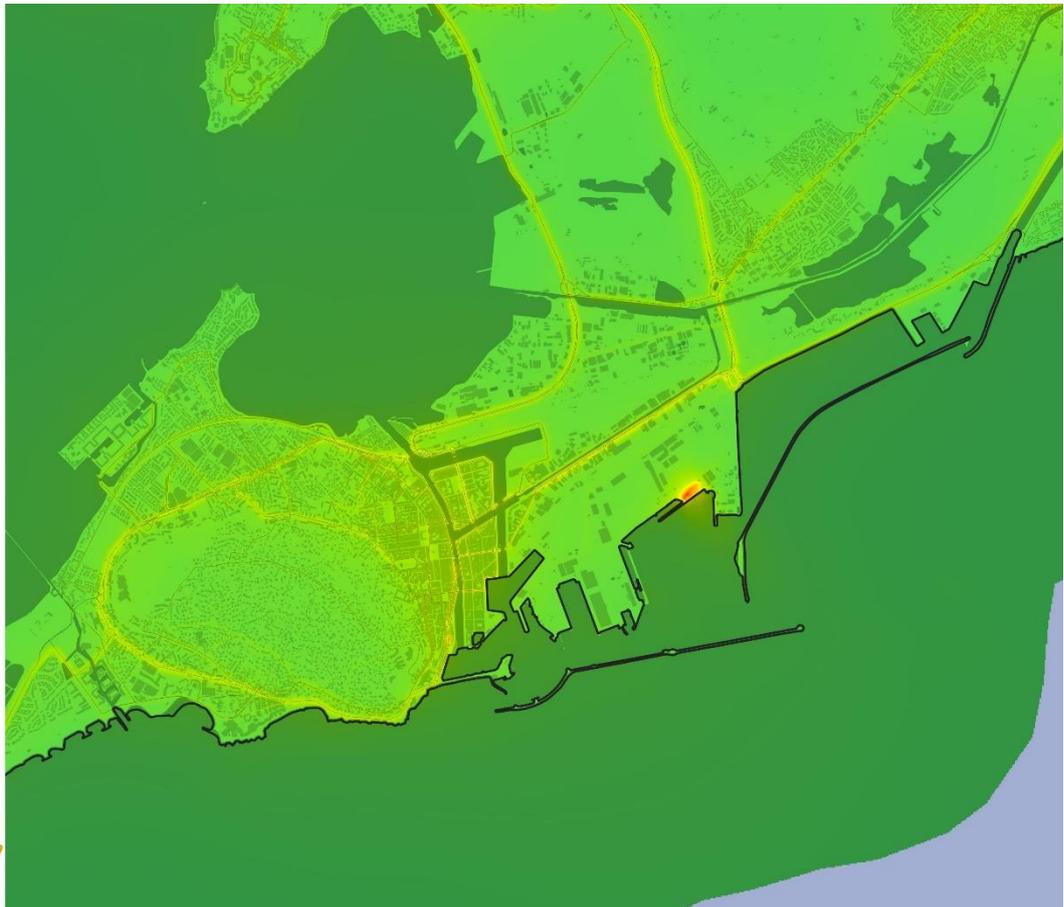
Sur la plateforme portuaire, **les émissions dues à la manutention du vrac agroalimentaire émettraient principalement des particules grossières. Les concentrations moyennes en  $PM_{2.5}$  au niveau du terminal vraquier seraient ainsi beaucoup moins impactées que celles des  $PM_{10}$ .**

**Aucune influence significative du trafic maritime n'est mise en évidence sur les concentrations moyennes de particules  $PM_{2.5}$ .**

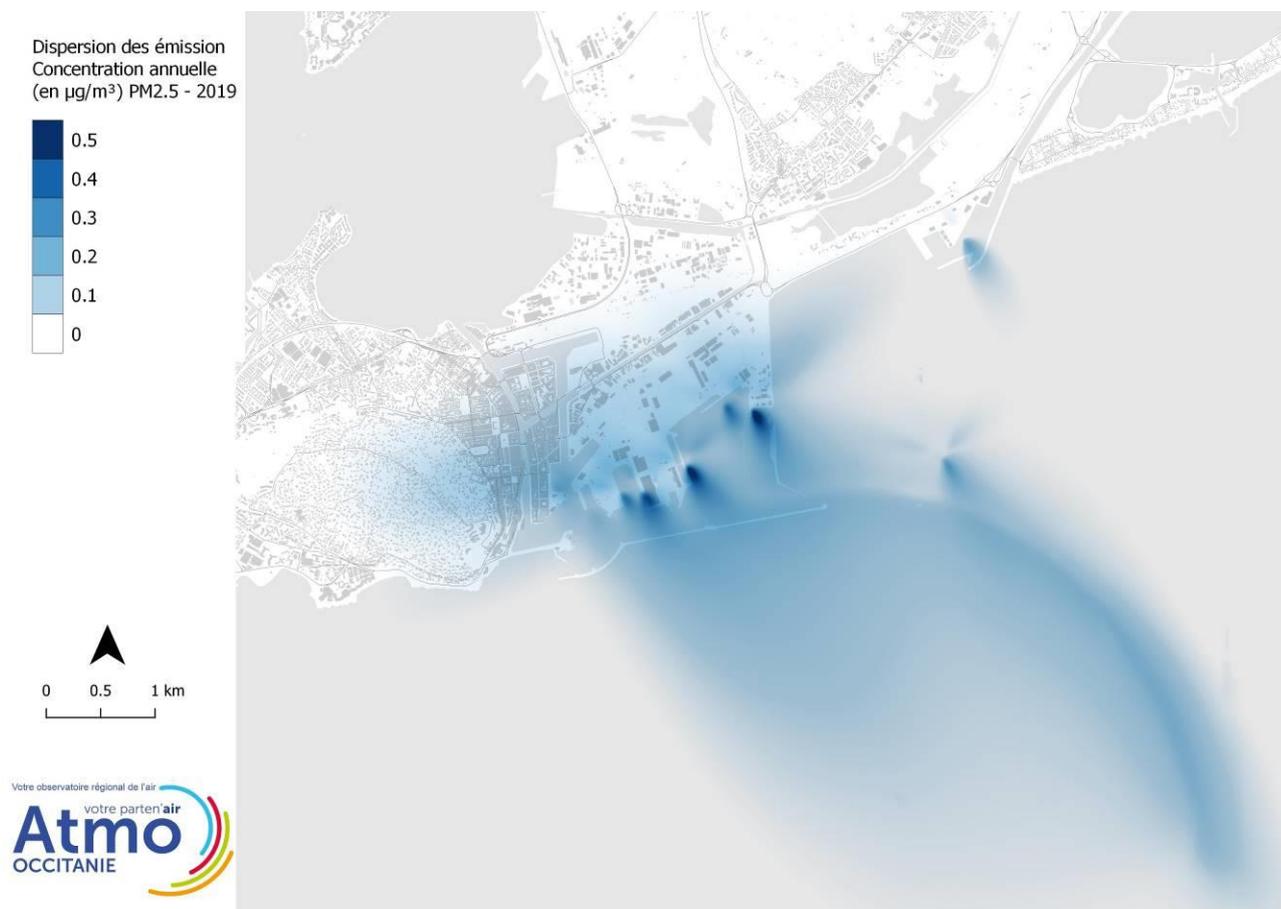
Situation des  $PM_{2.5}$  pour la protection de la **santé**  
(en  $\mu g/m^3$  - Moyenne annuelle)  
2019



Votre observatoire régional de l'air  
votre parten'air  
**Atmo**  
OCCITANIE



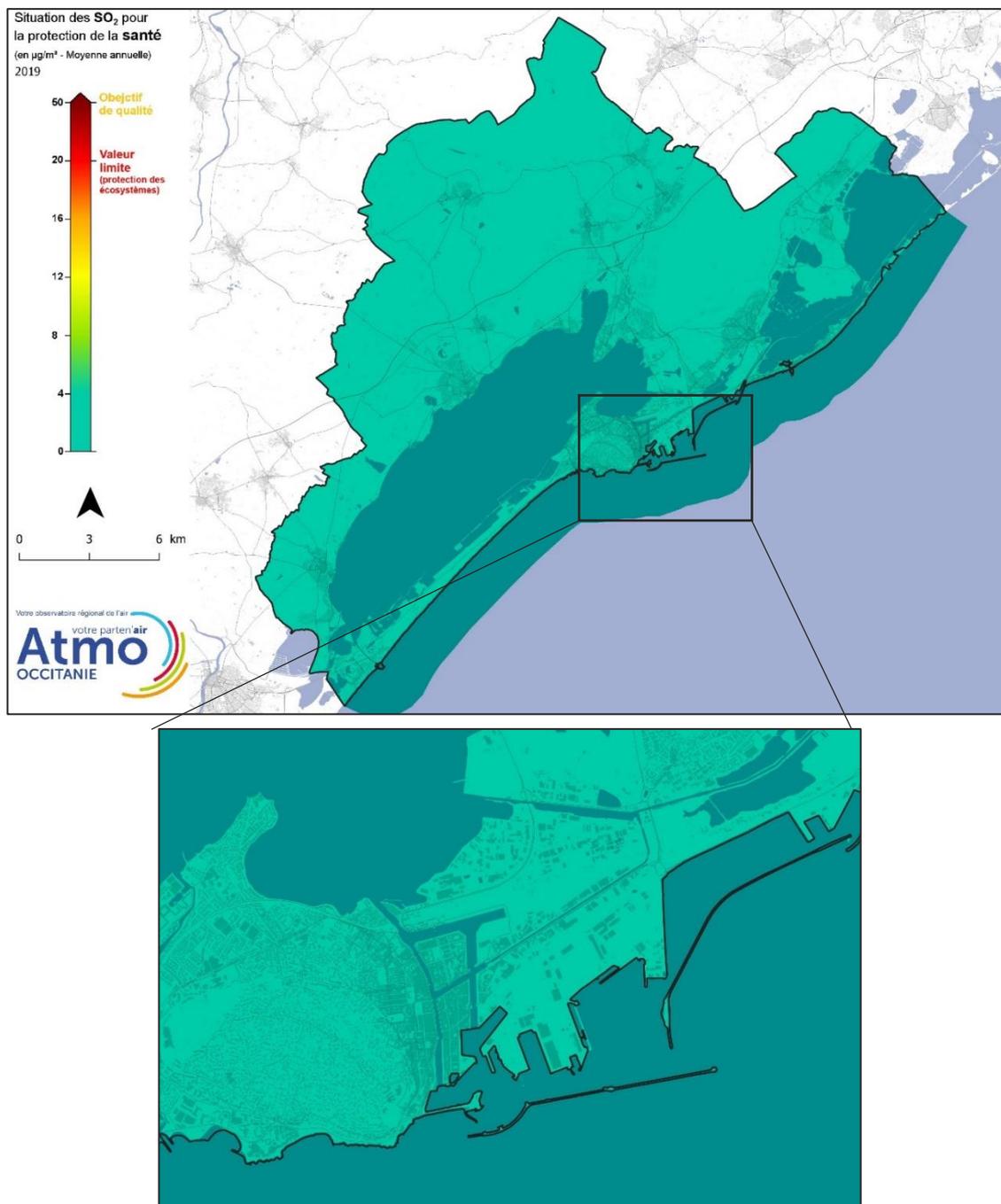
Afin de visualiser spécifiquement l'impact du transport maritime sur les concentrations de particules fines  $PM_{2.5}$ , la même modélisation a été réalisée en ne conservant que les émissions issues des navires lors de leurs escales au port de Sète.



La cartographie obtenue pour les  $PM_{2.5}$  est similaire à celle des  $PM_{10}$  à un léger facteur près. La contribution du trafic maritime est maximale au Sud-Est des principaux quais, avec un maximum de  $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Au centre-ville de Sète, cette contribution est inférieure à  $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

## 4.4. Concentrations annuelles de SO<sub>2</sub>

La carte ci-dessous présente les concentrations moyennes en dioxyde de soufre SO<sub>2</sub> **pour l'année 2019** sur le territoire de Sète Agglopolé Méditerranée, ainsi qu'un zoom sur la zone portuaire et ses alentours.



**Les concentrations de SO<sub>2</sub> sont homogènes** sur l'ensemble du territoire de Sète Agglopolé Méditerranée, avec environ 2 µg/m<sup>3</sup>. **Les seuils réglementaires sont ainsi largement respectés**, le plus contraignant étant la valeur limite pour la protection des écosystème égale à 20 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle.

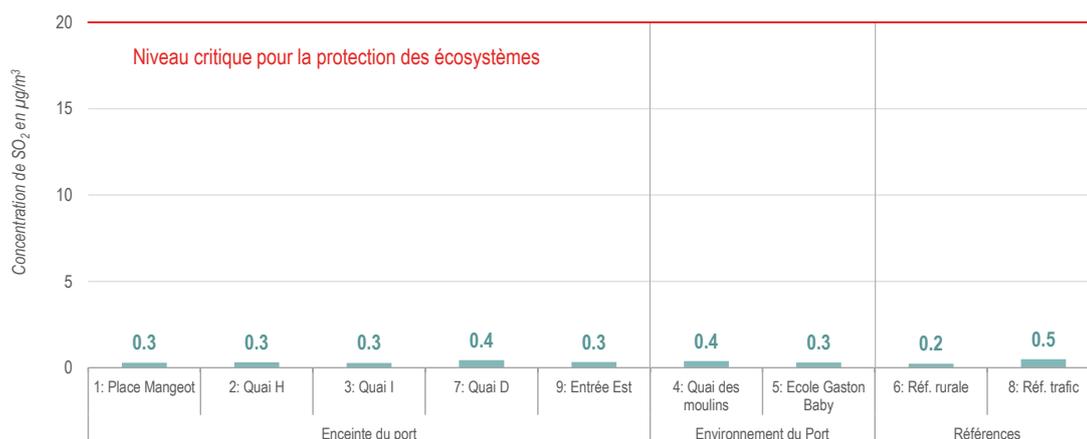
**Aucune influence des activités portuaires n'est mise en évidence sur les niveaux annuels moyens de SO<sub>2</sub>.** Ce résultat s'explique notamment par des émissions qui ont principalement lieu ponctuellement lors de la phase d'approche et de départ des navires, à distance des quais.

Une évaluation des niveaux moyens de dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) a été réalisée sur 9 sites dans l'environnement du port de Sète à partir de deux campagnes de mesures sur deux saisons contrastées : été 2021 (28 juin au 12 juillet 2021) et hiver 2021-2022 (11 janvier au 8 février 2022). Les données détaillées sont disponibles en annexe 6.

Les moyennes annuelles de dioxyde de soufre estimées à partir des deux campagnes de mesure sont **homogènes entre les différents sites, indépendamment de leur environnement**, proches de 0,3 µg/m<sup>3</sup>.



### Concentrations annuelles de SO<sub>2</sub> par site - Port de Sète 2021-2022



**Ces résultats confirment les concentrations cartographiées précédemment et que les émissions de SO<sub>2</sub> sur le territoire de Sète Agglopôle Méditerranée sont faibles.**

## 5. Mesure de l'impact des activités du port

Les différents dispositifs de mesures ont été installés **entre 2021 et 2022**, période marquée par des restrictions encore présentes en raison du **contexte sanitaire**. Les activités portuaires ont ainsi connu des périodes avec une **activité réduite ou au contraire particulièrement intense**, notamment au niveau du transport de voyageur.

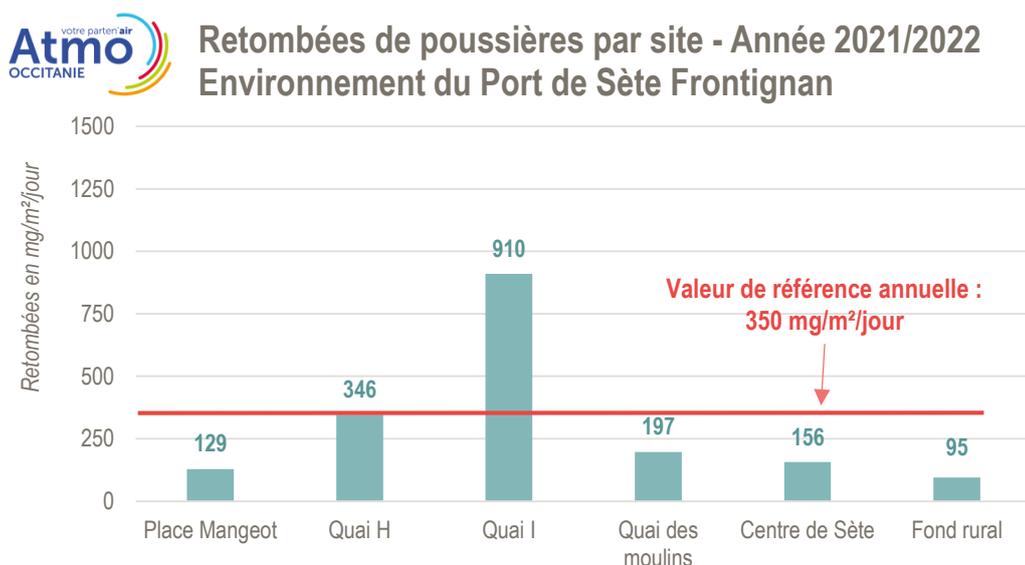
En effet, après un arrêt complet des escales de ferries début 2021, le **nombre de ferries a été très important au cours de l'été 2021**, avec des lignes entre le Maghreb et l'Espagne qui sont restées fermées. Beaucoup de trafic s'est reporté sur le port de Sète-Frontignan, avec 165 000 passagers entre juin et septembre 2021 contre 125 000 une année "classique", avant la crise sanitaire.

### 5.1. Impact à proximité du port vraquier

#### 5.1.1. Valeurs de référence dépassées à proximité du port vraquier

Concernant les retombées totales, il n'existe pas en France, de seuils réglementaires. Les résultats de ce suivi sont donc mis en perspective de la situation de fond sur le secteur et des valeurs de référence existantes dans plusieurs pays européens.

En moyenne sur une année complète, du 17 mars 2021 au 10 mars 2022, **les retombées de poussières totales les plus élevées sont mesurées dans l'enceinte du port de Sète-Frontignan**. En particulier, le « quai I » présente des retombées près de 2,5 fois supérieures à la valeur de référence annuelle, et plus de 4 fois plus élevées qu'à l'extérieur du port. Ces fortes valeurs illustrent **l'impact des activités de manutention et de stockage au niveau du terminal vraquier**, également visible sur les cartographies 2019 des concentrations en particules en suspension PM<sub>10</sub>.



Dans une moindre mesure, les retombées de poussières totales au « quai H » sont également plus élevées qu'à l'extérieur de l'enceinte du port, très proche de la valeur de référence annuelle. Les activités portuaires (manutention notamment) ainsi que l'entreprise Lafarge proche (broyage de clinker pour la production de ciment) peuvent expliquer cette valeur.

**A l'exception du plomb, les mêmes variations entre site sont observées pour tous les métaux quantifiés dans ces retombées**, avec des retombées plus importantes dans l'enceinte du port. Ce résultat s'explique principalement par l'empoussièrement plus important dans l'enceinte du port et **non à une composition plus métalliques des poussières**. Comme pour les poussières totales, **la valeur de référence annuelle pour les retombées d'arsenic est également dépassée au terminal vraquier** (quai I).

Métaux ( $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$ )	Retombées atmosphériques moyennes autour du port de Sète Frontignan – Mars 2021 à mars 2022		Valeur de référence (annuelle)
	A l'extérieur du port	Dans l'enceinte du port	
Arsenic	0,4 à 1,2	2,2 à <b>5,3</b>	4
Cadmium	0,09 à 0,14	0,15 à 0,28	2
Nickel	1,4 à 4,1	8,9 à 10,8	15
Plomb	1,9 à 9,7	3,5 à 4,8	100
Vanadium	1,9 à 5,2	12,2 à 39,7	Pas de valeur de référence

## 5.1.2. Influence limitée à l'extérieur de l'enceinte portuaire

### Poussières totales

**Les niveaux diminuent rapidement avec la distance** et, à l'extérieur du port, avec des retombées de poussières totales entre 100 et 200  $\text{mg}/\text{m}^2/\text{jour}$ . Ainsi, au niveau du « quai des moulins », zone extérieure proche du terminal vraquier, les retombées sont proches de la référence urbaine au centre-ville de Sète.

**L'influence des activités portuaires sur les retombées de poussières totales est ainsi faible à l'extérieur du port**. Les valeurs mesurées sont similaires aux empoussièrement de fond du département, observés à distance des principales sources de poussières : les 12 autres suivis réalisés par Atmo Occitanie sur l'Hérault en 2021 indiquent un empoussièrement variant de 98 à 331  $\text{mg}/\text{m}^2/\text{jour}$ , pour une moyenne de 178  $\text{mg}/\text{m}^2/\text{jour}$ .

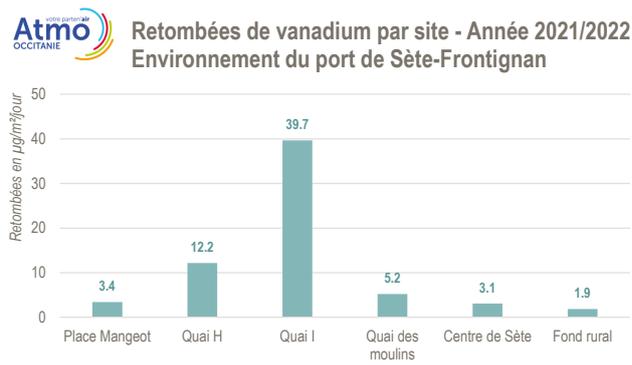
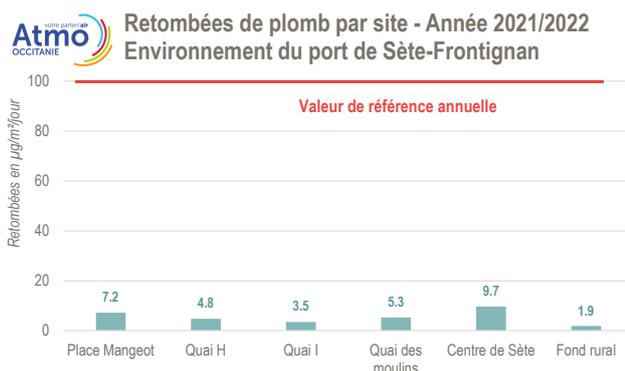
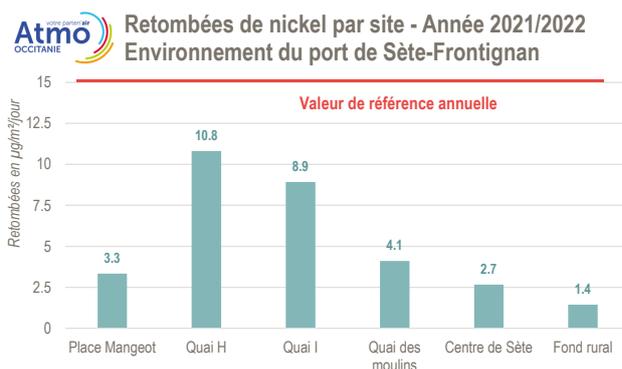
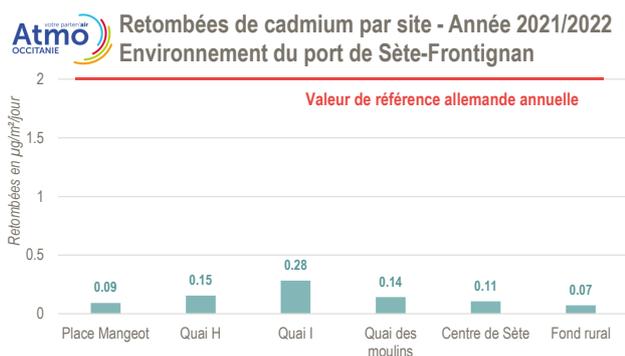
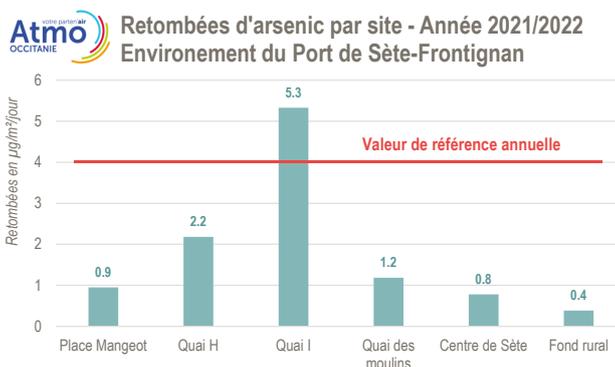
Ces résultats confirment les conclusions du suivi réalisé entre 2002 et 2020, qui s'intéressait uniquement aux retombées de poussières sèches : **une forte influence du port vraquier sur l'empoussièrement de son environnement immédiat sous la Tramontane, qui est faible voire inexistante ailleurs**.

### Métaux

Comme pour les poussières totales, les retombées d'arsenic, cadmium, nickel et vanadium sont faibles et relativement homogènes à l'extérieur du port plus de 3 fois inférieures aux valeurs de référence aux alentours du port.

L'influence des activités portuaires, notamment au terminal vraquier, sont ainsi très **faibles voire inexistantes**.

Les retombées de plomb ne sont pas plus élevées dans l'enceinte du port.



## 5.2. Impact des activités de ferries à proximité du Mole Masselin

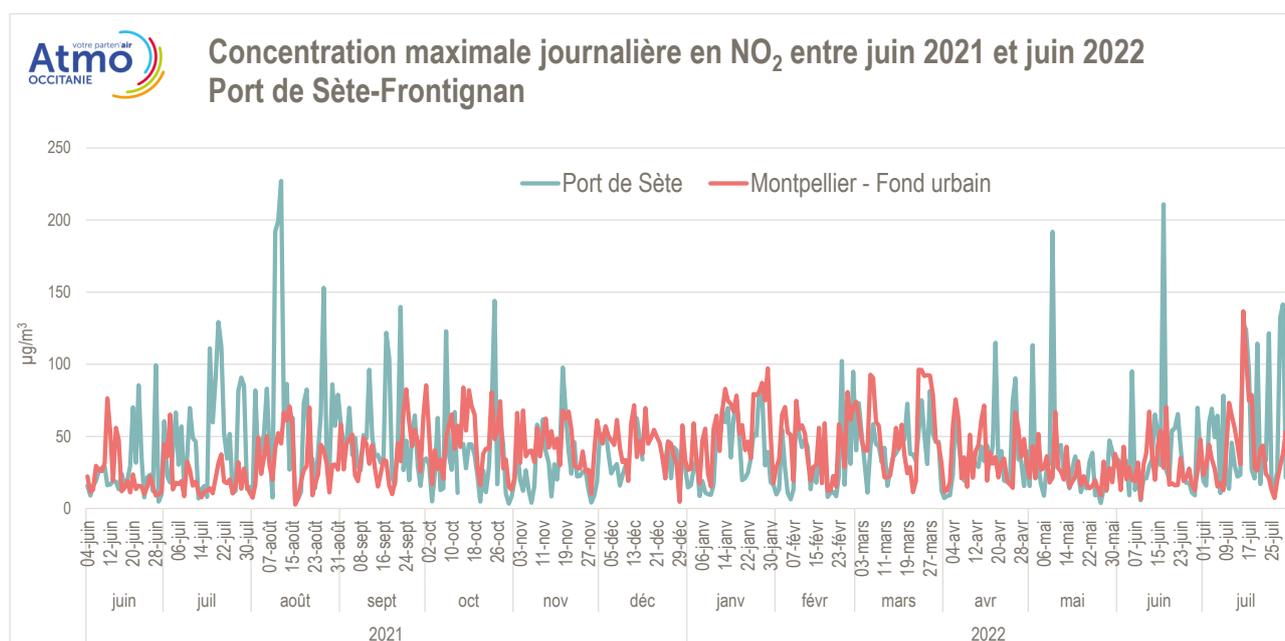
La station de mesure a été installée quai D de juin 2021 à juin 2022, à proximité notamment du mole Masselin où se déroule les embarquements et débarquements des ferries. Les polluants mesurés en continue étaient :

- le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) et le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) ;
- les particules PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> et PM<sub>1</sub> respectivement de diamètre plus faible que 10 µm, 2,5 µm et 1 µm ;
- les particules ultrafines (PUF), permettant de compter les particules jusqu'à 7 nm.

Les mêmes métaux que dans les retombées sont suivis en air ambiant, à l'aide de prélèvement mensuel : Arsenic (As), Cadmium (Cd), Nickel (Ni), Plomb (Pb) et Vanadium (V).

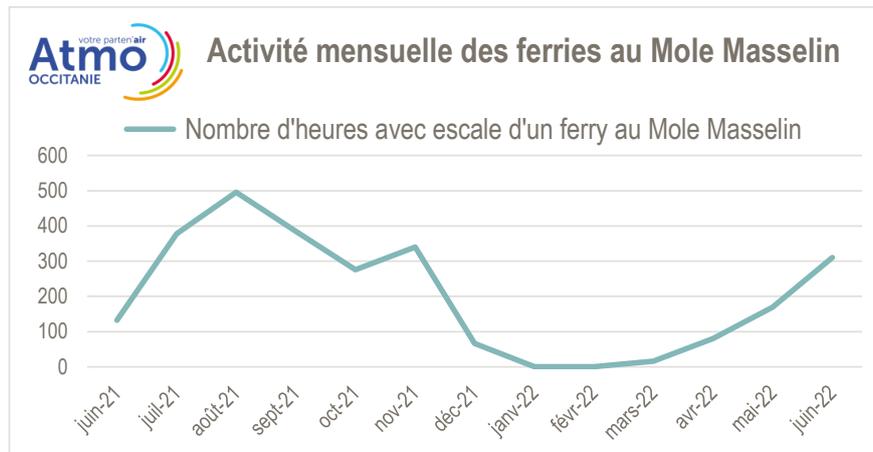
Les concentrations moyennes mesurées sont conformes aux cartographies produites sur l'année de référence 2019. Les niveaux moyens pour l'ensemble des polluants suivis sont plus faibles ou similaires au fond urbain montpelliérain, et respectent les différentes valeurs réglementaires (cf. annexe 6).

Sur l'année de mesure, des pics de concentrations plus importants qu'en fond urbain montpelliérain sont cependant observés au niveau du quai D du Port de Sète-Frontignan. Comme illustré avec les maximas quotidiens pour le dioxyde d'azote ci-dessous, ces pics sont principalement présents lors des périodes chaudes.



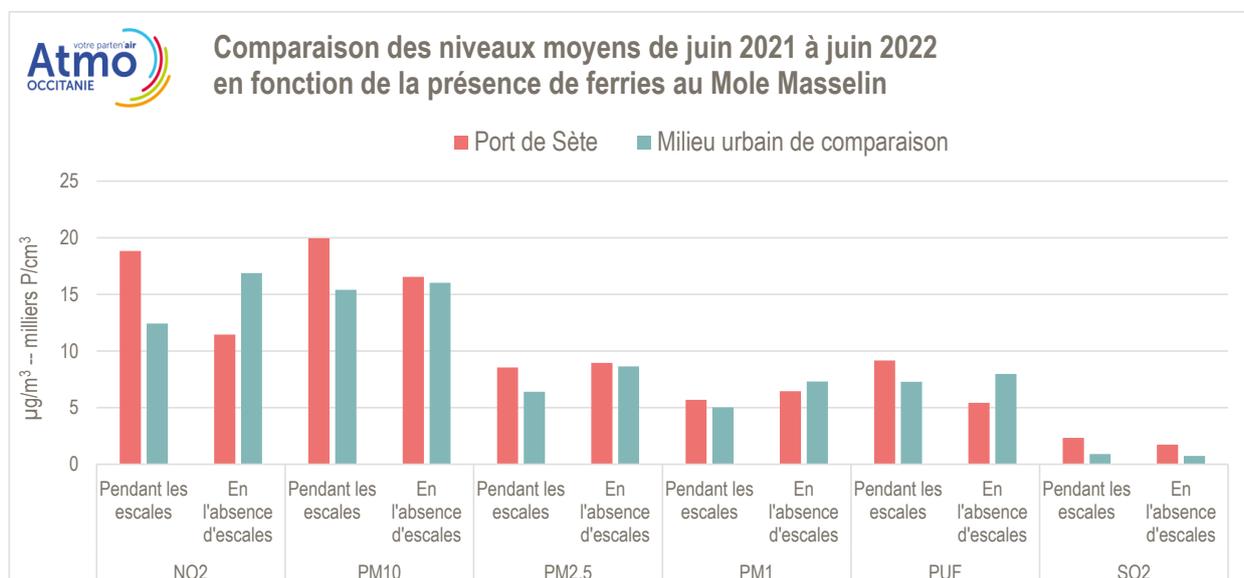
Ces concentrations horaires plus élevées coïncident avec la **période de forte activité des ferries de voyageur au Mole Masselin**, illustré sur le graphique page suivante. A l'inverse, de décembre 2021 à mars 2022, il n'y a presque aucun ferry à quai au Mole Masselin et les concentrations maximales mesurées chaque jour sont comparables au fond urbain montpelliérain.

Pour rappel, l'été 2021 a été exceptionnel en terme d'activité des ferries au Mole Masselin, avec un report de lignes régulières entre le Maroc et l'Espagne, fermées en raison du contexte sanitaire, vers le port de Sète.



En isolant les heures de présence de ferries à proximité du quai D au Mole Masselin (24% du temps), l'**influence des escales de ferries est visible sur l'ensemble des polluants** :

- le NO<sub>2</sub> et les PUF présentent ainsi des niveaux moyens plus faibles au Port de Sète qu'en milieu urbain, sauf lors des escales de ferries.
- pour les particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>, le niveau moyen est légèrement plus élevé au port de Sète qu'en fond urbain montpelliérain en présence de ferries. Cet écart n'est en moyenne pas significatif le reste du temps.
- pour le SO<sub>2</sub>, les concentrations moyennes sont faibles, proches des limites de quantifications de l'appareil.

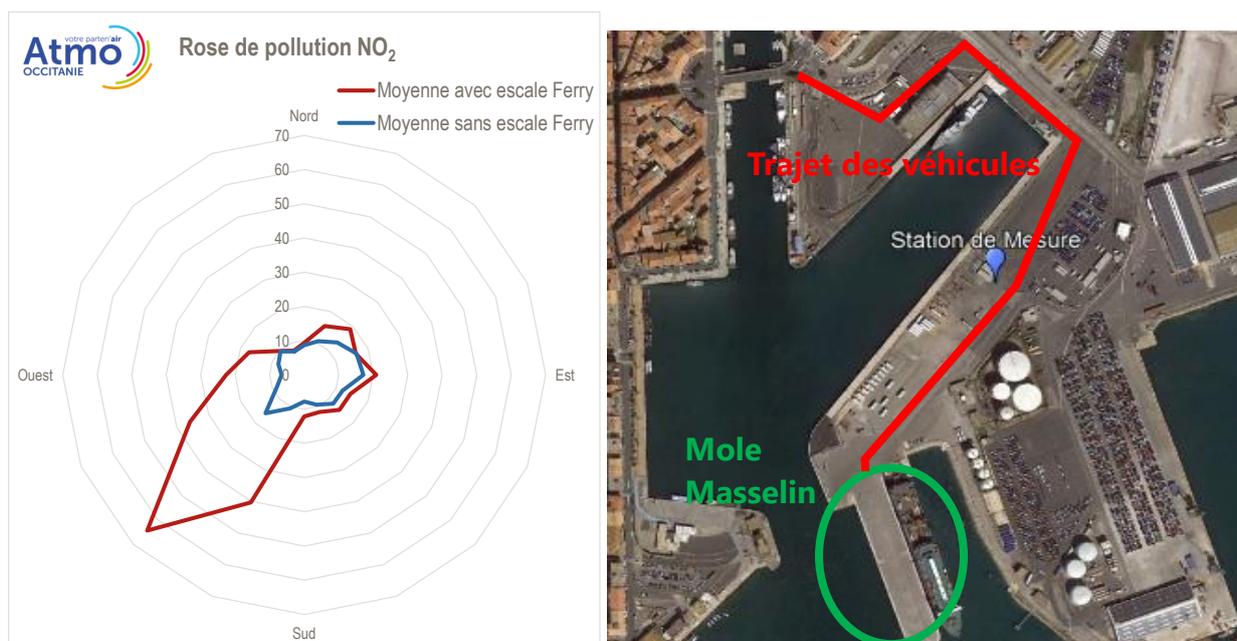


Milieu urbain de comparaison : Montpellier pour NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> / Toulouse pour PM<sub>1</sub> et PUF / milieu urbain industriel en Haute-Garonne pour le SO<sub>2</sub>

## 5.3. Pics de concentrations fonction du vent

### 5.3.1. Influence des moteurs de ferries sous les vents pour le NO<sub>2</sub>, le SO<sub>2</sub> et les particules ultrafines

La rose de pollution ci-dessous représente la moyenne des concentrations mesurées au niveau du quai D en fonction de l'origine du vent pour le dioxyde d'azote. Deux situations sont considérées, en fonction de la présence (en rouge) ou de l'absence (en bleu) de ferries au mole Masselin.

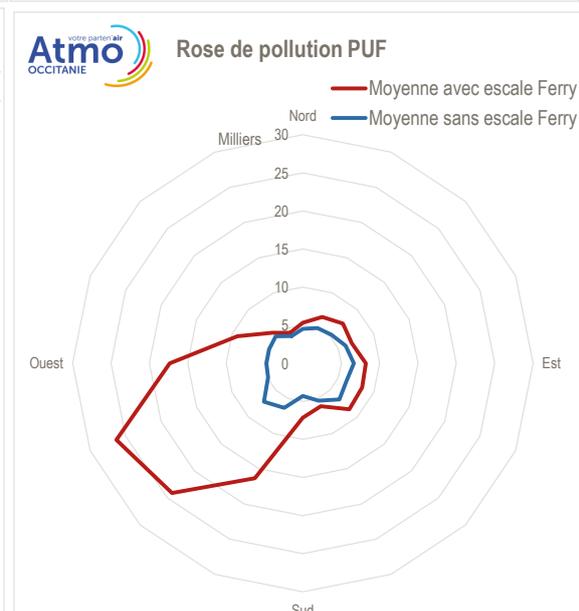
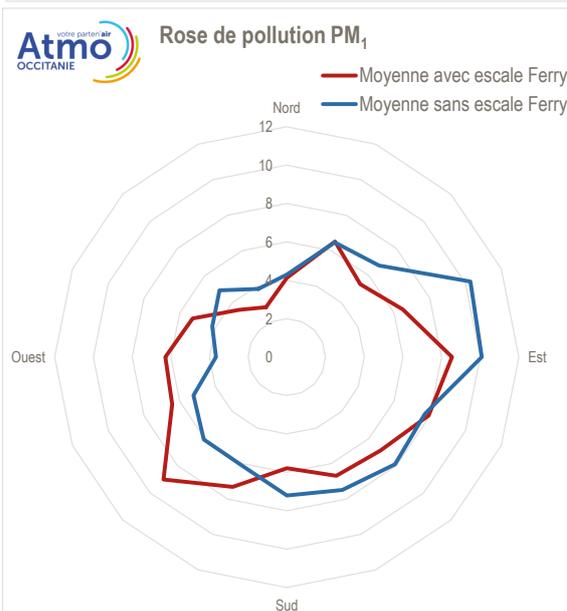
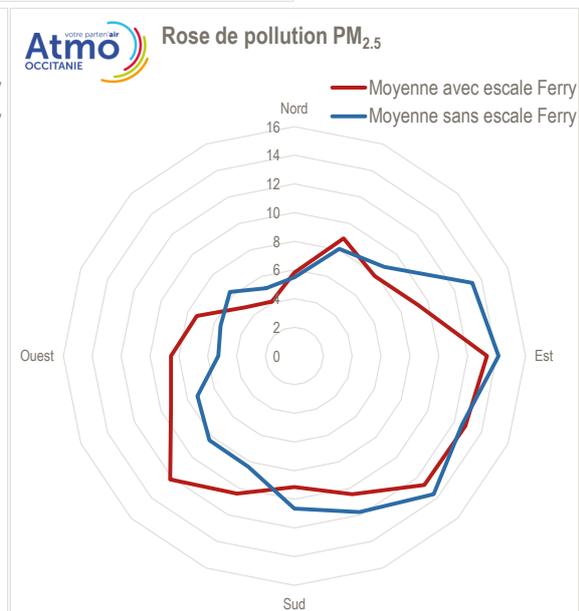
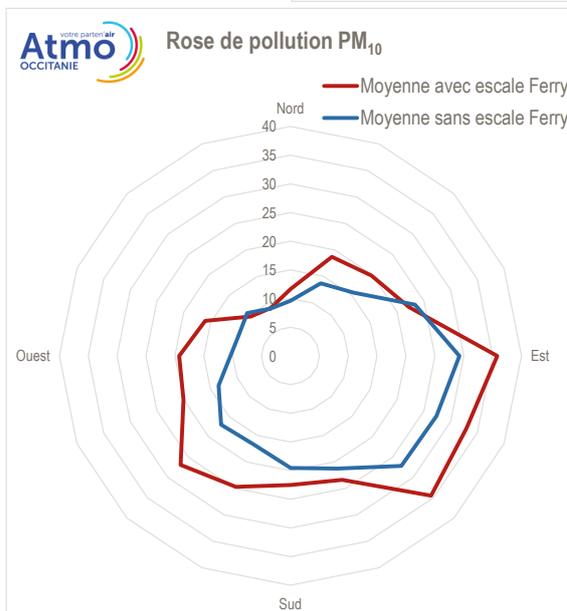
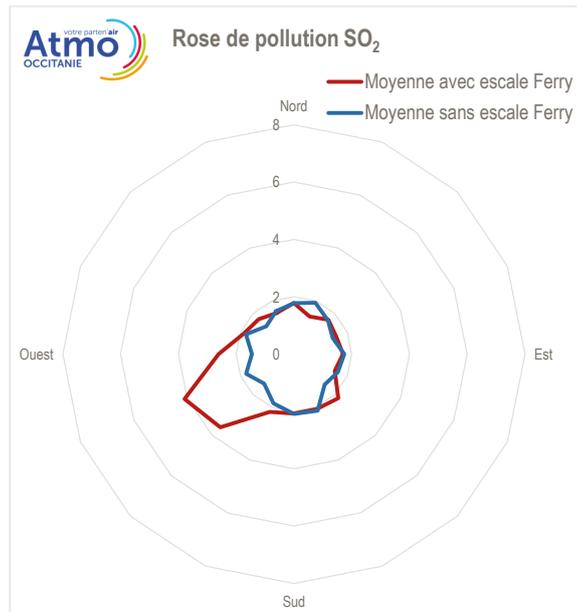


Les concentrations moyennes de NO<sub>2</sub> en l'absence de ferries sont ainsi relativement homogènes, entre 8 et 17 µg/m<sup>3</sup>, quelle que soit la direction du vent.

Par contre, pendant les escales de ferries, les concentrations de NO<sub>2</sub> sont multipliées par quatre lorsque le vent provient du Sud-Ouest (et souffle donc vers le Nord-Est). Comme illustré sur le plan ci-dessous, il s'agit d'une configuration où la station de mesure est directement sous les vents des ferries à quai au mole Masselin. Lorsque le vent provient d'une autre direction, les concentrations de NO<sub>2</sub> restent similaires en présence ou en absence de ferries à quai.

Cette même influence se retrouve sur les concentrations de particules ultrafines (PUF) et de SO<sub>2</sub>, comme le montrent les roses de pollution respectives page suivante, avec des concentrations multipliées par 2,5 à 5 fois quand les deux conditions, ferry à quai et vent du Sud-Ouest, sont réunies. En particulier, il est intéressant de noter que le **comportement des particules ultrafines au quai D** est plus **proche de celui des polluants gazeux mesurés** (NO<sub>2</sub> et SO<sub>2</sub>), que de celui des autres fractions particulaires (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> ou PM<sub>1</sub>).

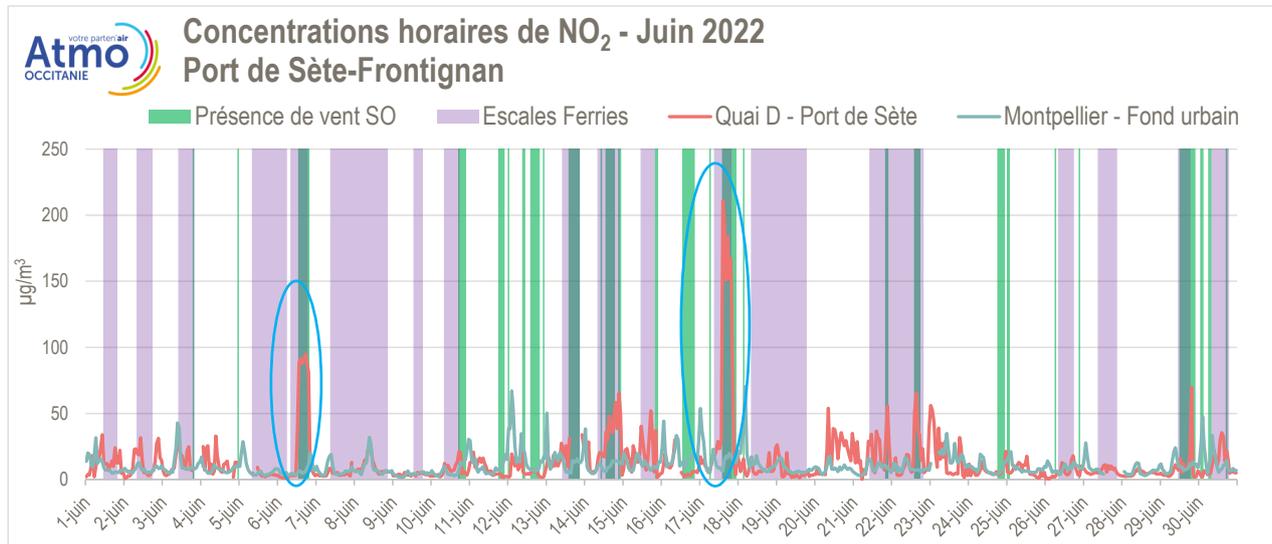
**Ainsi, l'influence des escales de ferries sur les concentrations de NO<sub>2</sub>, PUF et SO<sub>2</sub> mesurées au niveau du « quai D » est principalement mesurée par vent en provenance du Sud-Ouest, ce qui indique que les principales hausses de concentration de ces polluants sont liées aux émissions des ferries au Mole Masselin.** Ces émissions sont, comme détaillées précédemment, majoritairement dues au fonctionnement à quai des moteurs auxiliaires.



Roses de pollution avec ou sans escales de ferries – Port de Sète-Frontignan – Juin 2021 à juin 2022

Cette influence des ferries au Mole Masselin par vent de Sud-Ouest est également mise en évidence en représentant sur le même graphique :

- les concentrations horaires de NO<sub>2</sub> mesurées au quai D ;
- les périodes avec escales de ferries ;
- les périodes pendant lesquels le vent était de secteur Sud-Ouest.

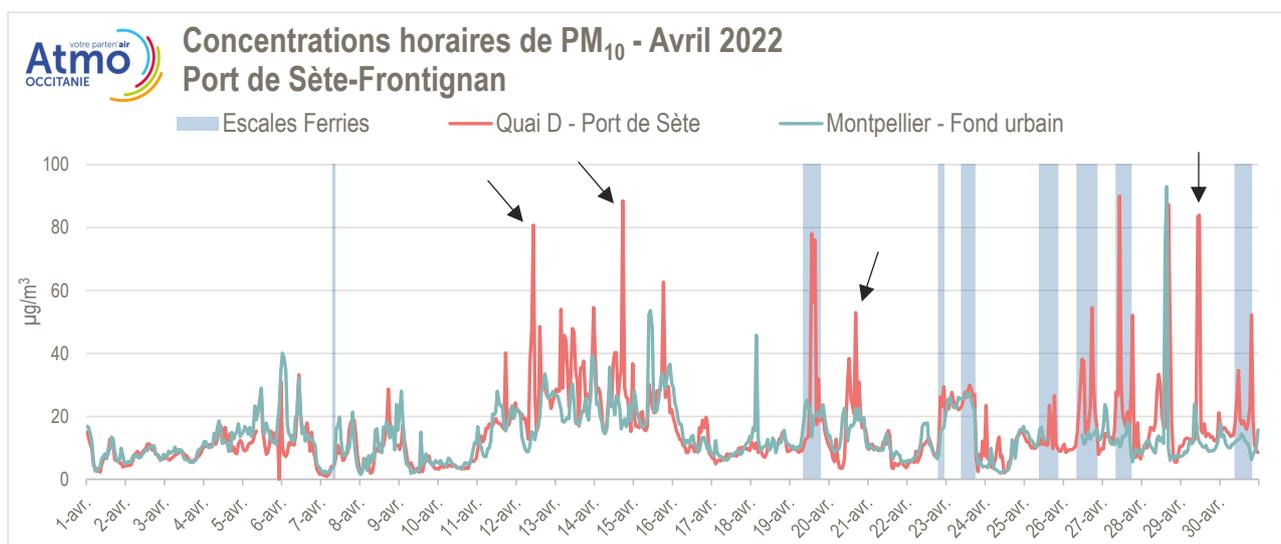


Les pics de concentrations (entourés en bleu sur le graphique) sont observés uniquement lors de la conjonction d'un ferry au Mole Masselin, en violet, par vent de Sud-Ouest, périodes en vert.

### 5.3.2. Plusieurs sources de PM<sub>10</sub> présentes sur la zone portuaire

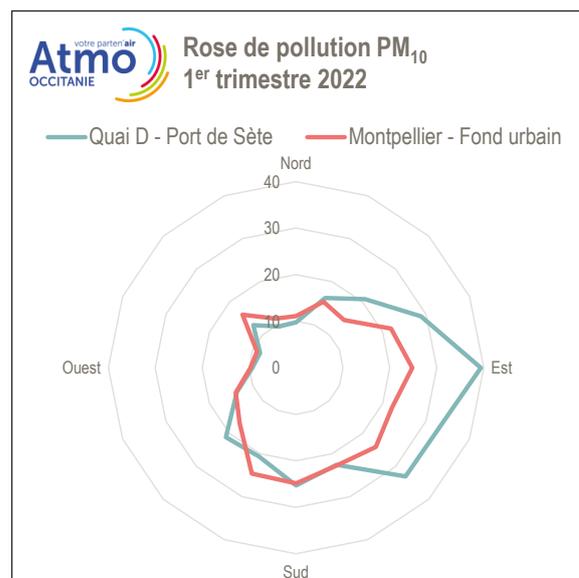
Concernant les particules PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> et PM<sub>1</sub>, un écart de concentration est également présent quand le vent provient du Sud-Ouest, avec des niveaux environ 50% plus élevés en présence d'un ferry à quai. **L'influence des émissions des navires au Mole Masselin est ainsi moindre sur les niveaux de particules que pour le NO<sub>2</sub>, les PUF ou le SO<sub>2</sub>.**

Pour les particules PM<sub>10</sub>, des pics de concentrations sont également observés au « quai D » en l'absence d'escales au Mole Masselin, comme illustré sur le mois d'avril 2022 ci-dessous.



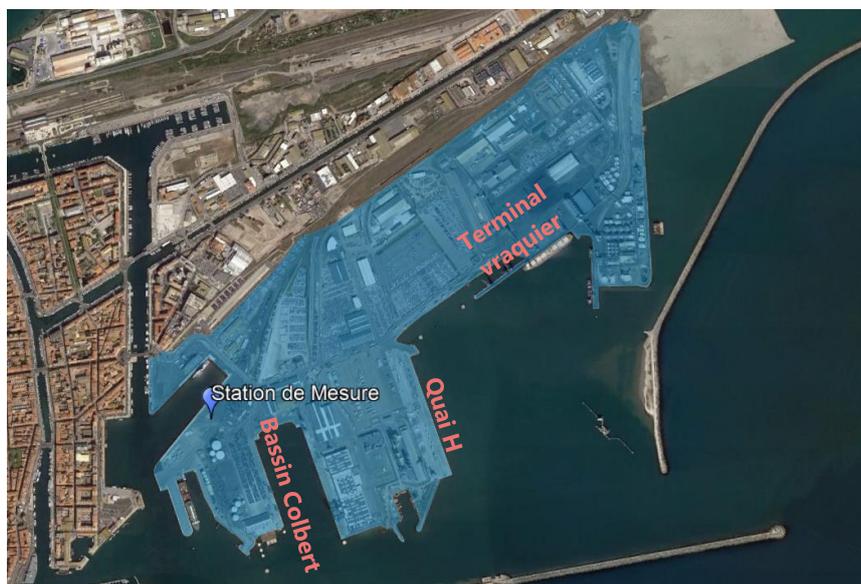
Ces augmentations ponctuelles ne sont la plupart du temps pas observées sur les autres sites de mesure du département et correspondent donc bien une **pollution locale**.

Ces augmentations sont majoritairement observées par un vent soufflant de l'Est et mettant donc la station de mesure sous l'influence des **activités portuaires situées à l'Est du dispositif de mesure**. Ce constat est mis en évidence par la rose de pollution présentée ci-contre sur le premier trimestre 2022, période avec très peu d'escales de ferry.



**Différentes activités dans l'enceinte portuaire peuvent émettre des particules PM<sub>10</sub>** et pourraient expliquer cette influence : navires au bassin Colbert ou au « quai H », manutention aux niveaux des différents terminaux, circulation des véhicules, activité industrielle...

Les activités de combustion (moteurs des navires ou des véhicules routiers par exemple), ne sont à priori pas responsables de ces pics de concentration, car aucun impact n'est visible sur les particules plus fines.



Comme détaillé au §3.5, les activités menées au terminal vraquier pourraient être une source importante de particules PM<sub>10</sub> lors de la manutention de certains produits, notamment les tourteaux de soja ou de colza. Cette zone est située à environ 1,3 km au Nord-Est de la station de mesure. Pour rappel, les concentrations annuelles de PM<sub>10</sub> au « quai D » sur la cartographie 2019 ne met pas en évidence d'impact visible des émissions du terminal vraquier.

## 6. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

---

Le port de Sète-Frontignan fait partie des grandes infrastructures de transport (voyageurs et marchandises) de l'Occitanie. Malgré une part significative des émissions totales de polluantes dans l'air sur le territoire de Sète Agglopôle Méditerranée, l'impact sur les concentrations moyennes dans l'environnement du port reste limité en raison notamment d'une dispersion majoritairement favorisée vers la mer Méditerranée.

Des augmentations ponctuelles des concentrations peuvent se produire lors des escales de navires, pour les oxydes d'azote et les particules ultrafines notamment, en fonction de la direction du vent. Des pics de concentration concernant les particules en suspension PM<sub>10</sub> lors des déchargements de vrac agroalimentaire au terminal vraquier ont également été mis en évidence.

L'évolution projetée des activités du port devrait permettre d'agir sur ces émissions, avec notamment l'électrification de certains quais pour que les navires n'utilisent plus leurs moteurs auxiliaires, ou encore la mise en service d'une trémie dépoussiérante au niveau du terminal vraquier. Ces actions s'inscrivent plus largement dans le projet stratégique 2021-2025 de Port de Sète-Sud de France, orienté vers la décarbonation progressive des activités portuaires et maritimes. Le dispositif de surveillance va permettre non seulement de suivre l'influence des activités Port de Sète-Frontignan sur la qualité de l'air et les gaz à effet de serre, mais également d'accompagner les décisions en évaluant l'impact sur la qualité de l'air de ces projets de développement.

Dans le cadre de ce partenariat avec Port de Sète - Sud de France les travaux se poursuivront en 2022 et 2023 pour affiner l'évaluation réalisée. Une actualisation des émissions de polluants est notamment prévue pour les années 2020 (émissions uniquement) et 2021 (émissions et modélisation).

Une évaluation ponctuelle de la part de carbone coke dans les retombées de poussières totales sera également menée en fin d'année 2022 pour approfondir l'influence des stocks de coke de pétrole et de charbon criblé au terminal vraquier.

Enfin, des cartographies de concentration des principaux polluants seront réalisées selon différentes conditions météorologiques afin d'en évaluer plus précisément l'impact ponctuel sur la dispersion des émissions issues des activités portuaires.

## TABLE DES ANNEXES

---

**ANNEXE 1 : Présentation des polluants**

**ANNEXE 2 : Méthodologie de l'inventaire des émissions**

**ANNEXE 3 : Méthodologie de la modélisation**

**ANNEXE 4 : Différence entre émissions et concentrations**

**ANNEXE 5 : Bilan des émissions en 2019**

**ANNEXE 6 : Résultats détaillés des mesures**

# ANNEXE 1 : ORIGINES ET EFFETS DES POLLUANTS

## MESURES

### 1. OXYDES D'AZOTE (NO<sub>x</sub>)

---

#### 1.1. Origine

Le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) sont émis lors des phénomènes de combustion. Le monoxyde d'azote NO s'oxyde rapidement en NO<sub>2</sub> au contact des oxydants présents dans l'air, comme l'oxygène et l'ozone. Les sources principales sont les véhicules et les installations de combustion (centrales thermiques, chauffage...). Le pot catalytique a permis, depuis 1993, une diminution des émissions des véhicules à essence, mais l'effet reste encore peu perceptible compte tenu de la forte augmentation du trafic. NO<sub>2</sub> se rencontre également à l'intérieur des locaux où fonctionnent des appareils au gaz tels que gazinières, chauffe-eau...

#### 1.2. Effets

Le NO<sub>2</sub> est un gaz irritant pour les bronches. Chez les asthmatiques, il augmente la fréquence et la gravité des crises. Chez l'enfant, il favorise les infections pulmonaires.

Le NO<sub>2</sub> participe aux phénomènes des pluies acides, à la formation de l'ozone troposphérique – dont il est l'un des précurseurs –, à l'atteinte de la couche d'ozone stratosphérique et à l'effet de serre.

### 2. PARTICULES (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>1</sub> et PUF)

---

#### 2.1. Origine

Les particules en suspension ont une très grande variété de tailles, de formes et de compositions. Les particules dont le diamètre est inférieur à 10 µm, 2,5 µm et 1 µm sont appelées respectivement PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> et PM<sub>1</sub>. En deçà de 0,1 micromètre, on parle de particules ultrafines.

Elles ont plusieurs origines :

- les émissions directes dans l'atmosphère, provenant de sources anthropiques (voir graphique ci-dessous) ou naturelles (érosion, poussières sahariennes, embruns marins...);
- les transformations chimiques à partir de polluants gazeux (particules secondaires). Par exemple, dans certaines conditions, le dioxyde d'azote associé à l'ammoniac pourra se transformer en particules de nitrates et le dioxyde de soufre en sulfates;
- les remises en suspension des particules qui s'étaient déposées au sol sous l'action du vent ou par les véhicules le long des rues.

La taille des particules émises est fonction de la source d'émission et l'on distingue :

- les particules grossières (entre 2,5 et 10  $\mu\text{m}$ ), principalement émises par des processus physiques (érosion ou abrasion), ainsi que des sources naturelles (pollens, embruns...)
- les particules fines (entre 0,1 et 2,5  $\mu\text{m}$ ), provenant essentiellement des processus de combustion ou formés chimiquement dans l'atmosphère.

## 2.2. Effets

Selon leur taille (granulométrie), les particules pénètrent plus ou moins profondément dans l'arbre pulmonaire. Les particules les plus fines peuvent, à des concentrations relativement basses, irriter les voies respiratoires inférieures et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble. Certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérogènes.

Les particules ultrafines, actuellement les plus petites que l'on puisse mesurer et observer, ont ainsi été définies en 2018 par l'ANSES comme un des polluants prioritaires. Actuellement non réglementé, l'ANSES recommande de renforcer son suivi au niveau national.

## 3. POUSSIÈRES TOTALES

---

### 3.1. Origines

Les poussières totales se différencient des particules en suspension par leur taille, elles possèdent un diamètre aérodynamique de l'ordre de la centaine de micromètres contre moins de 10 micromètres pour les particules en suspension. D'origine naturelle (érosion des sols) ou anthropique (carrières, sablières, industries), sous l'action de leur poids, ces particules finissent par retomber par gravité.

### 3.2. Effets

De manière générale, les poussières totales sont considérées comme peu dangereuses pour la santé humaine, leur taille ne leur permettant pas de pénétrer profondément dans l'appareil respiratoire. Elles sont plutôt de nature à occasionner des nuisances pour les habitants en générant des salissures.

## 4. DIOXYDE DE SOUFRE (SO<sub>2</sub>)

---

### 4.1. Origine

Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) est issu de la combustion des énergies fossiles contenant des impuretés soufrées plus ou moins importantes : charbon, fioul. Ses principales sources en Occitanie sont les centrales thermiques, les grosses installations de combustion industrielles et les unités de chauffage individuel et collectif. Le trafic automobile (les véhicules diesel) ne constitue qu'une faible part des émissions totales (3% des émissions de l'Occitanie en 2019), surtout depuis que le taux de soufre dans le gasoil est passé de 0,2% à 0,05%.

Depuis une quinzaine d'années, le développement de l'énergie électronucléaire, la régression du fuel lourd et du charbon, une bonne maîtrise des consommations énergétiques et la réduction de la teneur en soufre des combustibles (et carburants) ont permis la diminution des concentrations ambiantes en SO<sub>2</sub> en moyenne de plus de 50%.

### 4.2. Effets

Ce gaz irritant agit en synergie avec d'autres substances, notamment les particules en suspension. Il provoque des irritations oculaires, cutanées et respiratoires.

L'exposition prolongée augmente l'incidence des pharyngites et bronchites chroniques. De nombreuses études épidémiologiques ont démontré que l'exposition au dioxyde de soufre à des concentrations d'environ 1 000 µg/m<sup>3</sup> peut engendrer ou exacerber des affections respiratoires (toux chronique, dyspnée, augmentation des infections) et entraîner une augmentation du taux de mortalité par maladie respiratoire ou cardiovasculaire.

Le SO<sub>2</sub> se transforme en acide sulfurique au contact de l'humidité de l'air et participe au phénomène des pluies acides. Il contribue également à la dégradation de la pierre et des matériaux de nombreux monuments.

## 5. METAUX TOXIQUES

---

### 5.1. Origine

Les métaux toxiques proviennent de la combustion de charbon, de pétrole, des ordures ménagères et de certains procédés industriels particuliers. Dans l'air, ils se retrouvent généralement sous forme de particules (sauf le mercure qui est principalement gazeux).

### 5.2. Effets

#### **Effets sur la santé**

Les métaux s'accumulent dans l'organisme et provoquent des effets toxiques à court et/ou à long terme. Ils peuvent affecter le système nerveux, les fonctions rénales, hépatiques, respiratoires ou autres.

- **L'arsenic (As)** : les principales atteintes d'une exposition chronique sont cutanées. Des effets neurologiques, hématologiques ainsi que des atteintes du système cardio-vasculaire sont également signalés. Les poussières arsenicales entraînent une irritation des voies aériennes supérieures. L'arsenic et ses dérivés inorganiques sont des cancérigènes pulmonaires.
- **Le cadmium (Cd)** : une exposition chronique induit des néphrologies (maladies des reins) pouvant évoluer vers une insuffisance rénale. L'effet irritant observé dans certains cas d'exposition par inhalation est responsable de rhinites, pertes d'odorat, broncho-pneumopathies chroniques. Sur la base de données expérimentales, le cadmium est considéré comme un agent cancérigène, notamment pulmonaire.
- **Le plomb (Pb)** : à fortes doses, le plomb provoque des troubles neurologiques, hématologiques et rénaux et peut entraîner chez l'enfant des troubles du développement cérébral avec des perturbations psychologiques et des difficultés d'apprentissage scolaire.

#### **Effets sur l'environnement**

Les métaux toxiques **contaminent les sols et les aliments**. Ils s'accumulent dans les organismes vivants et perturbent les équilibres et mécanismes biologiques.

Certains lichens ou mousses sont couramment utilisés pour surveiller les métaux dans l'environnement et servent de « bio-indicateurs ».

## 6. GAZ A EFFET DE SERRE (GES)

---

### 6.1. Origine

Les GES sont des composants gazeux qui absorbent le rayonnement infrarouge émis par la surface terrestre et contribuent ainsi à l'effet de serre. Les principaux GES naturellement présents dans l'atmosphère sont : la vapeur d'eau (H<sub>2</sub>O), le dioxyde carbone (CO<sub>2</sub>), le méthane (CH<sub>4</sub>), le protoxyde d'azote (N<sub>2</sub>O) et l'ozone (O<sub>3</sub>).

### 6.2. Effets

L'augmentation de leurs concentrations dans l'atmosphère terrestre est l'un des facteurs à l'origine du réchauffement climatique.

# ANNEXE 2 : INVENTAIRE DES EMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES ET GES

## 1. Inventaire régional des émissions de polluants atmosphériques et GES

---

### 1.1. Emissions directes et indirectes

Les émissions polluantes analysées dans cet état des lieux sont **les émissions directes de polluants atmosphériques et de GES**.

Pour rappel, on classe les émissions de GES en 3 catégories dites « Scope » (pour périmètre, en anglais).

- Scope 1 / Emissions directes : ce sont celles qui sont produites sur le territoire par les secteurs précisés dans l'arrêté relatif au PCAET : résidentiel, tertiaire, transport routier, autres transports, agricole, déchets, industrie, branche énergie hors production d'électricité, de chaleur et de froid. Elles sont le fait des activités qui sont localisées sur le territoire y compris celles occasionnelles (par exemple, les émissions liées aux transports à vocation touristique en période saisonnière, la production agricole du territoire, etc.). Les émissions associées à la consommation de gaz et de pétrole font partie du scope 1.
- Scope 2 / Émissions indirectes des différents secteurs liées à leur consommation d'énergie ; ce sont les émissions indirectes liées à la production d'électricité et aux réseaux de chaleur et de froid, générées sur ou en dehors du territoire mais dont la consommation est localisée à l'intérieur du territoire.
- Scope 3 / Émissions induites par les acteurs et activités du territoire ; elles peuvent faire l'objet d'une quantification complémentaire. Certains éléments du diagnostic portant sur les gaz à effet de serre peuvent faire l'objet d'une quantification complémentaire prenant plus largement en compte des effets indirects, y compris lorsque ces effets indirects n'interviennent pas sur le territoire considéré ou qu'ils ne sont pas immédiats.

### 1.2. Version des données d'inventaire

Les données d'émissions de polluants atmosphériques et GES analysées ici sont versionnées comme suit :

**«ATMO\_IRSV5\_Occ\_2008\_2019»**

Cette référence est à mentionner pour toute exploitation des données et diffusion de résultats associés.

### 1.3. Méthodologie générale

Dans le cadre de l'arrêté du 24 août 2011 relatif au Système National d'Inventaires d'Emissions et de Bilans dans l'Atmosphère (SNIEBA), le Pôle de Coordination nationale des Inventaires Territoriaux (PCIT) associant le Ministère en charge de l'Environnement, l'INERIS, le CITEPA et les Associations Agréées de Surveillance de Qualité de l'Air, a mis en place un guide méthodologique pour l'élaboration des inventaires territoriaux des émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques.

Ce guide constitue la référence nationale à laquelle chaque acteur local doit pouvoir se rapporter pour l'élaboration des inventaires territoriaux.

Sur cette base et selon les missions qui lui sont ainsi attribuées, Atmo Occitanie réalise et maintient à jour un Inventaire Régional Spatialisé des émissions de polluants atmosphériques et GES sur l'ensemble de la région Occitanie. L'inventaire des émissions référence une trentaine de substances avec les principaux polluants réglementés (NO<sub>x</sub>, particules en suspension, NH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, CO, benzène, métaux lourds, HAP, COV, etc.) et les gaz à effet de serre (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>, etc.).

Cet inventaire est notamment utilisé par les partenaires d'Atmo Occitanie comme outil d'analyse et de connaissance détaillée de la qualité de l'air sur leur territoire ou relative à leurs activités particulières.

Les quantités annuelles d'émissions de polluants atmosphériques et GES sont ainsi calculées pour l'ensemble de la région Occitanie, à différentes échelles spatiales (EPCI, communes, ...), et pour les principaux secteurs et sous-secteurs d'activité.

La méthodologie de calcul des émissions consiste en un croisement entre des données primaires (statistiques socioéconomiques, agricoles, industrielles, données de trafic...) et des facteurs d'émissions issus de bibliographies nationales et européennes.

$$E_{s,a,t} = A_{a,t} * F_{s,a}$$

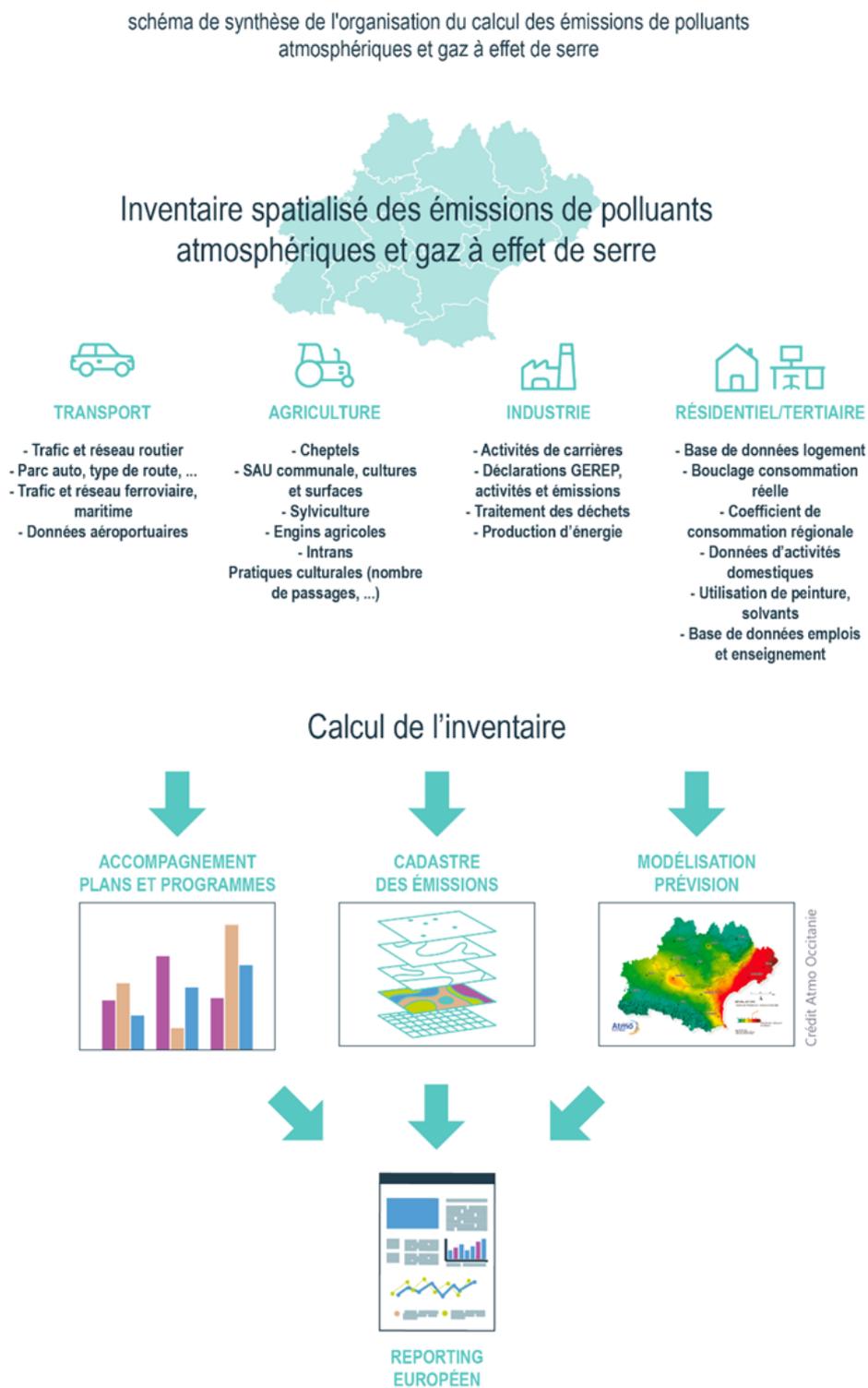
Avec :

$E_{s,a,t}$  : émission relative à la substance « s » et à l'activité « a » pendant le temps « t »

$A_{a,t}$  : quantité d'activité relative à l'activité « a » pendant le temps « t »

$F_{s,a}$  : facteur d'émission relatif à la substance « s » et à l'activité « a »

Ci-dessous un schéma de synthèse de l'organisation du calcul des émissions de polluants atmosphériques et GES :



**Figure 1 : L'inventaire des émissions réalisé par Atmo-Occitanie**

## 1.4. Méthodologie par secteurs

### Secteur du transport

Les émissions associées au trafic routier sont liées à plusieurs types de phénomènes qui peuvent être classés en trois catégories :

- Les émissions à l'échappement (combustion du carburant des moteurs) ;
- Les émissions liées à l'usure des pièces mécaniques des véhicules (pneus, freins) et l'usure de la route;
- Les émissions liées au réenvol des particules au passage des véhicules sur la route.

Cette dernière catégorie n'est pas répertoriée en tant qu'émissions *directes* de polluants et de GES et n'est donc pas intégrée dans les totaux présentés ici. Cependant dans le cadre de modélisation de la qualité de l'air et d'étude de la dispersion des polluants, cette source d'émissions est prise en compte.

Les émissions dues au trafic routier sont calculées à la commune, et sont disponibles par tronçon dans le cas du réseau structurant.

Le calcul des émissions de ce secteur est basé sur la méthodologie COPERT qui permet de convertir des données caractéristiques du trafic automobile (trafic moyen journalier annuel, pourcentage de poids lourds, vitesse moyenne de circulation...) en émissions de polluants. Un facteur d'émission est attribué à chaque polluant et pour chaque catégorie de véhicule. Il est déterminé en fonction du type de véhicule (véhicule particulier, poids lourds...), de la vitesse de circulation, du type de moteur (essence ou diesel), du cylindrée du véhicule et de sa date de mise en circulation pour tenir compte des normes d'émissions Euro qui fixent les limites maximales de rejets de polluants pour les véhicules roulants neufs.

Atmo Occitanie dispose de données de comptages fournies par différentes sources (Conseils Départementaux, ASF, DIRSO, DIRMED, ...) pour les années 2008 à 2019 sur l'ensemble de la Région Occitanie. Les partenaires d'Atmo Occitanie fournissent aussi, lorsqu'ils en ont, des données de comptages réalisés sur leur territoire, ce qui permet d'enrichir grandement la connaissance locale de l'état du trafic et donc d'estimer au mieux les émissions polluantes qui en résultent. Ces données de comptages sont utilisées sous la forme de TMJA (Trafic Moyens Journaliers Annuels) et sont la base du calcul des émissions du trafic routier sur le réseau structurant.

L'inventaire régional des émissions permet, en outre, de calculer les émissions polluantes dues aux modes de transport autres que routier sur la région. Sur le territoire de Sète Agglopol Méditerranée, sont considérés le trafic ferroviaire et le trafic maritime, détaillé au §2 de cette annexe.

### Secteurs résidentiel - tertiaire

Les émissions de polluants atmosphériques et GES du secteur résidentiel sont calculées pour plusieurs sous-secteurs. Les différents modes de chauffages utilisés sur le territoire sont les principaux contributeurs aux émissions de polluants. Afin d'évaluer les consommations énergétiques des logements, les données communales de l'INSEE sont utilisées (année d'achèvement des logements, logement individuel ou collectifs, prise en compte des résidences principales et secondaires, combustibles utilisés par usage, ...).

Des coefficients unitaires de consommation énergétique, fonction de tous ces paramètres, et fournis pour la région Occitanie sont alors utilisés pour estimer les consommations énergétiques, par commune.

Ces consommations sont corrigées pour prendre en compte la rigueur du climat. Des DJU (Degrés Jours Unifiés) sont calculés au niveau communal pour une plus grande précision et pour notamment prendre en compte l'altitude de la commune.

Enfin un rebouclage est effectué au niveau territorial le plus fin possible grâce aux déclarations de consommations, notamment pour le gaz et l'électricité au travers de l'utilisation des données disponibles en open data. Ainsi les économies d'énergie réellement relevées pour les communes d'un territoire sont intégrées.

D'autres sources sont prises en compte dans l'estimation des émissions de polluants atmosphériques, comme l'utilisation domestique de solvants, de peintures, les émissions dues aux petits outillages des particuliers ainsi qu'une estimation des émissions dues au brûlage domestique de déchets verts.

Concernant le secteur tertiaire, seules les émissions polluantes associées à l'usage du chauffage dans les bâtiments tertiaires sont quantifiées. Huit secteurs d'activité sont pris en compte dans les calculs de consommation et d'émissions polluantes du secteur tertiaire dont les bureaux, commerces, café-hôtel-restaurants, les établissements de santé ainsi que les effectifs des établissements d'enseignements scolaires tous niveaux.

Les effectifs par branche, par commune et par année sont donnés par la base CLAP de l'INSEE (Connaissance Locale de l'Appareil Productif) jusqu'en 2015 et prolongés selon la tendance observée localement sur les années suivantes. La consommation énergétique est estimée de la même façon que pour le secteur résidentiel et tient compte des données réelles de consommation disponibles en open data, du niveau communal au niveau régional selon la disponibilité des données.

Enfin les chaufferies collectives biomasse alimentant des bâtiments résidentiels et tertiaires sont intégrées, afin de préciser la consommation réelle et locale de bois pour les communes concernées.

## Secteurs industries et traitement des déchets

Les émissions du secteur industries et traitement des déchets proviennent de différentes sources, telles que les industries manufacturières, les industries chimiques, les carrières. La principale source de données utilisée dans l'inventaire régional est la base de données BDREP (registre déclaratif), complétée notamment par des données spécifiques issues de mesures.

Les données d'émissions de particules dues à l'exploitation de carrières ou la présence de chantiers sont intégrées.

Le calcul des émissions du secteur industriel dans son ensemble est ainsi tributaire des déclarations des exploitants, ainsi que des autres données de production disponibles pour les entreprises non soumises à déclaration. L'estimation des émissions dues au secteur de PME est majoritairement basé sur une estimation des consommations énergétiques de ces industries.

## Secteur agricole

Les émissions dues au secteur agricole dans son ensemble sont estimées selon plusieurs sources dont les principales sont :

- Les émissions dues aux cheptels présents sur le territoire : fermentation entérique, déjections, ...
- Les émissions dues aux cultures : apport d'engrais, passage d'engins, ...
- Les émissions dues au parc d'engins agricoles estimé sur le territoire.
- Les émissions issues de la consommation énergétique pour les bâtiments agricoles.

Les données structurantes du calcul d'émission sont les données du RGA (Recensement Général Agricole 2000 et 2010) et les données départementales et annuelles issues de la Statistique Agricole Annuelle (SAA, AGRESTE). Ces données d'activités (cheptels, cultures, parc d'engins) sont annualisées et réparties par commune, puis croisées à des facteurs d'émissions spécifiques.

D'autres données sont utilisées afin d'affiner le calcul des émissions, comme le nombre de passages par type de culture et type de travail, les quantités d'engrais utilisées, l'évolution annuelle estimée du parc d'engins.

La méthode de calcul des émissions est basée sur une approche statistique utilisant la Surface Agricole Utile (SAU) comme clé de répartition lorsque les données d'activité sont indisponibles car soumises au secret statistique (SS). Cette situation est courante pour les communes très urbanisées comportant peu d'exploitations agricoles.

## 2. Inventaire des émissions sur le port de Sète-Frontignan

La méthodologie de la réalisation de l'inventaire des émissions s'appuie sur les données réelles d'activité de la plateforme portuaire. Celles-ci nous ont été communiquées par Port Sud de France ainsi que d'autres entreprises intervenant sur la zone portuaire.

La réalisation d'un inventaire des émissions nécessite l'identification et la spatialisation des sources d'émissions de polluants et de GES dans l'atmosphère pour les différentes activités émettrices. Les paragraphes ci-dessous détaillent par secteur les données disponibles et les hypothèses prises en compte pour aboutir à cette première version de l'inventaire des émissions sur le port de Sète.

Les prochaines versions viseront à améliorer ces estimations, soit par l'intégration de nouvelles données, soit par une définition des hypothèses plus proches des activités réelles, notamment pour les postes d'émissions les plus importants.

### 2.1. Trafic maritime

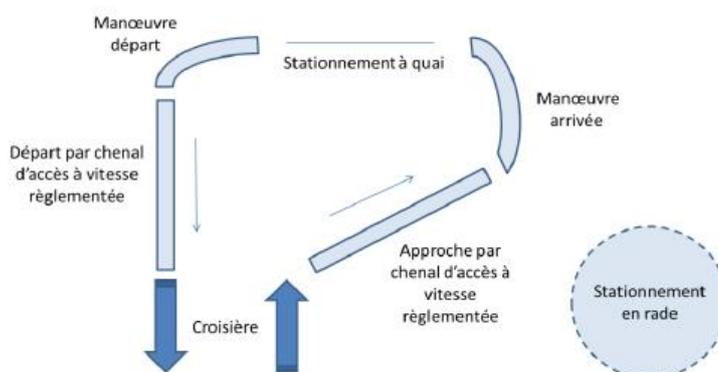
Les émissions du trafic maritime sont calculées selon la méthode décrite dans le Guide méthodologique national établi par le PCIT (Pôle de Coordination nationale des Inventaires Territoriaux). Ce calcul concerne les activités de transport de marchandises et de passagers et exclut donc les activités de pêche qui font l'objet d'un calcul différent et la navigation de plaisance qui n'est pas prise en compte dans l'inventaire annuel.

Le partenariat établi a permis l'acquisition de données de trafic détaillées, permettant un inventaire plus précis des émissions maritimes. Ce calcul détaillé utilise pour chaque escale de navire :

- La date et l'heure d'arrivée et de départ
- La catégorie de navire
- Le lieu de stationnement dans l'enceinte du port
- La jauge brute du navire
- Le nombre de remorqueurs intervenant dans la manœuvre

Les émissions sont calculées pour les 4 phases de navigation :

- Le stationnement des navires à quai
- Les phases de manœuvres guidées par les remorqueurs
- La phase d'approche où la vitesse des navires est réduite
- La phase de croisière.



Les émissions de la phase croisière ne sont pas comptabilisées dans le total des émissions polluantes affectées à la zone portuaire, car elles ont lieu à distance des côtes, entre les limites administratives du port, et le début des eaux territoriales.

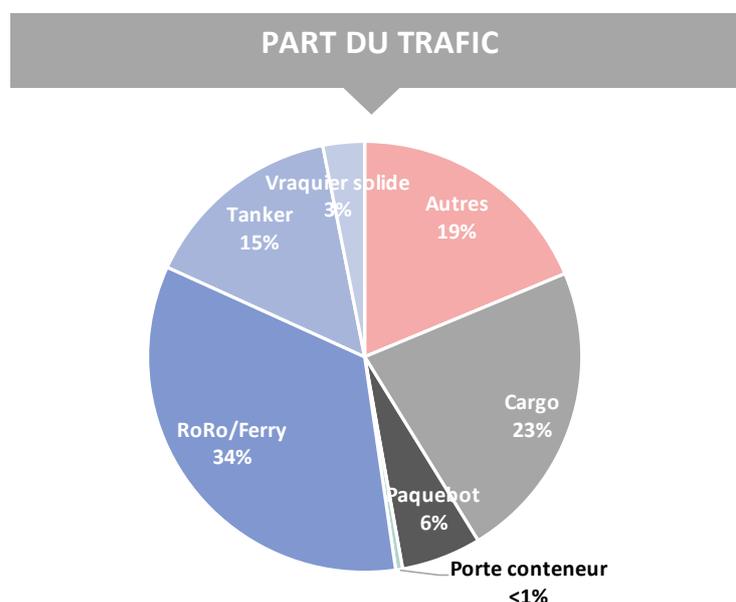
Les émissions des pilotines, qui permettent aux pilotes du port de monter et descendre dans les navires pour effectuer les phase d'approche de manœuvre et de stationnement, sont estimées à partir de leur consommation réelle de carburant sur l'année.

Les navires comptabilisés dans l'enceinte du port sont répartis en 7 catégories : Tanker, vraquier solide, porte-conteneurs, cargo, RoRo/Ferry, paquebot et autres. A chacune de ces catégories correspondent des caractéristiques standard, indiquées dans le guide PCIT telles que :

- Le type de motorisation principale du navire
- Les puissances de motorisation principale et auxiliaire
- Le type de carburant utilisé



### Répartition du trafic maritime par type de navire – Année 2019 – Port de Sète Frontignan



Sur les 1161 escales de 2019, le transport de passagers occupe la part de trafic annuel la plus importante : 34% des navires comptabilisés sont des rouliers ou ferrys. Les paquebots ne représentent que 6% des escales enregistrées. Pour le transport de marchandises, 23% des navires faisant escale sont des cargos, 15% de tankers et 3% de vraciers solides. Le port de Sète accueille un nombre réduit de porte-conteneurs (moins de 1% du trafic annuel). 19% du trafic (217 escales) ne s'inscrit dans aucune des catégories citées précédemment et sont alors groupées dans une catégorie « Autres ». On y retrouve en grande majorité les péniches.

Le calcul prend en compte l'utilisation de fioul domestique lors de la navigation à proximité ou dans l'enceinte du port (approche, manœuvre et stationnement) et du fioul lourd en phase de croisière.

Toutes ces informations permettent de calculer une consommation de carburant. Les émissions sont ensuite calculées à l'aide de facteurs d'émissions issus de la base de données OMINEA.

Pour spatialiser les émissions, la localisation des quais d'escale et les trajectoires de navigation ont également été récupérées.

## 2.2. Secteur industriel

Les émissions liées au secteur industriel de Port Sud de France ont été séparées en trois postes d'émissions : les émissions industrielles provenant de sources fixes, les émissions issues de la manutention et du stockage et les émissions des engins mobiles non routiers opérant sur la zone portuaire.

### Émissions industrielles fixes

Deux sites industriels ont été pris en compte sur l'inventaire des sources fixes dans l'enceinte du port, l'usine de transformation des graines oléagineuses SAIPOL et l'usine de broyage LAFARGE.

Pour SAIPOL les émissions sont déclarées par l'industriel dans GEREPE et ont été obtenues depuis la base de données BDREP, elles ont ensuite été vérifiées et validées.

Pour LAFARGE, les données ont directement été récupérées auprès de l'industriel qui n'est pas soumis à la déclaration GEREPE. Ce site émet principalement des particules provenant du broyeur et du séparateur. Seules les flux de TSP (Total Suspended Particules) ont été transmis par l'industriel. A partir des flux et du nombre d'heure de fonctionnement les émissions de TSP ont été évaluées. Puis à partir de granulométries proposées à l'industriel, les émissions de PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> ont été calculées, les ratios suivant ont été appliqués PM<sub>10</sub>/TSP = 0,7 et PM<sub>2,5</sub>/TSP = 0,3.

### Émissions provenant des engins mobiles non routiers (EMNR) :

Deux grandes familles d'EMNR ont été considérées, les grues et les engins mobiles au sol.

#### Les grues :

Pour les grues les données de consommation de 2019 ne nous ont pas été transmises. Celles-ci ont donc été évaluées à partir des consommations de 2018 (en m<sup>3</sup> de gazole non routier - GNR) et du nombre d'heures de fonctionnement de 2018 et 2019.

Ces données de consommation ont ensuite été multipliées par les facteurs d'émissions issus de la littérature (rapport OMINEA 2021) afin d'évaluer les émissions des grues.

#### Les EMNR au sol :

Pour les EMNR au sol des données de consommation de gazole non routier (GNR) des principaux opérateurs nous ont été communiquées. De la même manière que pour les grues, les données ont été multipliées par le facteur d'émissions correspondant afin de calculer les émissions liées à ces EMNR.

## Émissions provenant de la manutention et le stockage :

### Emissions liées au stockage :

Pour le calcul des émissions liées au stockage de matériaux solide sur le port, nous avons utilisé le « calculateur d'érosion éolienne des piles de stockage et des zones exposées » basé sur une méthodologie de l'US EPA et mis à disposition sur le site du ministère de l'environnement du Canada<sup>1</sup>.

(<https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/inventaire-national-rejets-polluants/declaration/outils-calcul-emissions/calculateur-erosion-eolienne-piles-stockage-zones-exposees.html>).

Ce calculateur prend en compte de nombreux paramètres, tels que la nature du matériau stocké, la hauteur du tas, la fréquence des interventions sur le tas, les paramètres météorologiques (vent, pluviométrie), mais également si un traitement de réduction des émissions est appliqué.

Dans le cadre de cette étude, seules les émissions liées au stockage du coke ont été calculées. Le vrac agroalimentaire n'est pas stocké à l'air libre, il n'y a donc pas d'émission associée à son stockage.

Nous avons considéré un tas de coke de 10 m de haut sur lequel il y a plusieurs interventions par semaine et l'application d'eau pour limiter les émissions.

### Emissions liées à la manutention :

Les émissions liées à la manutention proviennent à la fois de la manutention des céréales et de coke. Le calcul appliqué est basé sur les quantités de matériaux manutentionnés transmis par le Port de Sète et sur les facteurs d'émissions issus de la littérature (rapport OMINEA 2021).

Il est à noter que les facteurs d'émissions sont des facteurs d'émissions « génériques » qui ne sont pas spécifiques du type de manutention mises en œuvre sur le Port de Sète. Ainsi, il est probable que les émissions calculées surestiment légèrement les émissions réelles.

## 2.3. Transport routier

Les principaux axes routiers à l'intérieur du port de Sète-Frontignan ont été pris en compte. Le trafic routier circulant sur ces axes est issu de données comptage fournies par Port Sud de France : trafic moyen journalier annuel et pourcentage de poids lourd. Le calcul des émissions est ensuite basé sur la méthodologie COPERT, selon la même méthode que l'inventaire d'émissions régionale d'Atmo Occitanie.

---

<sup>1</sup><https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/inventaire-national-rejets-polluants/declaration/outils-calcul-emissions/calculateur-erosion-eolienne-piles-stockage-zones-exposees.html>

## 2.4. Transport ferroviaire

Les émissions du transport ferroviaire sur la plateforme portuaire sont estimées à partir des trafics journaliers fournis par le port de Sète-Frontignan. Elles sont calculées selon la méthode décrite dans le Guide méthodologique national établi par le PCIT (Pôle de Coordination nationale des Inventaires Territoriaux) : à partir du trafic ferroviaire, du kilométrage parcouru et de facteurs unitaires de consommations, une consommation ferroviaire est estimée. Les émissions sont ensuite calculées à partir des facteurs d'émissions OMINEA.

## ANNEXE 3 : BILAN DES EMISSIONS EN 2019 DANS L'ENCEINTE PORTUAIRE

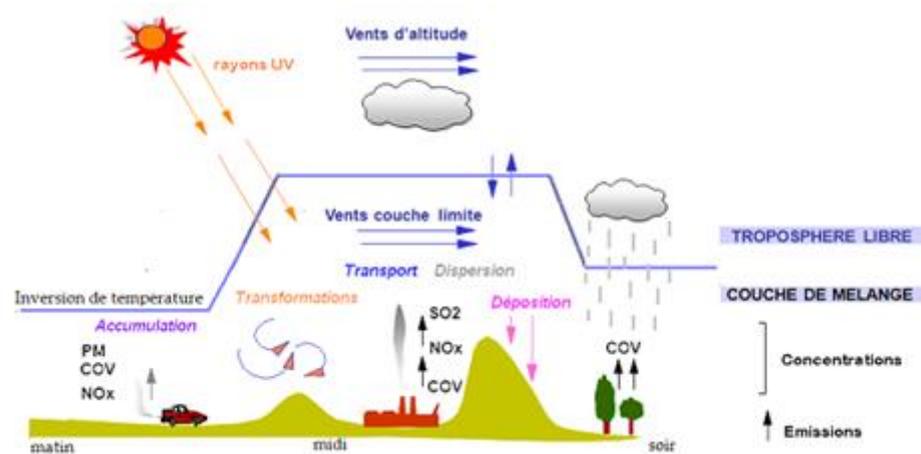
Le tableau ci-dessous présente les émissions calculées pour les principaux secteurs et sous-secteurs dans l'enceinte du port de Sète-Frontignan.

Source d'émissions	Emissions en 2019 – Enceinte du port de Sète-Frontignan				
	GES (t <sub>eqCO2</sub> )	NOx (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2.5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)
<i>Trafic maritime - Stationnement à quai</i>	23 981,3	587,5	10,7	10,1	15,0
<i>Trafic maritime - Manœuvre</i>	2 322,9	58,5	4,3	4,1	40,1
<i>Trafic maritime - Phase d'approche</i>	2 115,7	53,3	4,0	3,7	36,5
<b>Total trafic maritime</b>	<b>28 419,8</b>	<b>699,3</b>	<b>19,0</b>	<b>18,0</b>	<b>91,6</b>
<b>Industries</b>	<b>38 065,8</b>	<b>86,3</b>	<b>26,7</b>	<b>20,9</b>	<b>0,1</b>
<i>EMNR</i>	1243,2	5,1	0,4	0,4	0,01
<i>Manutention vrac agroalimentaire</i>			59,4	2,3	
<i>Manutention coke de pétrole et charbon criblé</i>			0,1	0,02	
<i>Stockage du coke de pétrole et charbon criblé</i>			0,5	0,1	
<b>Total manutention et stockage</b>	<b>1 243,2</b>	<b>5,1</b>	<b>60,4</b>	<b>2,8</b>	<b>0,01</b>
<b>Transport ferroviaire</b>	<b>2,1</b>	<b>0,04</b>	<b>0,01</b>	<b>0,003</b>	<b>0,00001</b>
<b>Transport routier</b>	<b>408,7</b>	<b>1,3</b>	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>0,003</b>
<b>Total général</b>	<b>68 139,6</b>	<b>792,0</b>	<b>106,3</b>	<b>41,8</b>	<b>91,7</b>

## ANNEXE 4 : EMISSIONS ET CONCENTRATIONS

- ❶ **Les émissions de polluants** correspondent aux quantités de polluants directement rejetées dans l'atmosphère par les activités humaines (cheminées d'usine ou de logements, pots d'échappement, agriculture...) ou par des sources naturelles (volcans, ou composés émis par la végétation et les sols).
- ❷ **Les concentrations de polluants** caractérisent la qualité de l'air que l'on respire, et s'expriment le plus souvent en microgrammes par mètre cube ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

La qualité de l'air dépend des émissions même s'il n'y a pas de lien simple et direct entre les deux. En effet, la qualité de l'air résulte d'un équilibre complexe entre la quantité de polluants rejetée dans l'air et toute une série de phénomènes auxquels ces polluants vont être soumis une fois dans l'atmosphère sous l'action des conditions météorologiques.

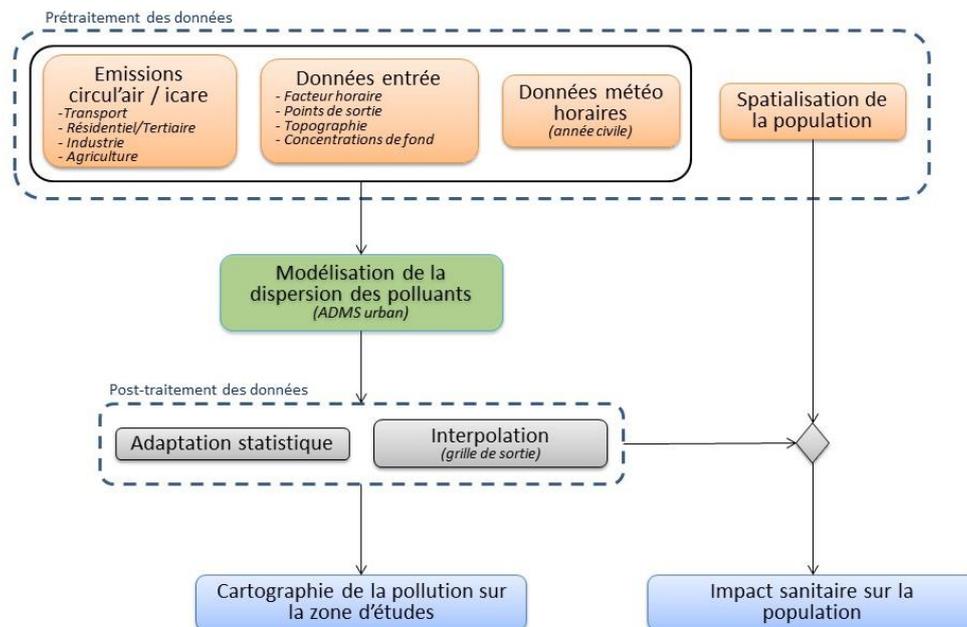


Ainsi à partir d'émissions de polluants équivalentes en lieu et en intensité, les niveaux de polluants dans l'environnement peuvent varier d'un facteur cinq suivant les conditions météorologiques plus ou moins favorables à la dispersion, ou au contraire à la concentration de ces polluants. La connaissance de ces émissions est donc primordiale pour la surveillance de la qualité de l'air.

# ANNEXE 5 : METHODOLOGIE MODELISATION DES CONCENTRATIONS DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES

## 1.1. Principe de la méthode

Méthodologie utilisée pour la modélisation de la dispersion à fine échelle sur la zone d'études



Le modèle ADMS-Urban permet de simuler la dispersion des polluants atmosphériques issus d'une ou plusieurs sources ponctuelles, linéiques, surfaciques ou volumiques selon des formulations gaussiennes.

Ce logiciel permet de décrire de façon simplifiée les phénomènes complexes de dispersion des polluants atmosphériques. Il est basé sur l'utilisation d'un modèle Gaussien et prend en compte la topographie du terrain de manière assez simplifiée, ainsi que la spécificité des mesures météorologiques (notamment pour décrire l'évolution de la couche limite).

Le principe du logiciel est de simuler heure par heure la dispersion des polluants dans un domaine d'étude sur une année entière, en utilisant des chroniques météorologiques réelles représentatives du site. A partir de cette simulation, les concentrations des polluants au sol sont calculées et des statistiques conformes aux réglementations en vigueur (notamment annuelles) sont élaborées. L'utilisation de données météorologiques horaires sur une année permet en outre au modèle de pouvoir calculer les percentiles relatifs à la réglementation.

Le logiciel ADMS-Urban est un modèle gaussien statistique cartésien. Le programme effectue les calculs de dispersion individuellement pour chacune des sources (ponctuelles, linéiques et surfaciques) et somme pour chaque espèce les contributions de toutes les sources de même type.

Pour le dioxyde d'azote, les émissions introduites dans ADMS-Urban concernent les NOx. Or seule une partie de NOx est oxydée en NO<sub>2</sub> en sortie des pots d'échappement. L'estimation des concentrations en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) à partir de celles d'oxydes d'azote (NOx) est réalisée par le biais de 2 types de module intégrés dans le logiciel ADMS-Urban.

L'incertitude relative de la plateforme de modélisation a été évaluée pour le dioxyde d'azote et les particules en suspension à environ 15% sur la moyenne annuelle. L'évaluation de la plateforme de modélisation urbaine a mis en évidence en moyenne une sous-estimation des niveaux de concentration par rapport aux stations de mesure. Ainsi l'évaluation du respect des valeurs limites en moyenne annuelle et des populations exposées sont été réalisées en intégrant la sous-estimation des niveaux moyens de concentration.

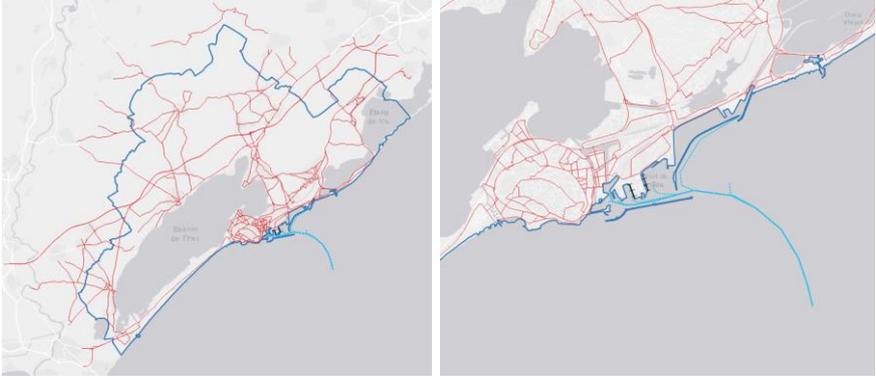
Cette incertitude sur les concentrations modélisées est cependant variable selon les environnements. Ainsi l'incertitude reste plus importante au niveau des principaux carrefours et échangeurs routier qu'en situation urbaine de fond. D'autre part, le nombre de sites de mesures fixes et mobiles pour les particules fines PM<sub>2,5</sub> ne permet pas à ce jour de déterminer précisément l'incertitude relative pour les cartes modélisées de ce polluant.

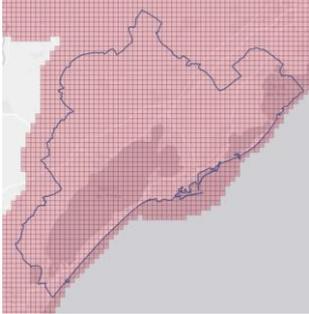
## 1.2. Données d'émissions en entrée

### Géo référencement des émissions de la zone portuaire de Sète-Frontignan

Une fois calculées, les émissions vont être intégrées au modèle ADMS. Pour cela les émissions sont associées à des objets géo référencés (points, lignes, surface ou volume) selon leur nature.

<p><b>Domaine à modéliser</b></p>	<p>La zone couvre tout le territoire de Sète Agglopolé Méditerranée.</p> 
<p><b>Emissions ponctuelles</b></p> <p>Il s'agit des émissions canalisées, en sortie de cheminée.</p>	<p>Ces émissions incluent :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les principaux rejets industriels de la zone. Cela concerne les rejets des établissements dans l'enceinte du port ainsi qu'à l'extérieur (incinérateur d'ordure ménagère par exemple).</li> <li>• Les émissions maritimes lors du stationnement à quai des navires</li> </ul> 

<p><b>Emissions linéiques</b></p> <p>Ce sont des émissions que l'on peut attribuer à une ligne comme les axes routiers.</p>	<p>Cela concerne principalement les émissions trafic :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Trafic routier linéique</li> <li>• Phase approche des navires</li> </ul> <p>Dans l'enceinte portuaire, nous avons également ajouté les émissions liées à la manutention verticale des grues installées sur les quais «E » et « H » .</p> 
<p><b>Emissions surfaciques</b></p>	<p>Ce sont toutes les émissions maritimes en phase manœuvre</p> 
<p><b>Emissions volumiques</b></p>	<p>Cela inclut :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les carrières sur le domaine modélisé</li> <li>• Le stockage et la manutention de coke à charbon au terminal vraquier</li> <li>• La manutention du vrac agroalimentaire au terminal vraquier</li> </ul> 

<p><b>Cadastre</b></p> <p>Toutes les émissions qui n'ont pas pu être définies explicitement dans les types identifiés ci-dessus sont intégrées à un cadastre. Cela concerne principalement les émissions d'autres secteurs d'activités.</p> <p>Le cadastre est une grille composée de cellules dont la résolution est définie selon le domaine d'étude à traiter.</p>	<p>Le modèle de dispersion atmosphérique prend en compte l'ensemble des émissions sur le territoire modélisé.</p> <p>Pour cela, nous avons créé une grille avec une maille de 500 mètres de résolution. Ce cadastre inclut :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Emissions issues des chaufferies</li> <li>• Emissions issues de la végétation</li> <li>• Emissions issues du stockage de carburant</li> <li>• Emissions diffuses issues des véhicules motorisés</li> <li>• Autres</li> </ul> 
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### **Zoom sur les émissions maritimes :**

La spécificité du domaine étudié est liée notamment à l'introduction des émissions maritimes dans le domaine d'étude. Comme vu dans la table précédente, selon la phase des escales, les émissions maritimes seront attribuées à des objets géo référencés différents. Nous avons ainsi distingué les phases à quai, manœuvre et approche. La phase croisière, se situant au-delà de la zone d'étude, n'a pas été traitée ici.

#### **Phase à quai :**

Pour cette phase nous avons définie une source par quai et par bassin, soit un total de 15 sources qui sont présentées sur la figure suivante. Chaque source se trouve au centre du quai.

#### **Phase manœuvre**

Lors de cette phase les navires sont en déplacement sur un bassin donné. De ce fait, nous avons choisi de définir des sources surfaciques couvrant chaque bassin, soit un total de 9 sources, permettant d'englober toutes les trajectoires possibles.

#### **Phase approche**

Les émissions de cette phase sont similaires à celles du trafic routier linéique. Aussi de la même manière, nous avons utilisé des sources linéiques pour caractériser les trajectoires empruntées par les navires lors de l'entrée au port. Ainsi une trajectoire unique a été attribuée pour chaque bassin, soit un total de 9 sources linéiques.



*Localisation et forme des sources d'émission maritime pour le port de Sète-Fontignan. Points rouges : sources des émissions à quai, surfaces orange : sources des émissions en phase manœuvre, trajectoires en cyan : source des émissions en phase approche.*

## Facteur horaire des émissions de la zone portuaire de Sète-Fontignan

Les activités maritimes et de manutention au terminal vraquier ont pu être modélisées plus finement grâce à l'utilisation de profils temporels. Ces profils ont été élaborés dans les deux cas en utilisant le fichier 'escale' fourni par le partenaire.

### Etape 1 : Profil temporel par escale

Dans un premier temps un profil horaire par escale est estimé selon la période d'occupation.

Pour cela, les émissions totales d'une escale donnée sont réparties sur chaque heure de présence au port, selon la date d'entrée et de sortie du navire. Les émissions horaires sont alors estimées en divisant le tonnage d'émission NOx d'une escale par le temps d'occupation (tonnes/heure).

### Etape 2 : Profil moyen par bassin et par phase

Ensuite un profil temporel unique est estimé pour chaque bassin.

Dans cette étape, chaque profil temporel par escales sont découpés en 3 profils pour distinguer les profils en phase à quai, manœuvre, ou approche, puis ils sont réattribués à un bassin d'occupation. L'ensemble des profils temporels d'un même bassin, et pour une phase donnée, sont alors sommés. Ce qui nous permet d'obtenir un profil unique avec des facteurs d'émissions horaires adaptée sur chaque heure de l'année.

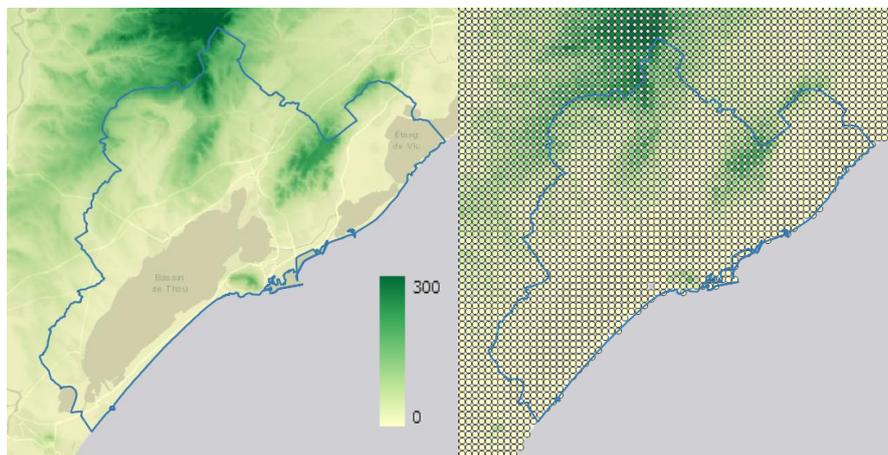
### Etape 3 : Profil spécifique des activités du terminal vraquier(manutention vrac agroalimentaire)

La même méthode expliquée dans les étapes 1 et 2 est utilisée en ne considérant que les navires transportant du vrac agroalimentaire. Aussi seule la phase à quai est ici prise en compte.

## 1.2.1. Données d'entrée (hors émissions)

### 1.2.1.1. Topographie

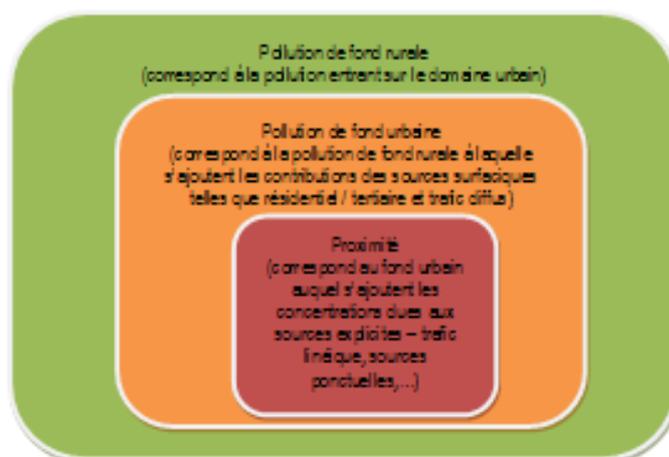
Au regard de la topographie de la ville de Sète, et notamment du fait de la présence du Mont Saint-Clair, nous avons décidé d'activer un module avancé d'ADMS. Ce module permet de mieux caractériser la topographie du domaine et ainsi mieux définir les écoulements des masses d'air lorsque le domaine est vallonné.



A gauche topographie issue de la BD ALTI, à droite extraction utilisée pour le modèle ADMS

### 1.2.1.2. Pollution de fond

Les choix de caractérisation de la pollution de fond et des sources d'émissions complémentaires au trafic routier à intégrer au modèle sont des étapes déterminantes dans une étude de modélisation en milieu urbain. Pour réaliser ces choix, il est tout d'abord essentiel de comprendre les différentes contributions régionales et locales dans la structure de la pollution urbaine. Celles-ci peuvent ainsi être décrites par le schéma suivant :



Les principales échelles de pollution en milieu urbain

Lorsque l'on s'intéresse à la pollution de fond urbaine au sens d'un modèle, celle-ci diffère sensiblement du fond urbain mesuré par les capteurs. En effet, au sens du modèle, la pollution de fond correspond à la pollution entrant sur le domaine modélisé.

Pour Sète Agglopôle Méditerranée, cette pollution de fond est estimée à partir de 2 sources de données selon le polluant étudié :

- Pour la pollution de fond des NO<sub>x</sub>, nous utilisons les données issues de notre modèle régional CHIMERE
- Pour les particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>, nous utilisons une station de fond installée bien en dehors du domaine d'étude (non visible sur la carte suivante).

### 1.2.1.3. Données météorologiques

La modélisation est réalisée pour obtenir des concentrations horaires. Les calculs de dispersion ont donc été menés à partir des mesures horaires de plusieurs paramètres météorologiques (vitesse et direction du vent, couverture nuageuse, température, etc.) fournies par les stations météorologiques les plus proches de la zone d'étude et pour l'année de référence.

Pour Sète Agglopôle Méditerranée, nous avons utilisé les données de vitesse et direction d'un mat météo d'Atmo Occitanie quai des Moulins à Sète), que nous avons complété avec les données du modèle météorologique à fine échelle de Météo-France (AROME 2,5 km).

## 1.3. Post traitement de la modélisation

### 1.3.1. Adaptation statistique de données

Les sorties brutes de modèles de dispersion tels qu'ADMS peuvent présenter des écarts avec la réalité des concentrations mesurées. En effet, différents effets sont difficilement pris en compte par la modélisation:

- Les surémissions de certains polluants dues à des bouchons suite à un accident ;
- La pollution de fond sur laquelle vient s'ajouter la dispersion des sources prises en compte (trafic routier, industrie, chauffage, etc.). En effet l'évolution de la pollution de fond entre deux heures consécutives est difficilement prise en compte par les modèles de dispersion ;
- L'apport de pollution provenant de l'extérieur de la zone de modélisation.

Ces différents points sont les sources principales de différence entre les sorties brutes de la modélisation et les mesures. Sur Sète Agglopôle Méditerranée, les comparaisons entre les sorties brutes et les concentrations mesurées disponibles sont bien dans le domaine de validité, tel que défini par le Laboratoire Central de la Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA). Aussi les concentrations brutes en sortie de modèle ont été conservées sans redressement statistique.

### 1.3.2. Interpolation des données

Les données de sortie de modélisation ne sont pas spatialement homogènes dans le domaine d'études. Aussi avant de créer une cartographie des concentrations, une interpolation par pondération inverse à la distance est effectuée sur une grille régulière.

## 1.4. Cartographie et Impact sur les populations

### 1.4.1. Cartographie

Les cartes de dispersion de la pollution sont obtenues en géo référençant l'interpolation des données décrites précédemment avec un Système d'Information Géographique (SIG).

Les cartes issues du SIG permettent de suivre l'évolution de la pollution sur une zone donnée en comparant les cartes sur plusieurs années.

### 1.4.2. Impact sur les populations

Les concentrations interpolées de polluants dépassant les valeurs réglementaires sont croisées avec la base « MAJIC » qui fournit les données de population spatialisée.

# ANNEXE 6 : RESULTATS DETAILLES DES MESURES

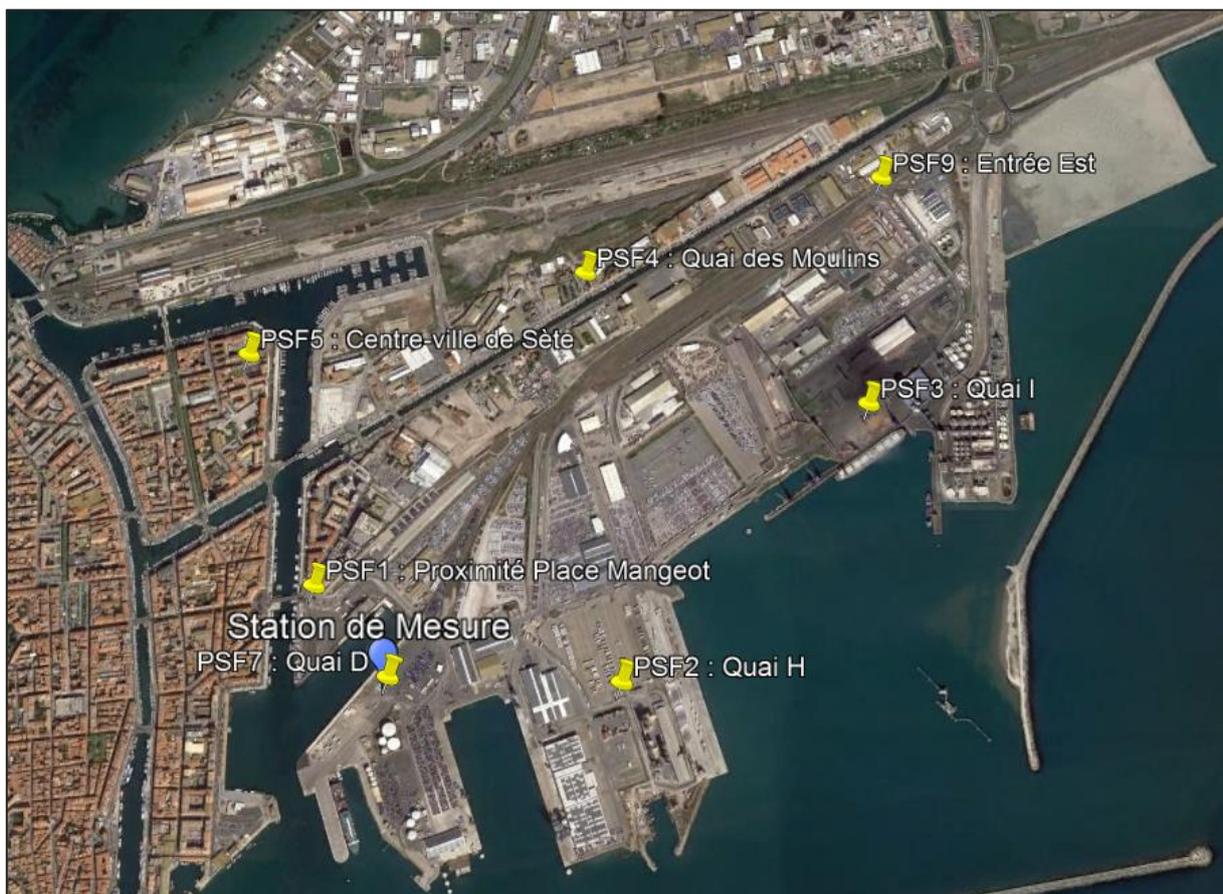
## 1. Mesures de NO<sub>2</sub> et SO<sub>2</sub> par échantillonneurs passifs

4 séries de mesure par échantillonneurs passifs de 14 jours chacune ont été réalisées sur 2 saisons contrastées, couvrant plus de 15% de l'année. Afin d'estimer les concentrations moyennes de NO<sub>2</sub> et de SO<sub>2</sub>, un facteur correctif de 0,9127 a été appliqué pour tenir compte du biais en raison des périodes de mesures. Sur les stations fixes proches, la moyenne annuelle (février 2021 à février 2022) est ainsi plus faible que la moyenne sur les 4 séries de mesures. Un facteur correctif de 0,9127 est ainsi appliqué sur l'ensemble des mesures.

*Moyenne annuelle estimée = 0,9127 \* moyenne des 4 séries de mesure.*

Les mesures ont été réalisées sur 9 sites :

- 5 sites dans l'enceinte du port,
- 2 sites dans l'environnement proche du port
- 2 sites référence positionnés à plus grande distance du port, en fond rural à 5 km au Nord et à proximité du trafic routier le long de la D600 à 2 km au Nord.



		Concentrations de NO <sub>2</sub> en µg/m <sup>3</sup>					
		Séries				Moyenne annuelle estimée	
		Série 1	Série 2	Série 3	Série 4		
		28 juin au 12 juil.	12 au 26 juil.	11 au 25 janv.	25 janv. au 8 fév.		
Enceinte du port	PSF1	Place Mangeot	16.7	18.6	17.7	15.3	<b>15.6</b>
	PSF2	Quai H	13.9	18.4	22.9	16.7	<b>17.2</b>
	PSF3	Quai I	14.3	14.5	17.1	13.2	<b>13.7</b>
	PSF7	Quai D	13.2	Invalidé	20.1	13.4	<b>14.8</b>
	PSF9	Entrée Est	19.9	18.7	26.7	15.1	<b>18.7</b>
Environnement du Port	PSF4	Quai des moulins	13.1	14.3	15.3	15.1	<b>13.5</b>
	PSF5	Ecole Gaston Baby	12.0	10.8	21.8	21.9	<b>17.6</b>
Références	PSF6	Réf. rurale	5.4	4.8	5.8	5.3	<b>5.0</b>
	PSF8	Réf. trafic	15.0	13.7	22.2	14.2	<b>15.7</b>

		Concentrations de SO <sub>2</sub> en µg/m <sup>3</sup>					
		Séries				Moyenne annuelle estimée	
		Série 1	Série 2	Série 3	Série 4		
		28 juin au 12 juil.	12 au 26 juil.	11 au 25 janv.	25 janv. au 8 fév.		
Enceinte du port	PSF1	Place Mangeot	0.1	Disparu	0.4	0.3	<b>0.3</b>
	PSF2	Quai H	< 0.1	0.5	0.4	0.3	<b>0.3</b>
	PSF3	Quai I	Disparu	Invalidé	0.3	0.3	<b>0.3</b>
	PSF7	Quai D	0.2	1.8	0.3	0.3	<b>0.4</b>
	PSF9	Entrée Est	0.2	0.8	0.3	0.3	<b>0.3</b>
Environnement du Port	PSF4	Quai des moulins	0.4	0.5	0.5	0.3	<b>0.4</b>
	PSF5	Ecole Gaston Baby	0.2	0.6	0.3	0.3	<b>0.3</b>
Références	PSF6	Réf. rurale	< 0.1	< 0.1	0.3	0.3	<b>0.2</b>
	PSF8	Réf. trafic	0.4	2.1	0.3	0.3	<b>0.5</b>

## 2. Mesures des retombées de poussières totales et métaux

Les retombées atmosphériques totales (sèches et humides), ont été prélevées au moyen de jauges OWEN (norme NF X43-014). Ce paramètre correspond à la masse de matières naturellement déposées par unité de surface dans un temps déterminé. La quantité des dépôts recueillis est dépendante des facteurs météorologiques, en particulier le vent et la pluviométrie.

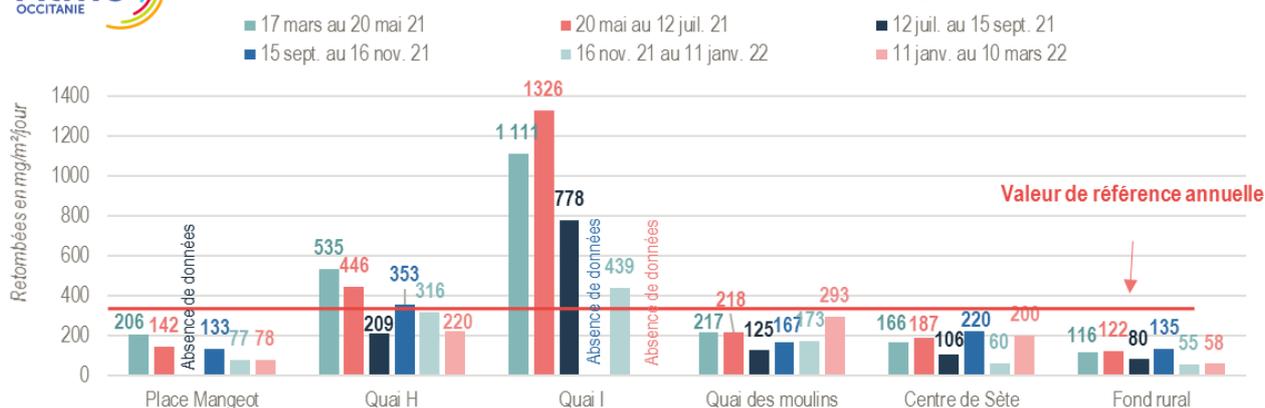
### Moyenne annuelle

			Retombées atmosphériques					
			mg/m <sup>2</sup> /jour	µg/m <sup>2</sup> /jour				
			Poussières totales	As	Cd	Ni	Pb	V
Enceinte du port	PSF1	Place Mangeot	129	0.9	0.09	3.3	7.2	3.4
	PSF2	Quai H	346	2.2	0.15	10.8	4.8	12.2
	PSF3	Quai I	910	5.3	0.28	8.9	3.5	39.7
Environnement du port	PSF4	Quai des moulins	197	1.2	0.14	4.1	5.3	5.2
	PSF5	Ecole Gaston Baby	156	0.8	0.11	2.7	9.7	3.1
Référence	PSF6	Réf. rurale	95	0.4	0.07	1.4	1.9	1.9

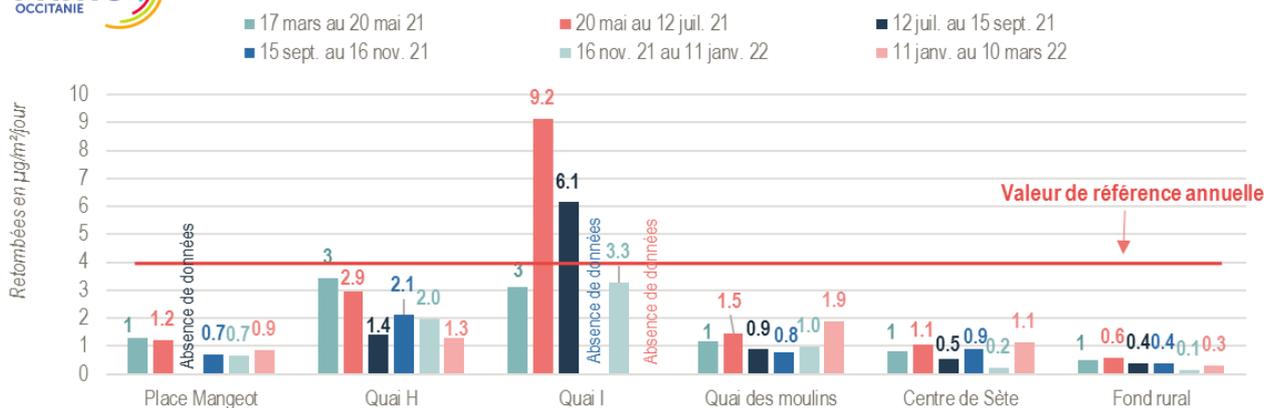
### Détail par série



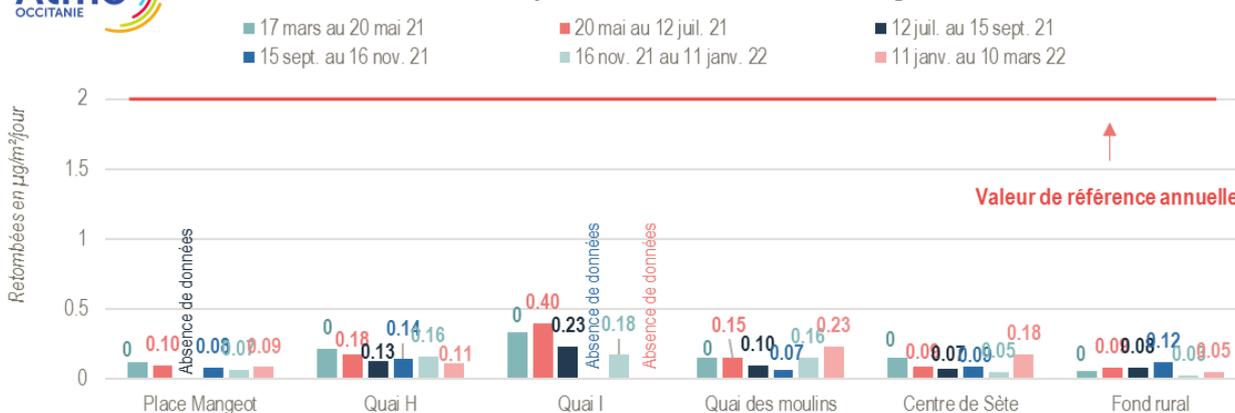
#### Retombées de poussières par site - Port de Sète Frontignan - Année 2021/2022



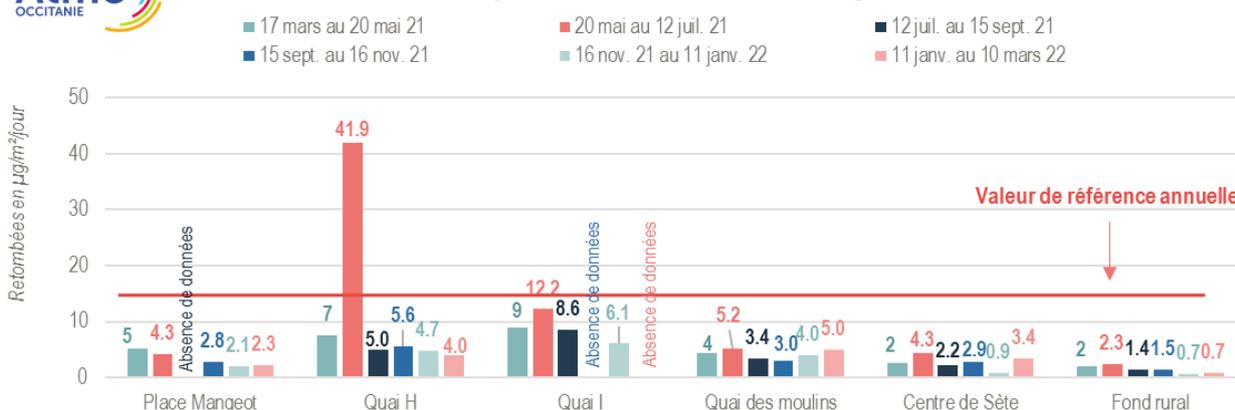
### Retombées d'arsenic par site - Port de Sète Frontignan - Année 2021/2022



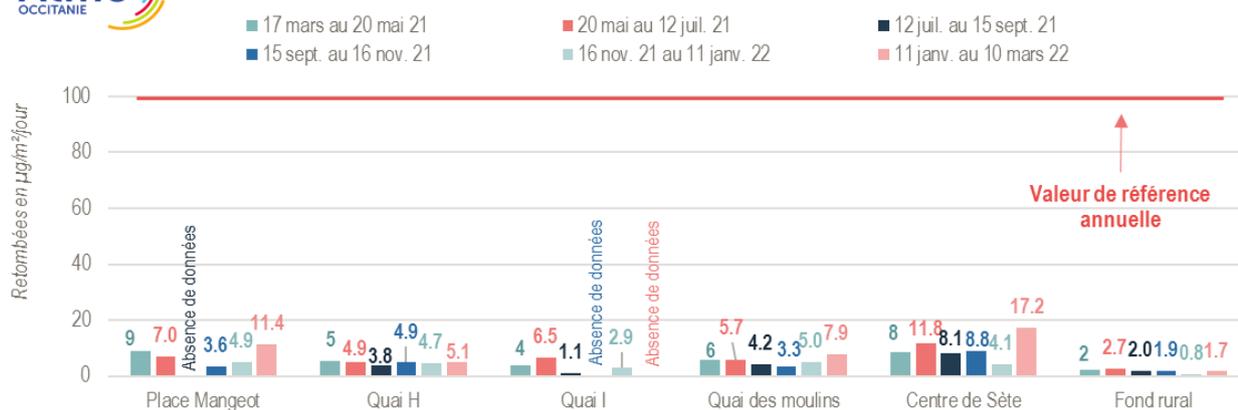
### Retombées de cadmium par site - Port de Sète Frontignan - Année 2021/2022



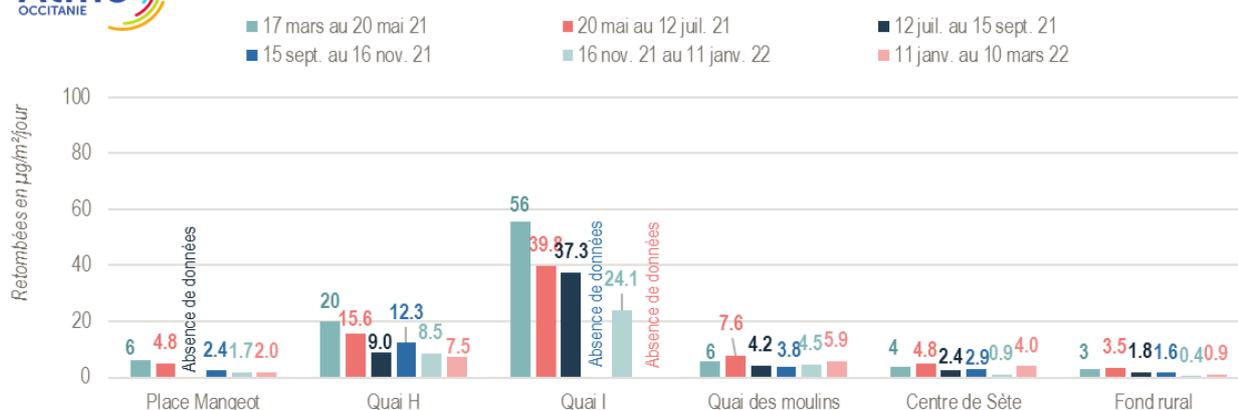
### Retombées de nickel par site - Port de Sète Frontignan - Année 2021/2022



## Retombées de plomb par site - Port de Sète Frontignan - Année 2021/2022



## Retombées de vanadium par site - Port de Sète Frontignan - Année 2021/2022



### 3. Concentration en air ambiant au quai D

#### Mesures en continu de NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, particules PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>, PM<sub>1</sub> et PUF

La station de mesure a été installée quai D de juin 2021 à juin 2022, à proximité notamment du mole Masselin où se déroule les embarquements et débarquements des ferries.

Le tableau ci-dessous présente les concentrations moyennes la campagne de mesure au quai D et les compare à celles mesurées dans différents environnements en Occitanie sur la même période.

Concentrations moyennes du 4 juin 2021 au 30 juin 2022						
	µg/m <sup>3</sup>					Milliers Part./cm <sup>3</sup>
	NO <sub>2</sub>	PM <sub>10</sub>	PM <sub>2.5</sub>	PM <sub>1</sub>	SO <sub>2</sub>	PUF
Port de Sète (quai D)	13,3	17,3	8,9	6,3	1,9	6 360
Montpellier – Fond urbain	15,8	15,9	8,1			
Toulouse – Fond urbain	13,6	14,9	10,0	8,2		7 820
Montpellier – Proximité trafic routier	33,3	20,9	9,5			
Environnement urbain industriel					0,8	

**Pour le NO<sub>2</sub>, les particules fines PM<sub>1</sub> et les particules ultrafines (PUF)**, les concentrations moyennes au port de Sète sont **légèrement plus faibles** qu'en fond urbain montpelliérain ou toulousain,

**Le niveau moyen de SO<sub>2</sub>** est **proche des limites de quantifications** de l'appareil, sur le port de Sète comme sur les autres sites régionaux.

En revanche, la concentration moyenne de **particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub>** est **légèrement plus élevée au quai D du port de Sète qu'en fond urbain montpelliérain**, sans atteindre le niveau à proximité du trafic routier.

**Les différents seuils réglementaires concernant ces polluants sont respectés**, aussi bien pour une exposition chronique (moyennée sur un an) qu'en exposition aigüe (concentrations horaires ou journalières).

DIOXYDE D'AZOTE (NO <sub>2</sub> )					
		Valeurs réglementaires	Moyenne juin 21 – juin 22	Conformité à la réglementation	Comparaison avec fond urbain
Exposition de longue durée	Valeurs limites	40 µg/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle	<b>13,3 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>OUI</b>	inférieur
		200 µg/m <sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 18 heures par an	<b>3 heures</b> (max de 227 µg/m <sup>3</sup> le 11 août 21 à 18h)	<b>OUI</b>	Supérieure

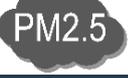
## DIOXYDE DE SOUFRE (SO<sub>2</sub>)

 SO <sub>2</sub>		Valeurs réglementaires	Moyenne juin 21 – juin 22	Conformité à la réglementation	Comparaison avec fond urbain
Exposition de longue durée	Objectif de qualité	50 µg/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle	<b>1,9 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>OUI</b>	Égale
	Valeurs limites	125 µg/m <sup>3</sup> en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an	<b>0 jour</b> (max de 10 µg/m <sup>3</sup> le 5 juillet 21)	<b>OUI</b>	Égale
		350 µg/m <sup>3</sup> en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 24 heures par an	<b>0 heures</b> (max de 37 µg/m <sup>3</sup> le 9 août 21 à 16h)	<b>OUI</b>	Égale

## PARTICULES EN SUSPENSION PM<sub>10</sub>

 PM <sub>10</sub>		Valeurs réglementaires	Moyenne juin 21 – juin 22	Conformité à la réglementation	Comparaison avec fond urbain
Exposition de longue durée	Objectif de qualité	30 µg/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle	<b>17,3 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>OUI</b>	Supérieure
	Valeurs limites	40 µg/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle	<b>17,3 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>OUI</b>	Supérieure
		50 µg/m <sup>3</sup> en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours par an	<b>2 jour</b> (max de 54 µg/m <sup>3</sup> le 28 mars 22)	<b>OUI</b>	Égale

## PARTICULES FINES PM<sub>2,5</sub>

 PM <sub>2,5</sub>		Valeurs réglementaires	Moyenne juin 21 – juin 22	Conformité à la réglementation	Comparaison avec fond urbain
Exposition de longue durée	Objectif de qualité	10 µg/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle	<b>8,9 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>OUI</b>	Supérieure
	Valeur cible	20 µg/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle	<b>8,9 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>OUI</b>	Supérieure
	Valeur limite	25 µg/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle	<b>8,9 µg/m<sup>3</sup></b>	<b>OUI</b>	Supérieure

## Prélèvement mensuels de métaux

Les particules en suspension de diamètre inférieur à 10 µm (PM<sub>10</sub>) présentes dans l'air ambiant sont échantillonnées en permanence sur un filtre. Les filtres récupérés sont envoyés au laboratoire d'analyse afin de déterminer les concentrations de métaux présents dans les PM<sub>10</sub>.

Le tableau ci-dessous compare les concentrations moyennes au quai D pendant la campagne de mesure à celles mesurées sur un autre environnement en Occitanie sur la même période.

Concentrations moyennes du 3 juin 2021 au 30 juin 2022 en ng/m <sup>3</sup>					
	Arsenic	Cadmium	Nickel	Plomb	Vanadium
Port de Sète (quai D)	0,3	0,06	2,2	2,2	4,4
Toulouse – Fond urbain	0,3	0,08	0,5	2,4	
Environnement urbain industriel					0,5

Les niveaux d'arsenic, de cadmium et de plomb sont similaires au fond urbain toulousain.

Les concentrations de nickel et de vanadium sont en revanche légèrement plus élevée au quai D du port de Sète. Ces deux métaux sont notamment émis par le trafic maritime.

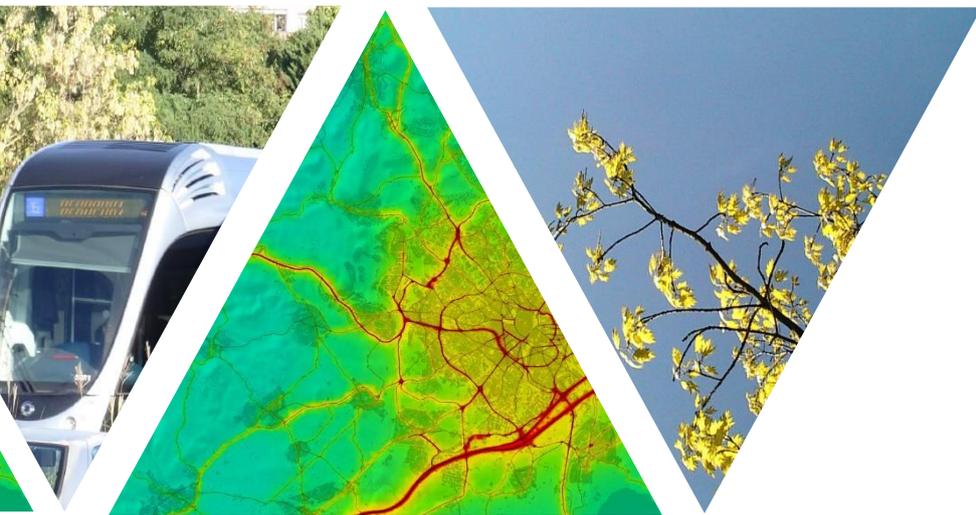
**Les valeurs réglementaires sont largement respectées pour les 4 métaux réglementés en air ambiant.**

METAUX PARTICULAIRES REGLEMENTES						
MTx		Valeurs réglementaires	Moyenne juin 21 – juin. 22	Conformité à la réglementation	Comparaison avec fond urbain	
Exposition de longue durée	As	Valeur cible	6 ng/m <sup>3</sup> en moy. annuelle	0,3 ng/m <sup>3</sup>	Oui	Egal
	Cd	Valeur cible	5 ng/m <sup>3</sup> en moy. annuelle	0,06 ng/m <sup>3</sup>	Oui	Egal
	Ni	Valeur cible	20 ng/m <sup>3</sup> en moy. annuelle	2,2 ng/m <sup>3</sup>	Oui	Supérieur
	Pb	Objectif de qualité	250 ng/m <sup>3</sup> en moy. annuelle	2,2 ng/m <sup>3</sup>	Oui	Egal
		Valeur limite	500 ng/m <sup>3</sup> en moy. annuelle	2,2 ng/m <sup>3</sup>	Oui	Egal

Le détail des prélèvements mensuels est présenté dans le tableau ci-dessous.

Résultats mensuel des métaux en air ambiant (ng/m <sup>3</sup> )					
Filtres	Arsenic	Cadmium	Nickel	Plomb	Vanadium
juin-21	0.3	0.04	1.6	2.1	2.3
juil-21	0.1	<0.03	2.0	0.6	4.5
août-21	0.3	0.05	4.6	2.2	13.0
sept-21	0.3	0.04	2.8	2.1	5.7
oct-21	0.2	0.10	2.3	3.1	2.4
nov-21*	0.3	0.10	0.5	2.1	0.6
déc-21	0.4	0.07	0.4	2.7	0.7
janv-22*	0.4	0.15	0.7	3.5	1.1
févr-22	0.2	<0.04	1.3	1.4	3.7
mars-22	0.5	0.10	1.1	3.3	1.5
avr-22	0.3	0.04	1.1	1.6	2.1
mai-22	0.3	0.06	3.5	2.8	5.6
juin-22	0.2	0.04	5.3	2.0	11.2
<b>Moyenne</b>	<b>0.3</b>	<b>0.06</b>	<b>2.2</b>	<b>2.2</b>	<b>4.4</b>

\* Regroupement de 2 filtres sur la période



# L'information sur la qualité de l'air en Occitanie

[www.atmo-occitanie.org](http://www.atmo-occitanie.org)



Agence de Montpellier  
(Siège social)  
10 rue Louis Lépine  
Parc de la Méditerranée  
34470 PEROLS

Agence de Toulouse  
10bis chemin des Capelles  
31300 TOULOUSE

Tel : 09.69.36.89.53  
(Numéro CRISTAL – Appel non surtaxé)

Crédit photo : Atmo Occitanie