

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

---

**ETU-2023-096**

**Edition Février 2024**

[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>EN UN COUP D'ŒIL.....</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 SUR LA ZONE PORTUAIRE DE SETE. 6</b>	
3.1. PREAMBULE.....	6
3.2. ÉMISSIONS 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. ÉVOLUTION DES ÉMISSIONS DE LA PLATEFORME PORTUAIRE DEPUIS 2019.....	11
3.7. CONTRIBUTION SIGNIFICATIVE DES ACTIVITES PORTUAIRES AUX ÉMISSIONS TOTALES SUR SETE AGGLOPOLE MEDITERRANEE.....	13
<b>4. IMPACT DES ACTIVITES PORTUAIRES SUR LES CONCENTRATIONS DE NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> ET SO<sub>2</sub> .....</b>	<b>15</b>
4.1. CONCENTRATIONS ANNUELLES DE NO <sub>2</sub> .....	15
4.2. CONCENTRATIONS ANNUELLES DE PM <sub>10</sub> .....	18
4.3. CONCENTRATIONS ANNUELLES DE PM <sub>2.5</sub> .....	20
4.4. CONCENTRATIONS ANNUELLES DE SO <sub>2</sub> .....	22
4.5. INFLUENCE LORS DE CONDITIONS METEOROLOGIQUES PARTICULIERES .....	23
<b>5. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES.....</b>	<b>26</b>
<b>TABLE DES ANNEXES .....</b>	<b>27</b>

## EN UN COUP D'ŒIL

---

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. La réglementation a cependant diminué la teneur maximale autorisée, et les émissions de SO<sub>2</sub> liées au trafic maritime ont été divisées par 3 en 2020.

### 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. De plus, la hauteur de rejet des émissions des navires permet à la pollution de se disperser plus efficacement que celle du trafic routier par exemple.

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.

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

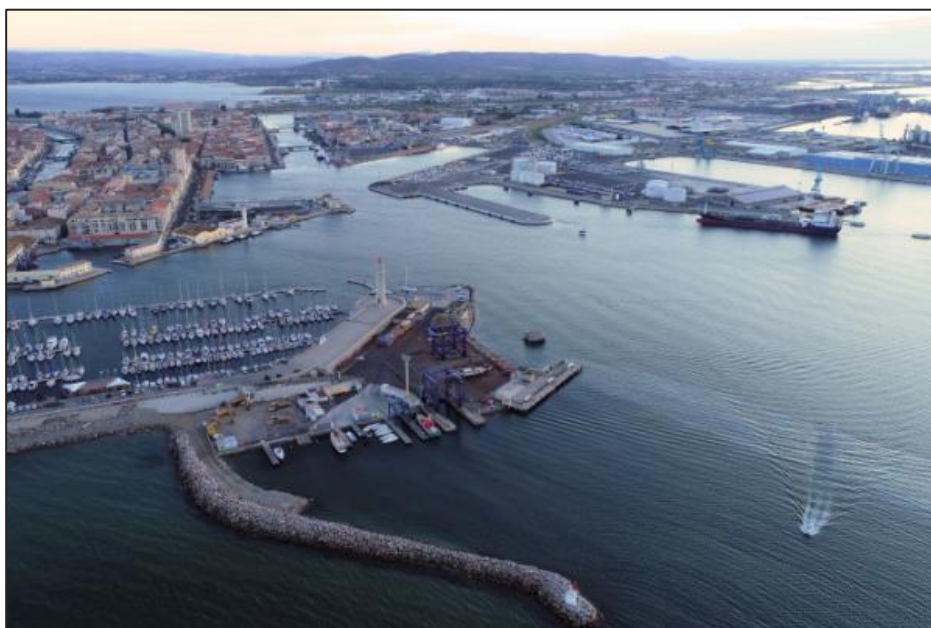
En présence de tramontane, les émissions issues des navires sont dispersées vers la Méditerranée, sans influence sur le centre-ville de Sète.

Lorsque les conditions sont défavorables, par vent marin modéré, les polluants émis par les navires en escale peuvent être ponctuellement rabattus vers le centre-ville de Sète et La Peyrade, s'ajoutant aux émissions de polluants des autres activités, dont le trafic routier.

# 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 d'étude présente l'impact des activités du port de Sète-Frontignan en termes d'émissions et de concentrations des principaux polluants réglementés en air ambiant sur l'année 2020 et 2021.**

Le résultats des mesures de polluants réalisées depuis 2021 dans l'environnement de la plateforme portuaire ont fait l'objet de précédents rapports disponibles sur [www.atmo-occitanie.org](http://www.atmo-occitanie.org).

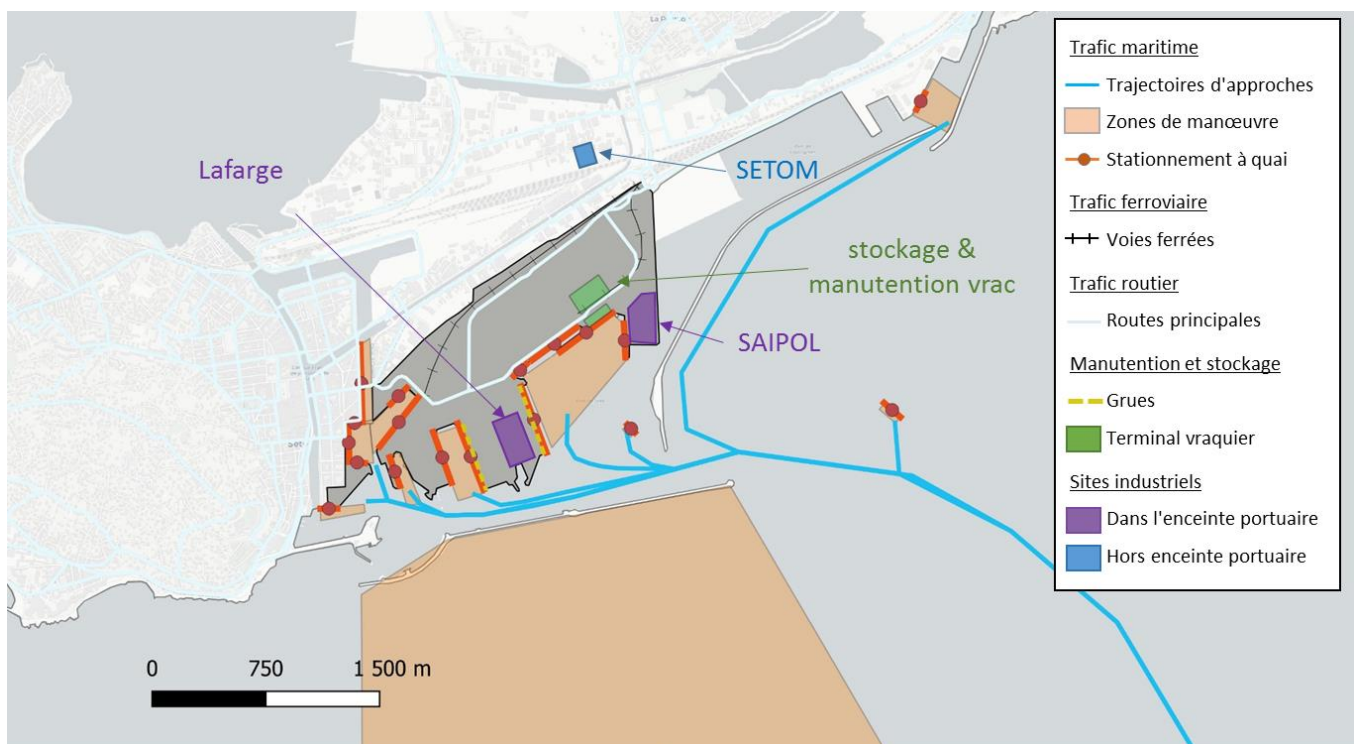
Ce partenariat avec Port Sud de France s'inscrit dans le cadre de l'Axe 3 du projet associatif Atmo Occitanie "Évaluer et suivre l'impact des activités humaines et de l'aménagement du territoire sur la qualité de l'air". Il répond plus spécifiquement à l'objectif 3-1 : " Accompagner les partenaires pour 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 à 2021

La réalisation de l'inventaire des émissions s'appuie sur la méthodologie d'élaboration 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 2021**

Des cartographies à haute résolution des concentrations moyennes pour les principaux polluants (NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> et SO<sub>2</sub>) ont été réalisées par modélisation de la dispersion des émissions, sur le territoire de Sète Agglopôle 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 de concentration 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.

Enfin, une évolution heure par heure de ces cartographies a été réalisée sur une journée spécifique de 2021, présentant des conditions météorologiques particulières pendant des escales de ferries, à savoir un vent marin modéré ramenant les émissions du port vers le centre-ville de Sète. Ces travaux constituent une première approche pour évaluer l'influence des activités portuaires, et en particulier du trafic maritime, sur la pollution de pointe aux alentours de la plateforme portuaire.

## **3. EMISSIONS DE POLLUANTS SUR LA ZONE PORTUAIRE DE SETE**

---

### **3.1. Préambule**

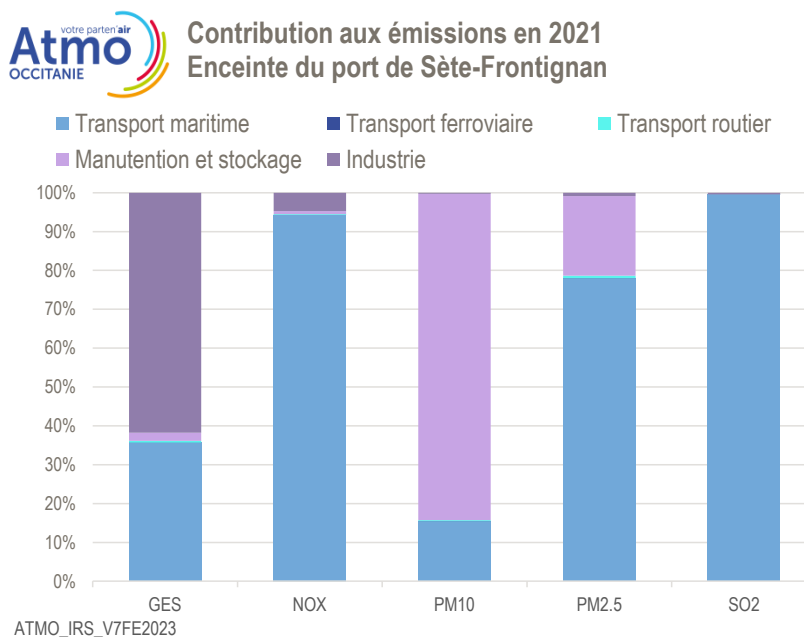
**Les émissions de polluants** correspondent aux quantités de polluants directement rejetées dans l'atmosphère par les activités humaines (dispositifs de chauffage, activités industrielles, trafic routier, agriculture...) ou par des sources naturelles (volcans, ou composés émis par la végétation et les 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 (µg/m<sup>3</sup>). 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 les années 2019 à 2021 (la version de l'inventaire des émissions utilisée est ATMO\_IRS\_V7FE2023, 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, **94% des oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>)**, et un peu plus de **75% des particules fines PM<sub>2,5</sub>**, contre un tiers des gaz à effets de serre.
- la manutention et le stockage** : **84% 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 nettement moins concernées (21%).
- les industries** : les activités de certaines industries sur le port sont les **principales sources de GES, avec 62%**. 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.

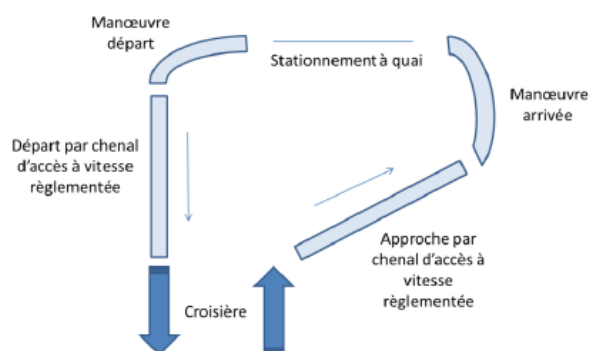
Les paragraphes suivants détaillent les émissions du transport maritime et de la manutention et du stockage.



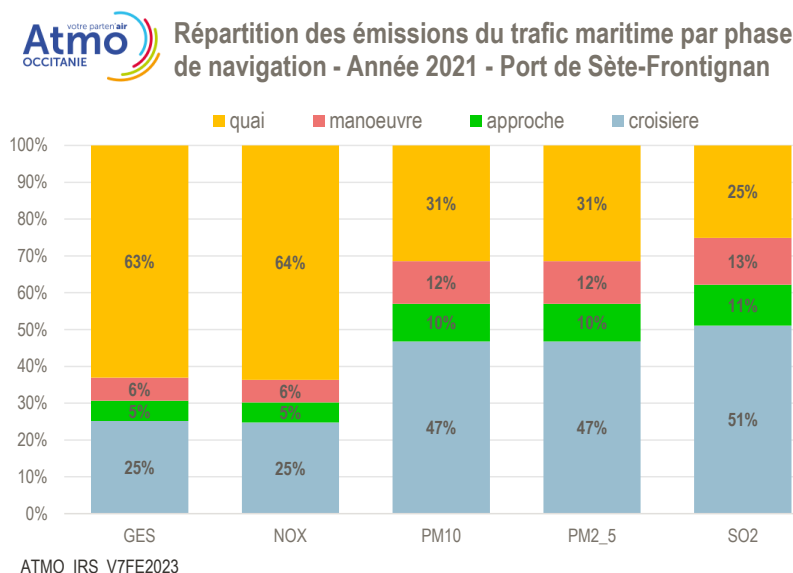
### 3.3. Zoom par phase lors des escales

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 :

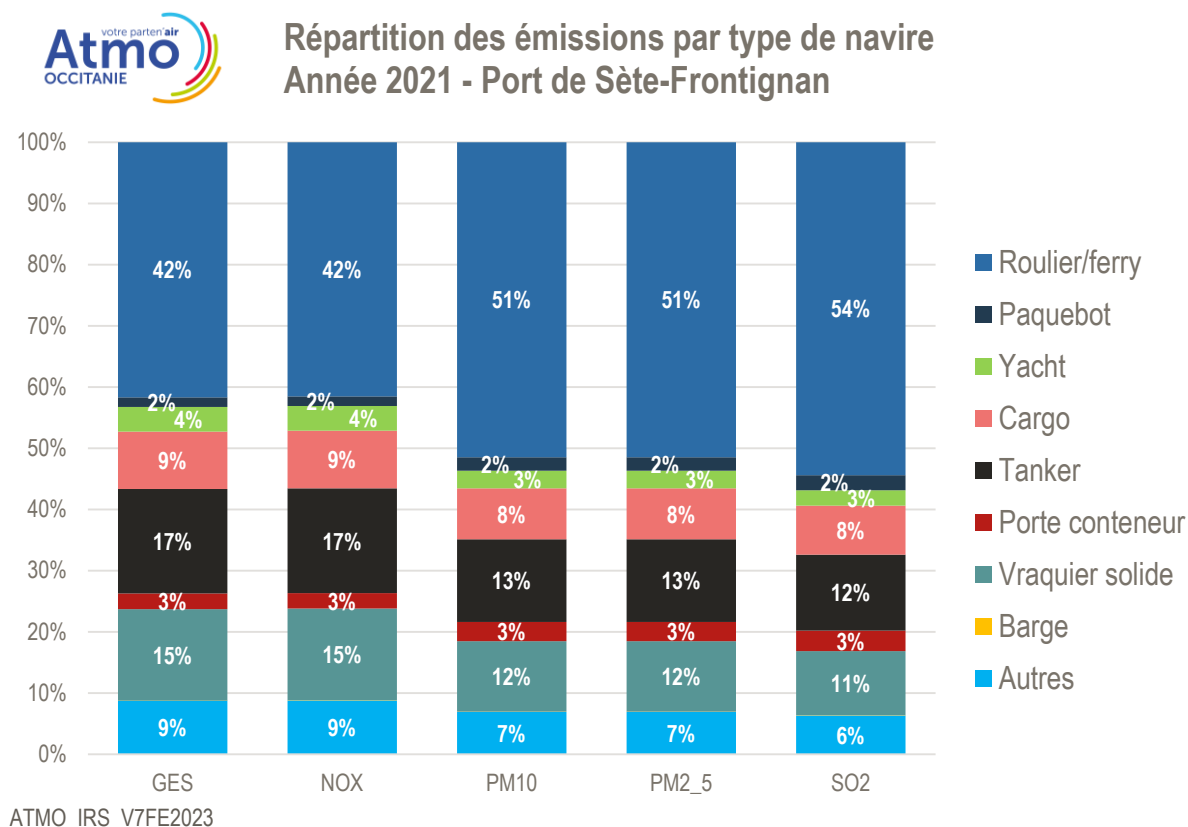
- Le **stationnement à quai des navires**, avec plus de 60% des émissions d'oxydes d'azote et de gaz à effet de serre et environ 30% de celles des particules et du SO<sub>2</sub>. Cette phase est la plus longue lors d'une escale, ce qui explique cette contribution plus importante que les phases de manœuvre et d'approche.
- La **phase croisière** représente environ la moitié des émissions de SO<sub>2</sub> et particules et environ un quart des émissions de NO<sub>x</sub> et GES. 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 des limites administratives du port.

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 41% 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 (15%).

### 3.4. Zoom par type de navire

Les différents navires ayant fait escales ont été regroupés en 9 grandes catégories : roulier/ferry, paquebot, yacht, cargo, tanker, porte-conteneur, vraquier solide, barge et autres. Cette dernière catégorie regroupe en grande partie les péniches transitant par le canal du Rhône à Sète. 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.



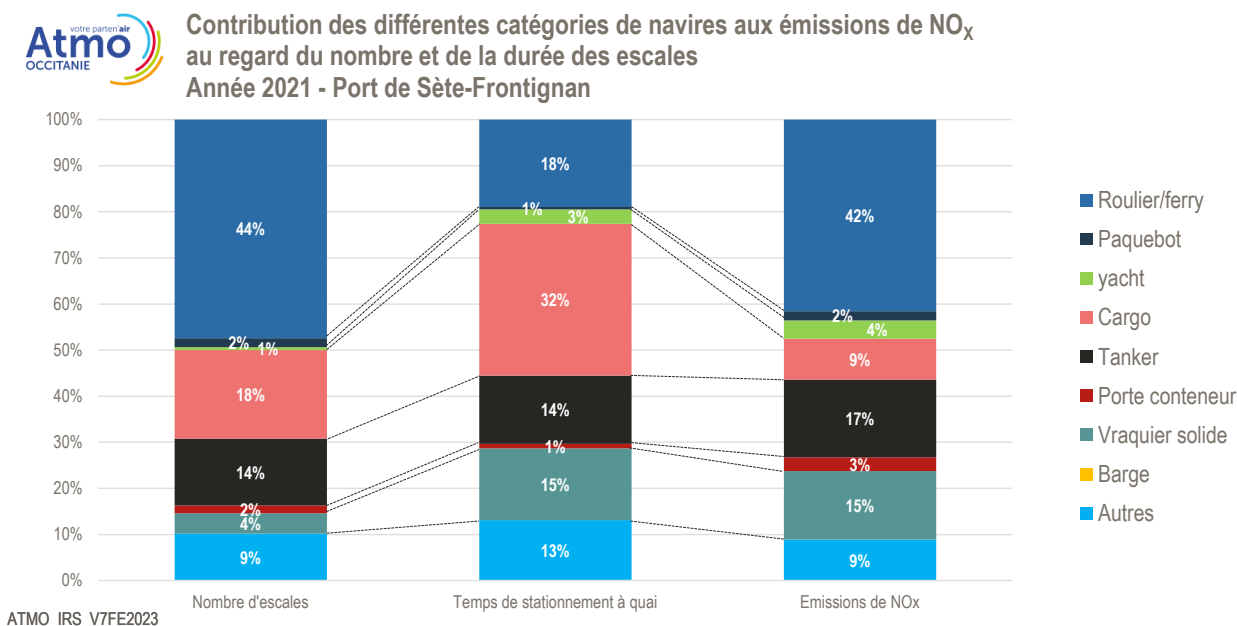
**La majorité des émissions du trafic maritime provient des rouliers et ferries**, avec 42% à 54% des émissions selon le polluant considéré. Cette catégorie concerne deux d'activités distinctes : le transport de voyageurs (69%) et le transport de véhicules neuf ou d'occasion (31%), et représente près de la moitié des escales en 2021.

Les **tankers et les vraciers solides ont une contribution similaire, entre 11% et 17% selon les polluants**. Ces résultats dissimulent cependant une disparité, avec des tankers nettement plus fréquents (43 escales en 2021 contre 140 pour les vraciers solides), mais qui reste en moyenne trois fois moins longtemps à quai.

Les autres catégories représentent individuellement moins de 10% des émissions, mais contribuent ensemble à environ un quart des émissions, ce qui illustre la **diversité des activités au port de Sète-Frontignan**.

Cette répartition est proche de celle de l'année 2019, détaillée dans le précédent rapport, malgré des activités portuaires marquées par les restrictions en raison du contexte sanitaire. 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 pendant une année "classique", avant la crise sanitaire.

Le graphique ci-dessous permet de mieux visualiser les différences entre les catégories de navires, et leur impact sur les émissions totales de polluant, en prenant l'exemple des oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>).



Ainsi, pour le transport de voyageurs (2/3 de la catégorie "roulier/ferry" et paquebot), les navires restent peu de temps à quai, en comparaison du transport de marchandises (Cargo et vraquier solide notamment).

Cependant, la taille des navires et les besoins énergétiques à quai diffèrent également grandement entre les catégories de navires. Les cargos sont ainsi parmi les moins émissifs à quai, au contraire des ferries.

### 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.

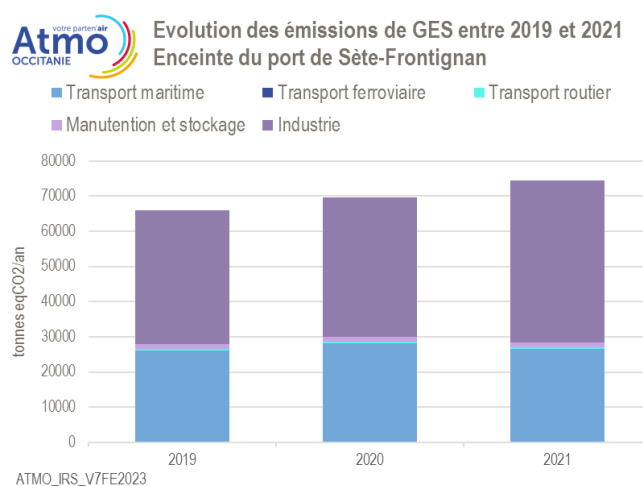
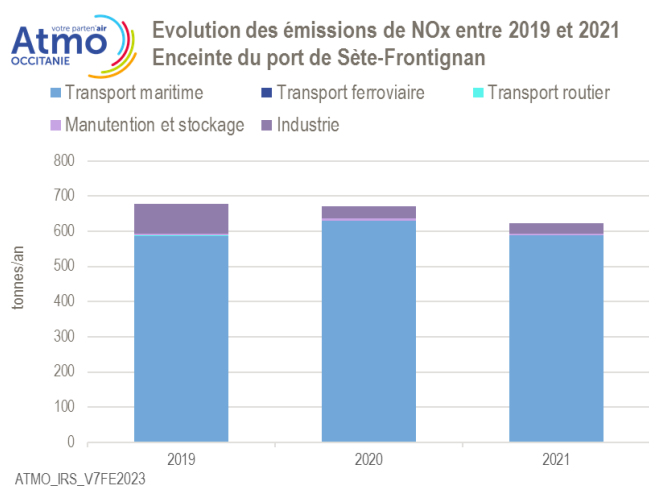
Activités concernées	Emissions en 2021 des activités de manutention et stockage Port de Sète-Frontignan				
	NO <sub>x</sub> (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2,5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)	GES (t <sub>eq</sub> CO <sub>2</sub> )
Utilisation grues et engins	5,2	0,45	0,43	0,01	1522
Manutention vrac agroalimentaire	-	58,1	2,23	-	-
Manutention coke de pétrole et charbon criblé	-	0,13	0,02	-	-
Stockage du coke de pétrole et charbon criblé	-	0,20	0,03	-	-

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, proches de la pollution en particules générée par le fonctionnement 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. Evolution des émissions de la plateforme portuaire depuis 2019

Les graphiques ci-dessous présentent les émissions de la plateforme portuaire depuis 2019<sup>1</sup> des oxydes d'azote et des Gaz à effet de serre selon les principaux secteurs d'activités.

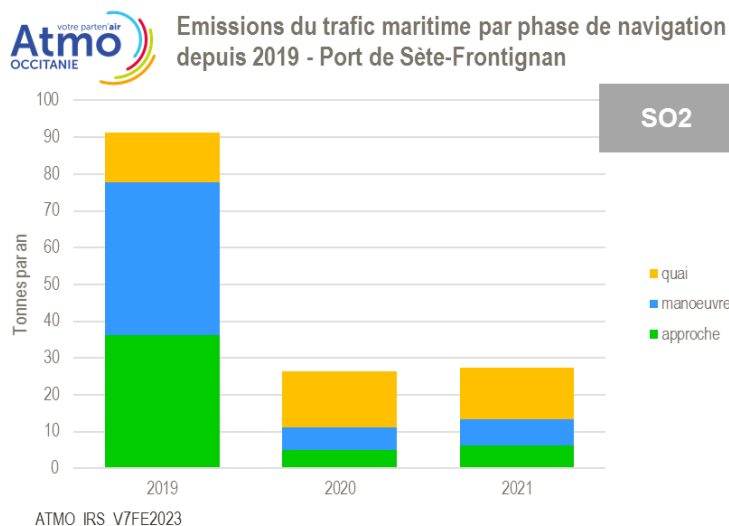


Les **émissions de NO<sub>x</sub> et de GES du trafic maritime sont similaires entre 2019 et 2021**. On observe cependant une légère hausse des émissions en 2020 en raison principalement d'un temps de stationnement à quai cumulé légèrement plus important, malgré une diminution du nombre d'escales (808 escales en 2020 contre 1120 en 2021).

L'évolution des émissions de NO<sub>x</sub> et GES sur la plateforme portuaire s'explique en premier lieu par les variations dans les émissions déclarées par les industriels. On observe ainsi, entre 2019 et 2021, une diminution de 8% des émissions de NO<sub>x</sub> et une augmentation de 13% des émissions de GES.

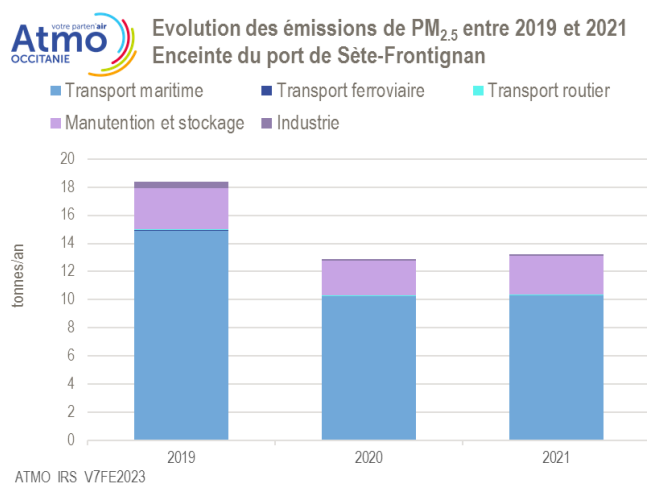
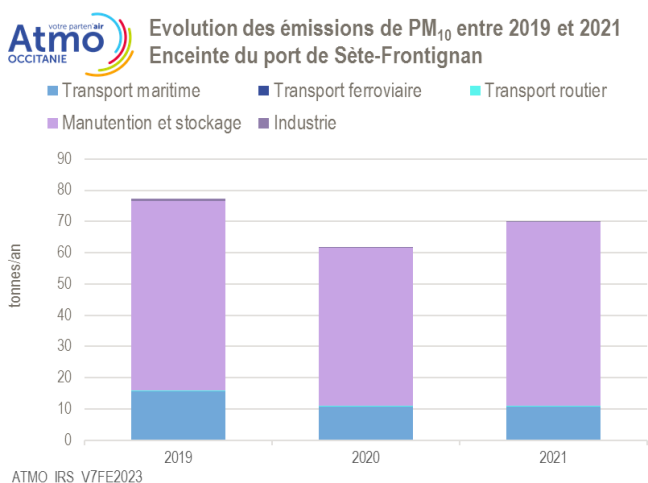
<sup>1</sup> Première année où les émissions ont été estimées à partir des données réelles transmises par le partenaire dans le cadre de la construction d'une méthodologie affinée.

Concernant **les émissions de SO<sub>2</sub>**, issues en quasi-totalité du trafic maritime, elles sont **divisées par 3 entre 2019 et 2020**. Ce résultats s'explique par la prise en compte de l'entrée en vigueur au 1<sup>er</sup> janvier 2020 d'une limitation plus stricte de la teneur en soufre des carburants des navires, passant de 3,5% à 0,5%. Cette nouvelle réglementation concerne le fioul lourd utilisé par les moteurs principaux, et impacte donc les émissions lors des phases de croisières, approches et manœuvre. Le diesel marin utilisé par les moteurs auxiliaires lors du stationnement à quai respectait déjà cette réglementation, et les émissions de SO<sub>2</sub> à quai sont donc relativement stables entre 2019 et 2021.



Les **émissions de particules** liées au trafic maritime **diminuent également en 2020** en raison de la réglementation plus stricte sur les carburants. Cette baisse est cependant plus faible que pour le SO<sub>2</sub>, de l'ordre de -30%. Le secteur maritime contribuant à la majorité des émissions de particules fines PM<sub>2,5</sub> sur la plateforme portuaire, une diminution similaire s'observe sur le total des émissions de PM<sub>2,5</sub> (-28% entre 2019 et 2021).

En revanche, la principale source de particules en suspension PM<sub>10</sub> dans l'enceinte portuaire est la manutention du vrac agroalimentaire. Les quantités d'émissions sont liées aux variations du tonnage annuel manutentionné. Ce dernier est relativement similaire en 2019 et 2021, et la **diminution des émissions totales de particules PM<sub>10</sub> est ainsi plus faible que pour les PM<sub>2,5</sub>, avec -9% entre 2019 et 2021**.



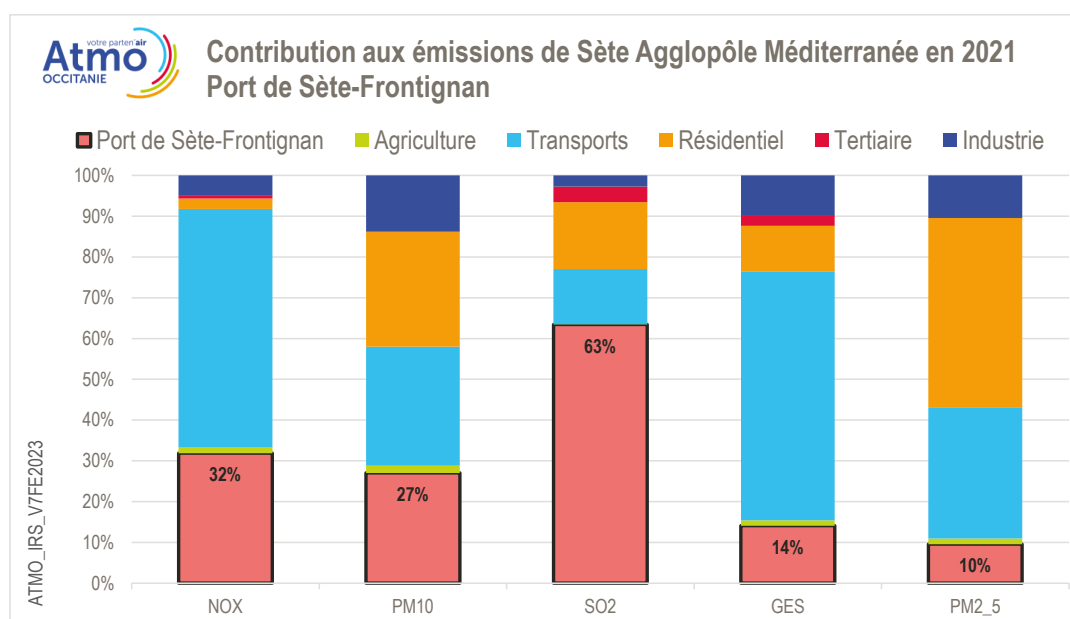
## 3.7. Contribution significative des activités portuaires aux émissions totales sur Sète Agglopôle Méditerranée

### 3.7.1. En 2021

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.

Le graphique ci-dessous présente ainsi la contribution aux émissions :

- des activités dans l'enceinte portuaire, tout secteur confondu (transport maritime, industrie, manutention,...),
- des activités hors enceinte portuaire, détaillées par secteur (transports, résidentiel, tertiaire, agriculture et industrie).



Les activités du **port de Sète Frontignan en font le premier contributeur aux émissions de SO<sub>2</sub> (63%)**, 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 moins 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 le principal contributeur pour les NO<sub>x</sub>, avec 83% 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 gaz à effets de serre (14%) et les particules PM<sub>2.5</sub> (10%).**

**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 majeures de transport de la région, et dont la sphère d'influence dépasse l'agglomération d'accueil.**

### 3.7.2. Evolution depuis 2019

L'évolution la plus importante concernant la contribution du port aux émissions de Sète Agglopôle Méditerranée concerne le **SO<sub>2</sub>** : la baisse des émissions liées au trafic maritime lors des phases d'approches et de manœuvre a pour conséquence des **émissions totales sur l'agglomération divisées par 2,5** et une contribution du port passant de 85% des émissions totales en 2019 à 65% en 2020 et 2021.

Pour les autres polluants, le poids du port de Sète Frontignan dans les émissions de l'agglomération est globalement stable entre 2019 et 2021. Les émissions liées au transport routier sont celles qui varient le plus avec une baisse marquée en 2020, en lien avec la baisse de la circulation lors de la crise sanitaire.

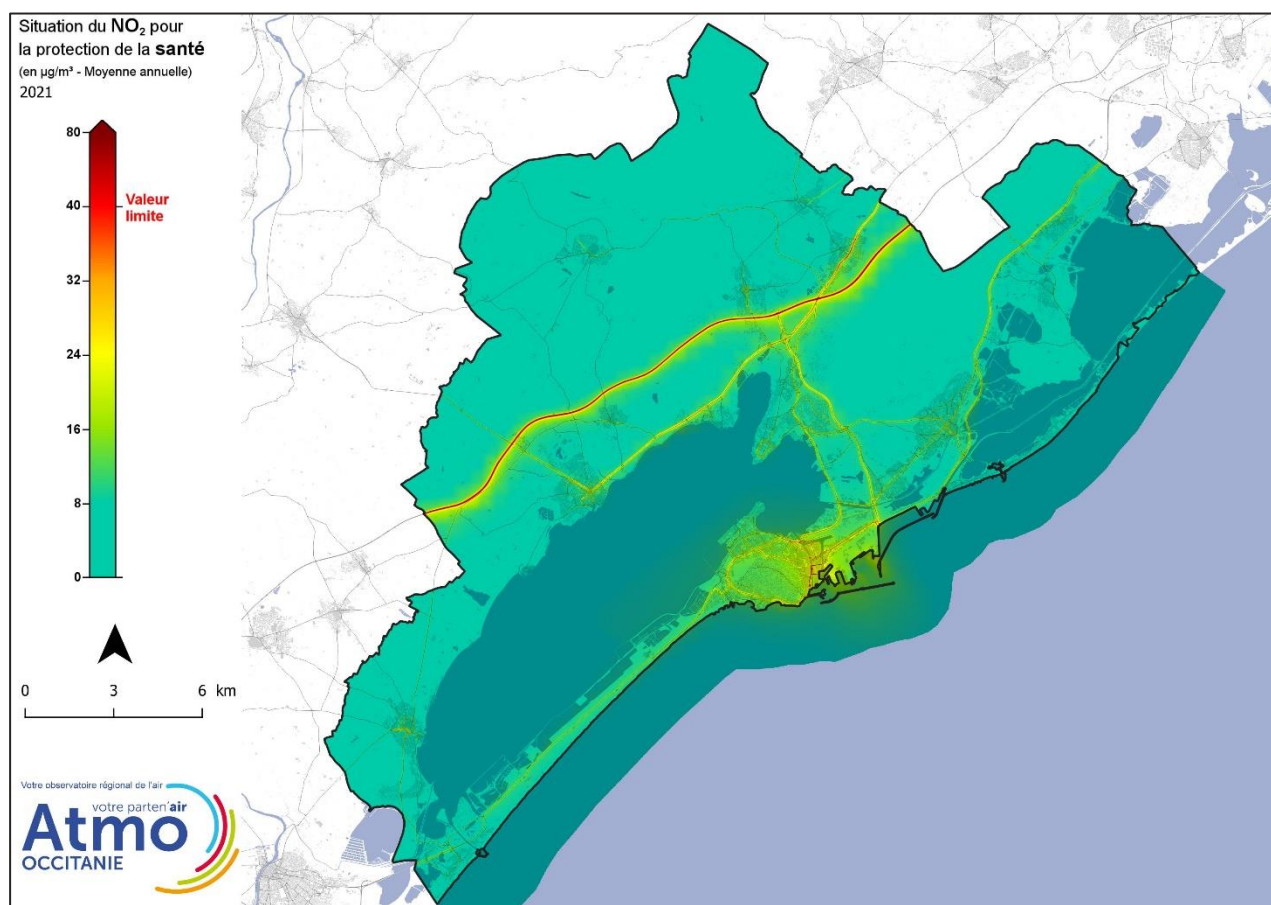


## 4. IMPACT DES ACTIVITES PORTUAIRES SUR LES CONCENTRATIONS DE NO<sub>2</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> et SO<sub>2</sub>

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 2021** sur le territoire de Sète Agglopolôle Méditerranée. Un zoom sur la zone portuaire et ses alentours est présenté page suivante.

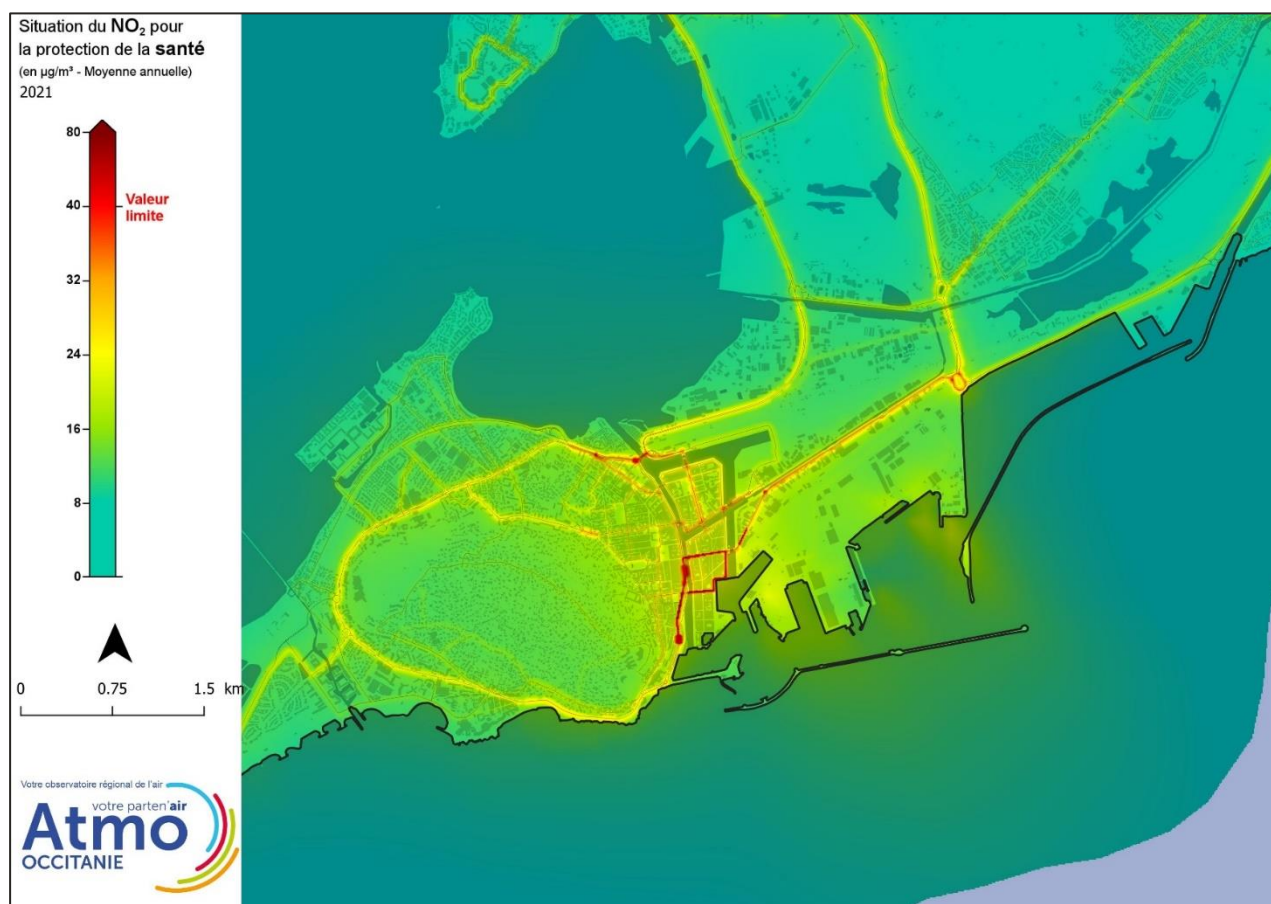


Les concentrations de NO<sub>2</sub> les plus élevées du territoire se situent majoritairement dans le voisinage d'axes routiers importants, où la **valeur limite annuelle pour la protection de la santé (40 µg/m<sup>3</sup>) n'est pas respectée**. C'est notamment le cas le **long de l'autoroute A9**, 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 250 et 400 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**.

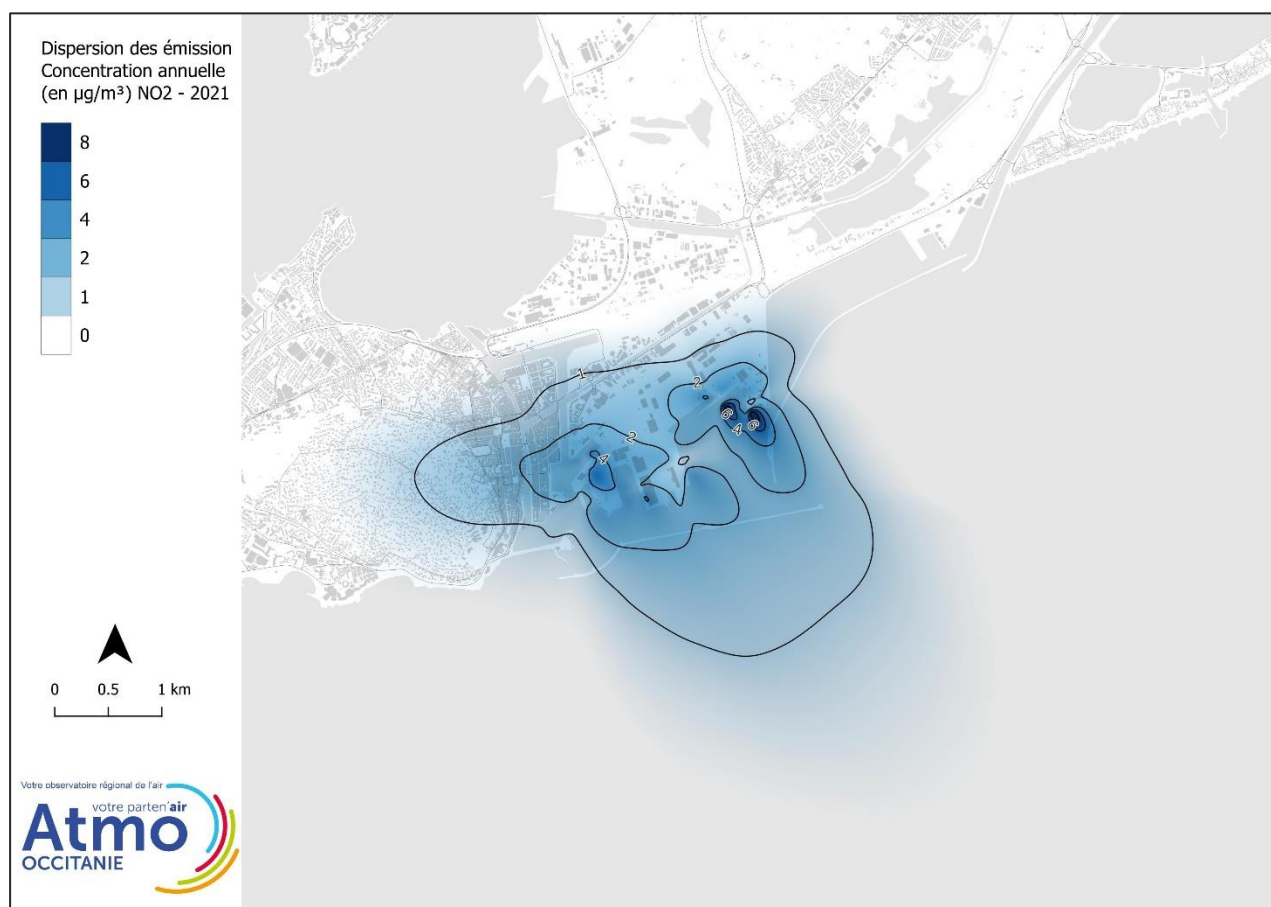
Sur la plateforme portuaire, les **émissions aux niveaux des différents quais entraînent des panaches visibles qui se dispersent vers le Sud-Est**, poussés par les vents dominants (tramontane). Les concentrations restent cependant sur l'ensemble de l'enceinte portuaire inférieures à la valeur limite 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.

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 de polluants issues des navires lors de leurs escales au port de Sète.



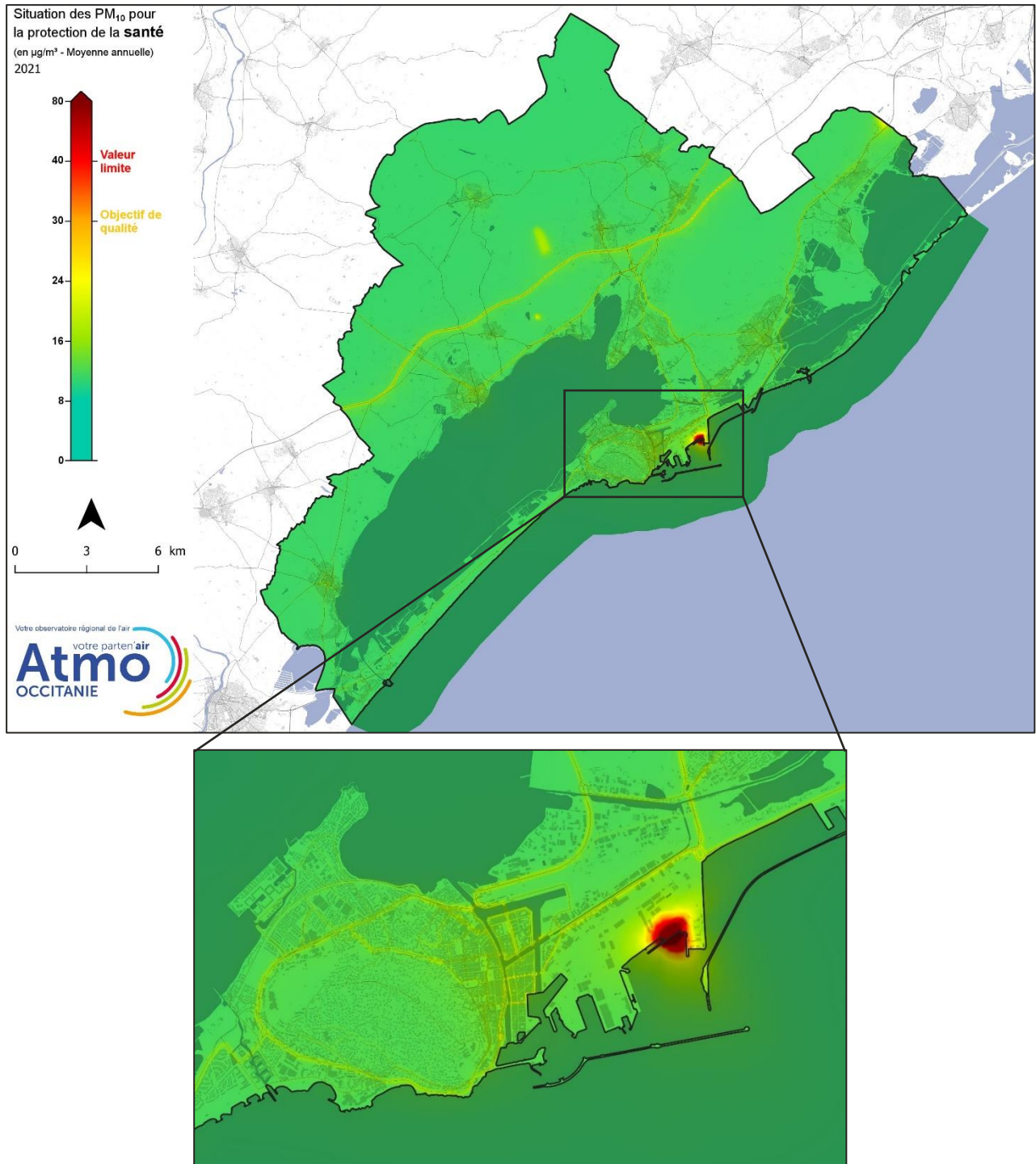
Les émissions des oxydes d'azote des navires survenant principalement lorsqu'ils sont à quai, l'influence est visible sous les vents dominants des principales zones de stationnement des navires.

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 µg/m<sup>3</sup>, et ne dépasse pas 2 µg/m<sup>3</sup> 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 4 µg/m<sup>3</sup>**.

## 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 2021** sur le territoire de Sète Agglopolé Méditerranée. Un zoom sur la zone portuaire et ses alentours est présenté en dessous.



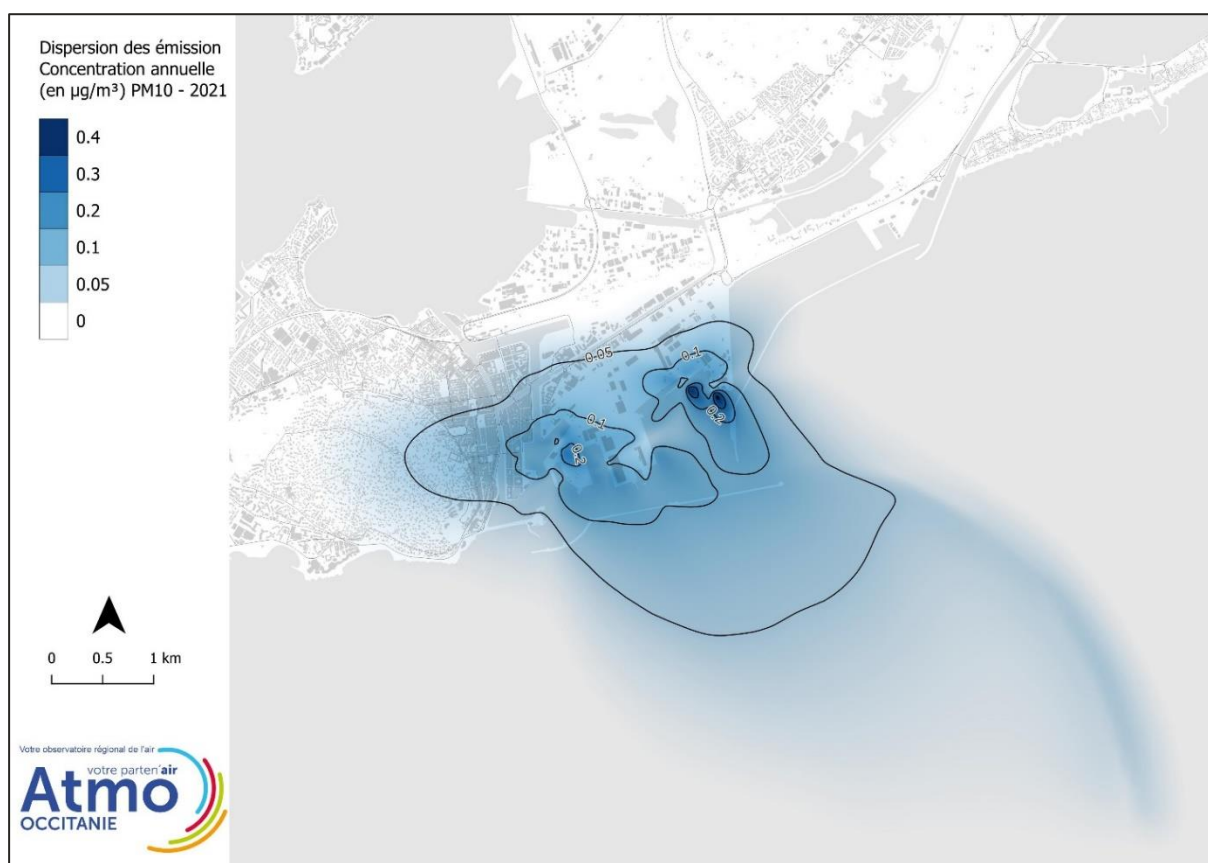
**Les concentrations de PM<sub>10</sub> les plus élevées du territoire sont localisées dans l'enceinte du port, au niveau du terminal vrac, avec des valeurs supérieures à la valeur limite annuelle** pour la protection de la santé humaine (40 µg/m<sup>3</sup>). Ces fortes valeurs s'expliquent par les **émissions dues à la manutention du vrac agroalimentaire**. La zone concernée fait environ 0,1 km<sup>2</sup> au niveau du terminal vrac 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.

Les abords des axes routiers les plus empruntés présentent des concentrations moyennes annuelles de l'ordre de  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , qui diminuent rapidement avec la distance. La pollution de fond est environ de  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en milieu urbain sétois et proche de  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en fond rural. **Ainsi, aucun habitant n'est exposé à des concentrations supérieures aux seuils réglementaires pour la protection de la santé.**

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  $\text{PM}_{10}$ .**

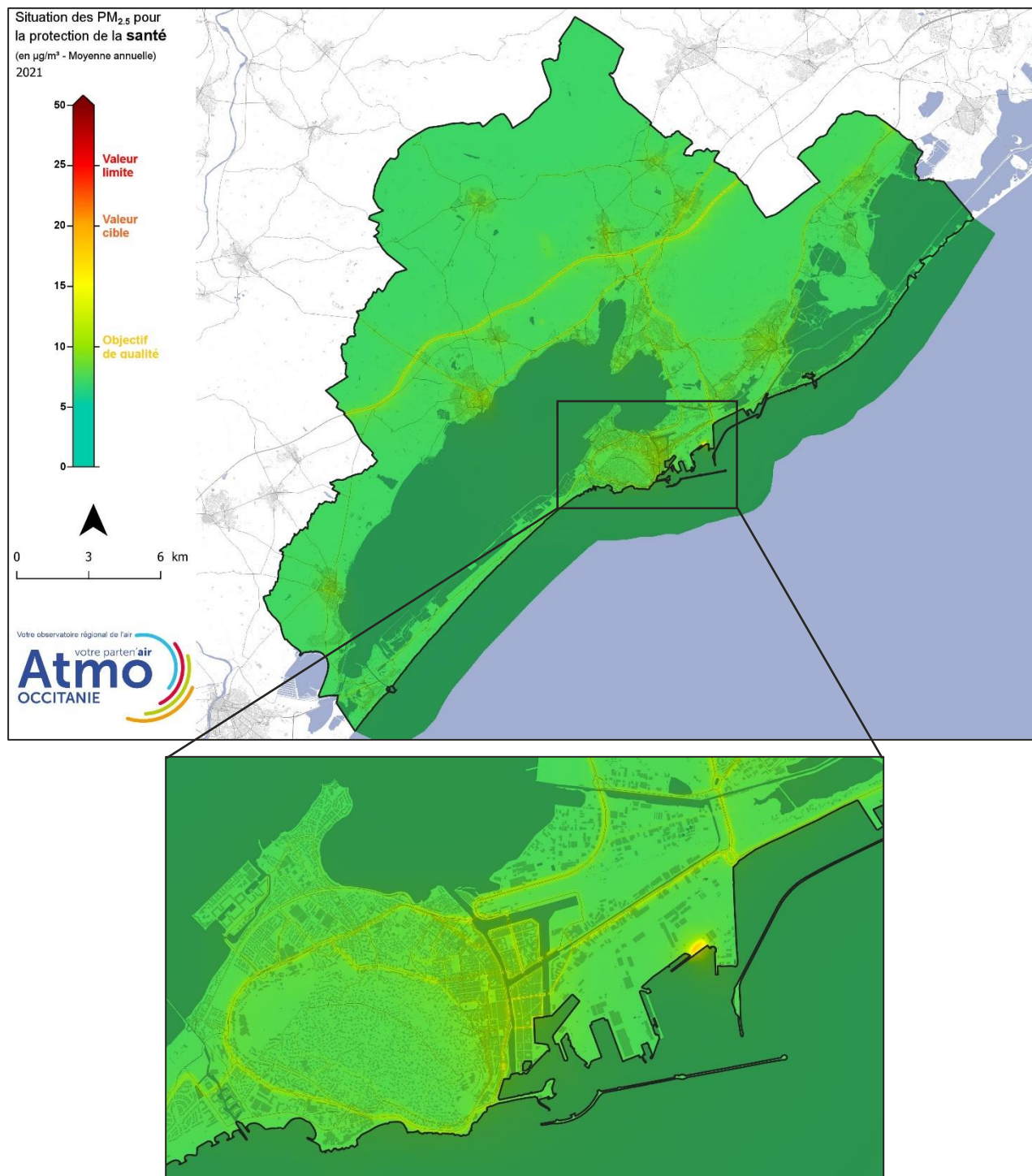
Afin de visualiser spécifiquement l'impact du transport maritime sur les concentrations de  $\text{PM}_{10}$ , la même modélisation a été réalisée en ne conservant que les émissions issues des navires lors de leurs escales au port de Sète.



Comme pour le  $\text{NO}_2$ , la contribution du trafic maritime aux concentrations de  $\text{PM}_{10}$  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  $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  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 2021** sur le territoire de Sète Agglopôle Méditerranée. Un zoom sur la zone portuaire et ses alentours est présenté en dessous.



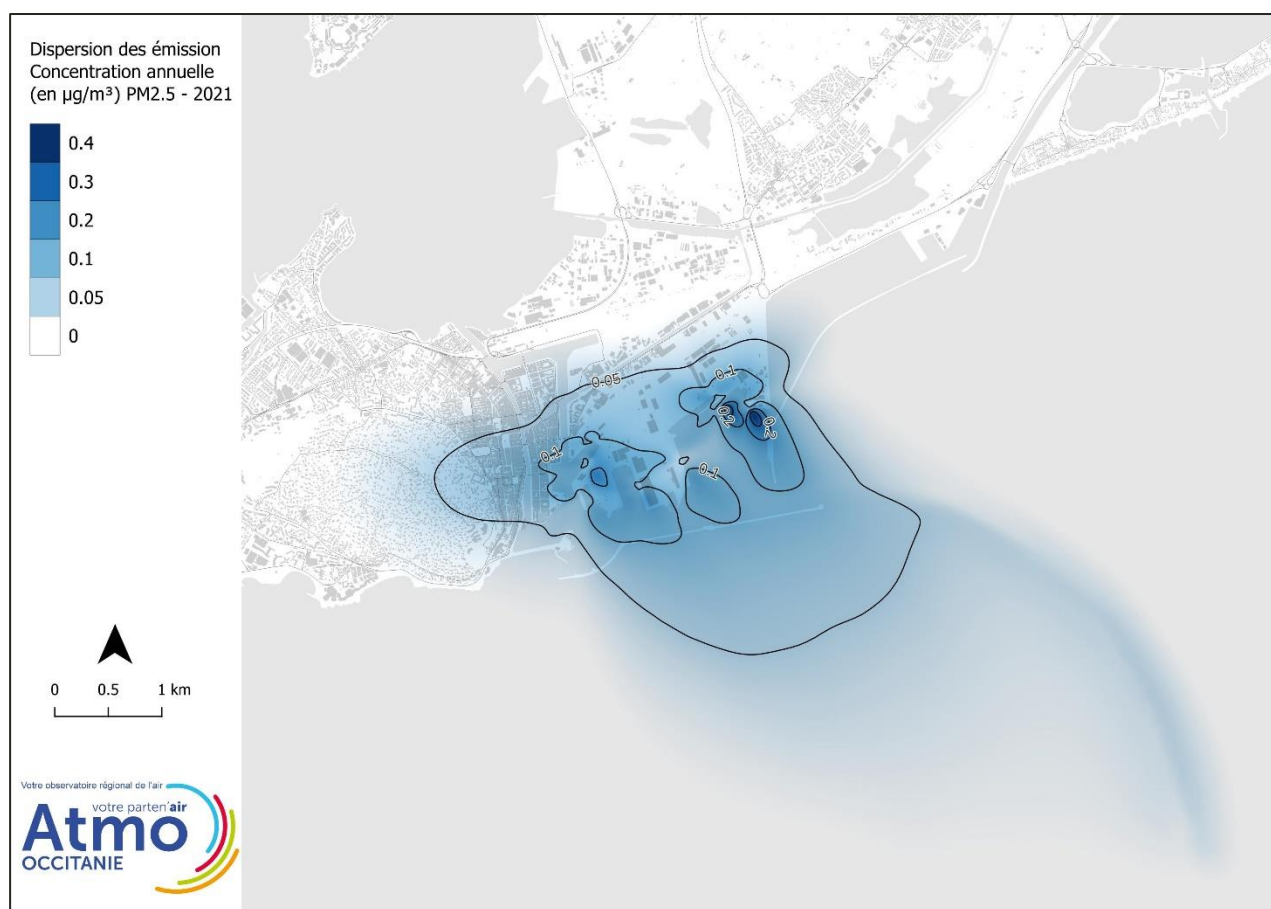
L'ensemble du territoire de Sète Agglopôle Méditerranée respecte la valeur limite annuelle pour la protection de la santé (25 µg/m<sup>3</sup>) ainsi que la valeur cible annuelle (20 µg/m<sup>3</sup>).

L'objectif de qualité annuel (10 µg/m<sup>3</sup>) n'est pas respecté le long des principaux axes de circulation ainsi qu'au niveau du terminal vraquier. La population riveraine exposée est de 3 050 habitants, soit 2,7% 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 7 µg/m<sup>3</sup>.

Sur la plateforme portuaire, **les émissions dues à la manutention du vrac agroalimentaire émettraient principalement des particules grossières. Les concentrations moyennes en PM<sub>2,5</sub> au niveau du terminal vraquier seraient ainsi beaucoup moins impactées que celles des PM<sub>10</sub>.**

**Aucune influence significative du trafic maritime n'est mise en évidence sur les concentrations moyennes de particules PM<sub>2,5</sub>.**

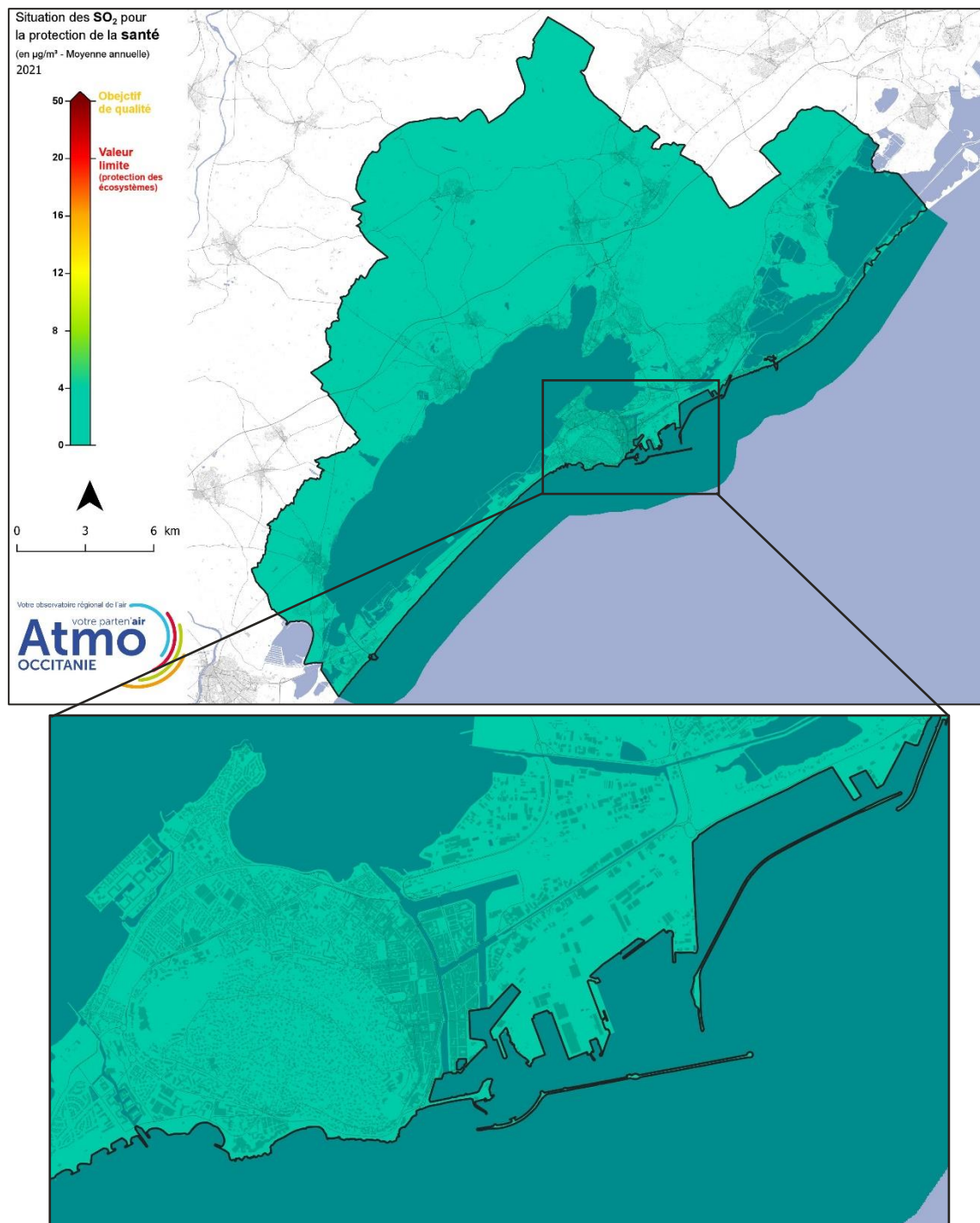
Afin de visualiser spécifiquement l'impact du transport maritime sur les concentrations de particules fines PM<sub>2,5</sub>, la même modélisation a été réalisée en ne conservant que les émissions issues des navires lors de leurs escales au port de Sète.



La cartographie obtenue pour les PM<sub>2,5</sub> est similaire à celle des PM<sub>10</sub> à un léger facteur près. La contribution du trafic maritime est maximale au Sud-Est des principaux quais, avec un maximum de 0,4 µg/m<sup>3</sup>. Au centre-ville de Sète, cette contribution est inférieure à 0,1 µg/m<sup>3</sup>.

## 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 2021** 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 1 µg/m<sup>3</sup>. **Les seuils réglementaires sont ainsi largement respectés**, le plus contraignant étant la valeur limite pour la protection des écosystèmes égale à 20 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle.

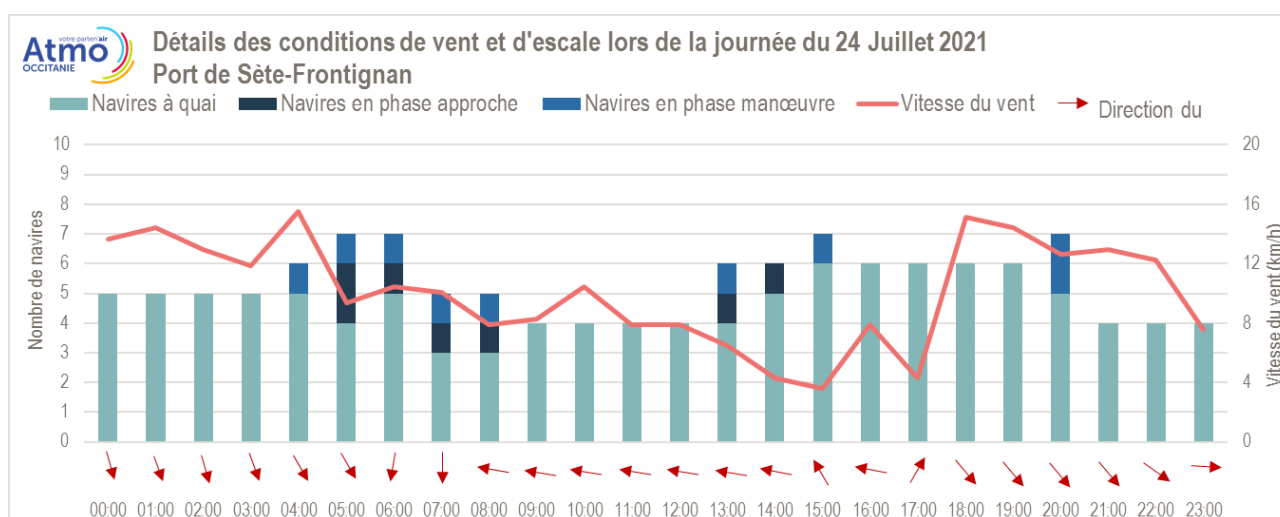
**Aucune influence des activités portuaires n'est mise en évidence sur les niveaux annuels moyens de SO<sub>2</sub>.** Ce résultat s'explique notamment par des émissions qui ont principalement lieu ponctuellement lors de la phase d'approche et de départ des navires, à distance des quais.

## 4.5. Influence lors de conditions météorologiques particulières

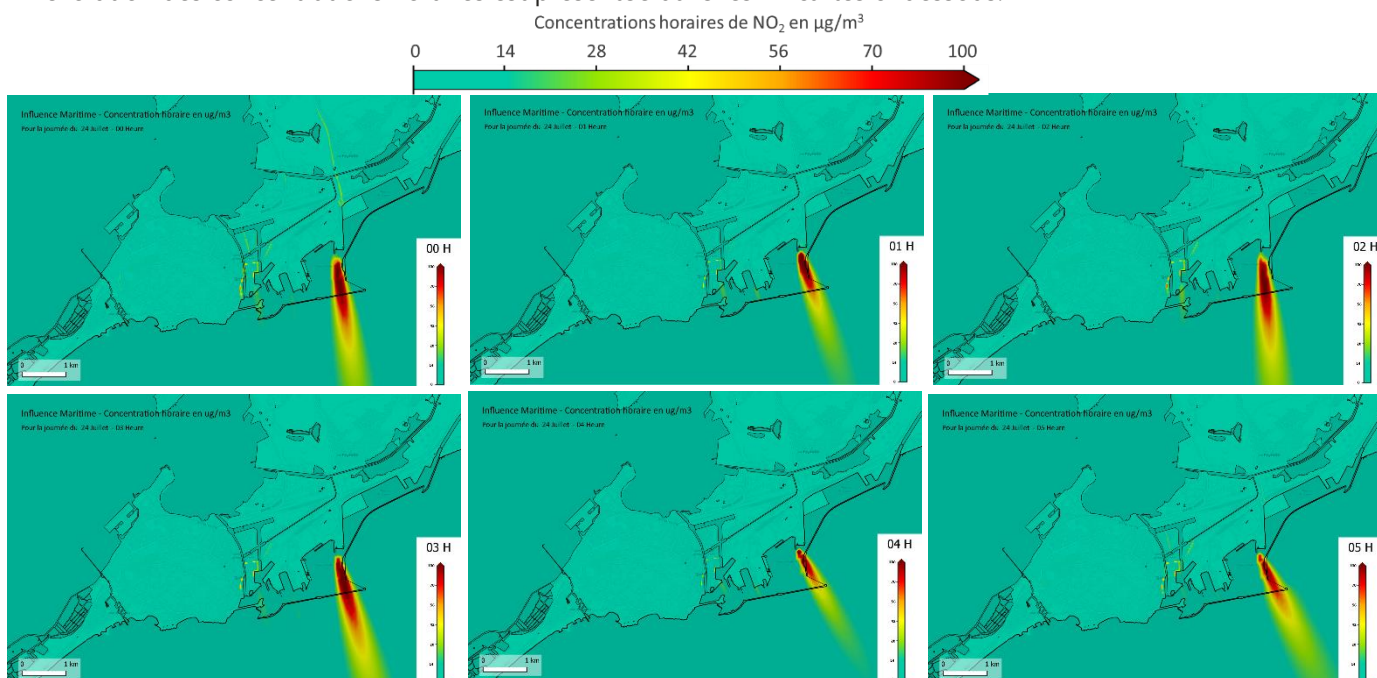
Les cartographies des concentrations en moyenne annuelle permet d'évaluer l'impact sanitaire des différents polluants pour une exposition chronique. Les concentrations dans l'environnement du port de Sète-Frontignan peuvent cependant varier fortement au cours de l'année, notamment en fonction des navires en escale ainsi que des conditions météorologiques.

Afin d'évaluer en première approche l'exposition sur un temps court (exposition aiguë), des cartographies de concentrations de NO<sub>2</sub> ont été produites pour toutes les heures de la journée du 24 juillet 2021. Cette dernière associe en effet la présence plusieurs escales, dont un ferry au mole Masselin, avec des conditions météorologiques évoluant en cours de journée. Ces dernières sont détaillées heure par heure dans le graphique ci-dessous, avec :

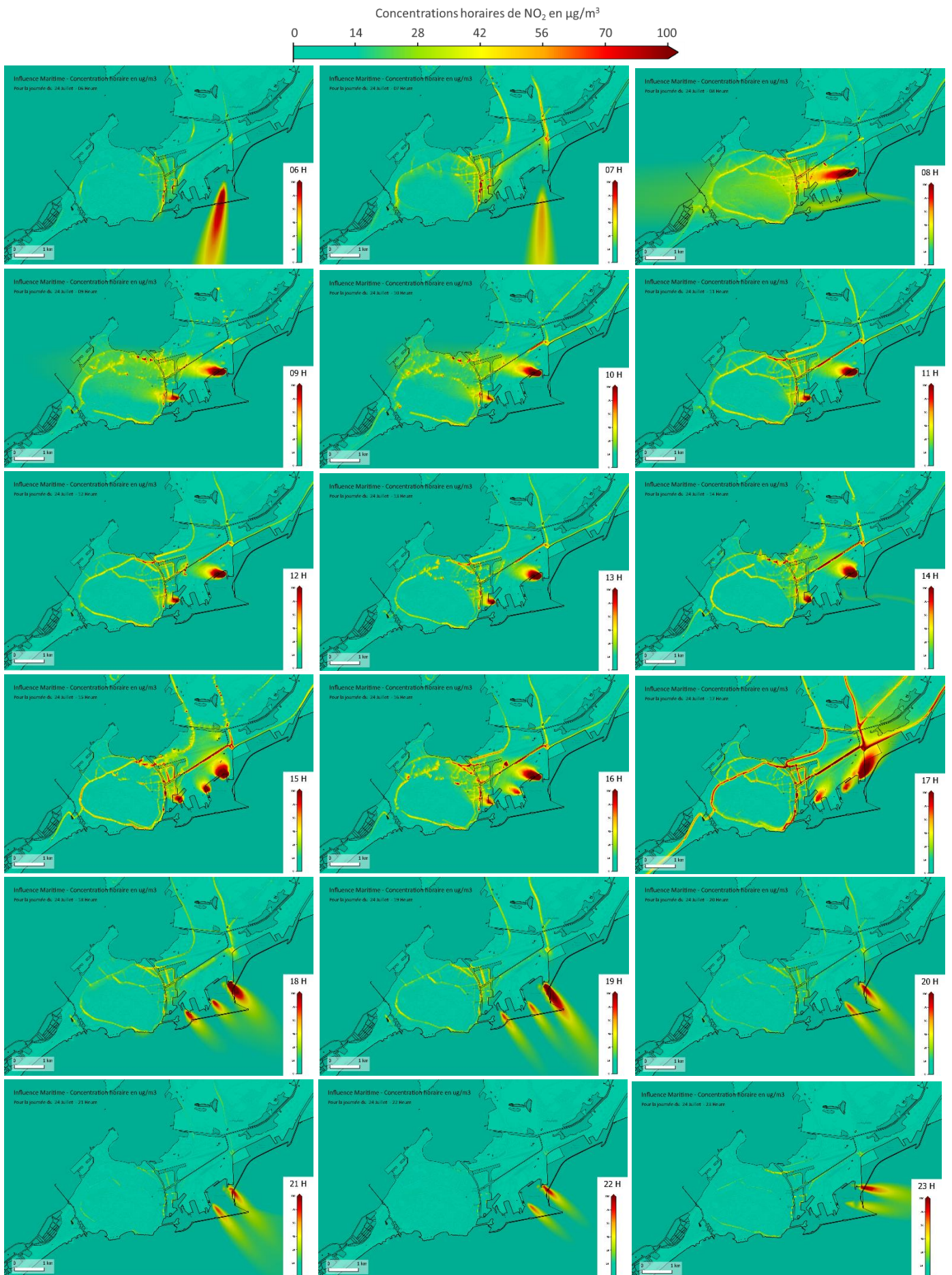
- Un vent venant de l'Est ou du Sud-Est, mettant les habitations du centre-ville sous l'influence des activités portuaires ;
- Une vitesse de vent faible, ne permettant pas une bonne dispersion de la pollution.



L'évolution des concentrations horaires est présentée dans les 24 cartes ci-dessous.







L'influence des conditions de vent sur les concentrations au centre-ville est particulièrement visible :

- **En présence de tramontane** (Minuit à 7h, puis 18h à 23h), les **émissions issues des navires sont dispersées vers la Méditerranée, sans influence sur le centre-ville de Sète**. Les habitants sont alors principalement exposés aux oxydes d'azote en provenance du trafic routier.
- **Par vent marin** (de 8h à 17h), les émissions du trafic maritime sont transportées vers les terres : le ferry à quai au mole Masselin à partir de 8h, mais également **les navires à quai** au terminal vraquier, respectivement à l'Ouest et à l'Est du Port, **contribuent à des concentrations horaires plus élevées sur le centre-ville de Sète ou sur Frontignan – quartier La Peyrade**. En raison de la hauteur des rejets, l'influence à l'extérieur du port est globalement plus diffuse que celle due au trafic routier avec une zone concernée plus large, mais des concentrations horaires maximales observées légèrement plus faibles.
- Les contributions des différentes sources s'ajoutent et les niveaux les plus élevés sont observés aux abords du trafic routier, proche des heures de pointes de trafic routier (8h et 17h).

## 5. 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.

Lorsque les conditions sont moins favorables, par vent marin modéré, les polluants émis par les navires en escale peuvent être ponctuellement rabattus vers le centre-ville de Sète et Frontignan La Peyrade, s'ajoutant aux contributions des autres sources, dont le trafic routier.

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. Afin de maintenir ce dispositif d'évaluation, la convention de partenariat avec Port de Sète Sud de France va être renouvelée pour les années 2024 à 2026. Cela pourra permettre de suivre l'influence des activités du 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.

## TABLE DES ANNEXES

---

**ANNEXE 1 : Présentation des polluants**

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

**ANNEXE 3 : Bilan des émissions 2019 à 2021**

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

**ANNEXE 5 : Méthodologie de la modélisation**

# 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>)

---

#### 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 et 2,5 µm sont appelées respectivement PM<sub>10</sub> et PM<sub>2.5</sub>.

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

---

### 3.1. 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%.

### 3.2. 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  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  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  $\text{SO}_2$  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.

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

---

### 4.1. 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 ( $\text{H}_2\text{O}$ ), le dioxyde carbone ( $\text{CO}_2$ ), le méthane ( $\text{CH}_4$ ), le protoxyde d'azote ( $\text{N}_2\text{O}$ ) et l'ozone ( $\text{O}_3$ ).

### 4.2. 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\_IRSV7FE2023»**

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.

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

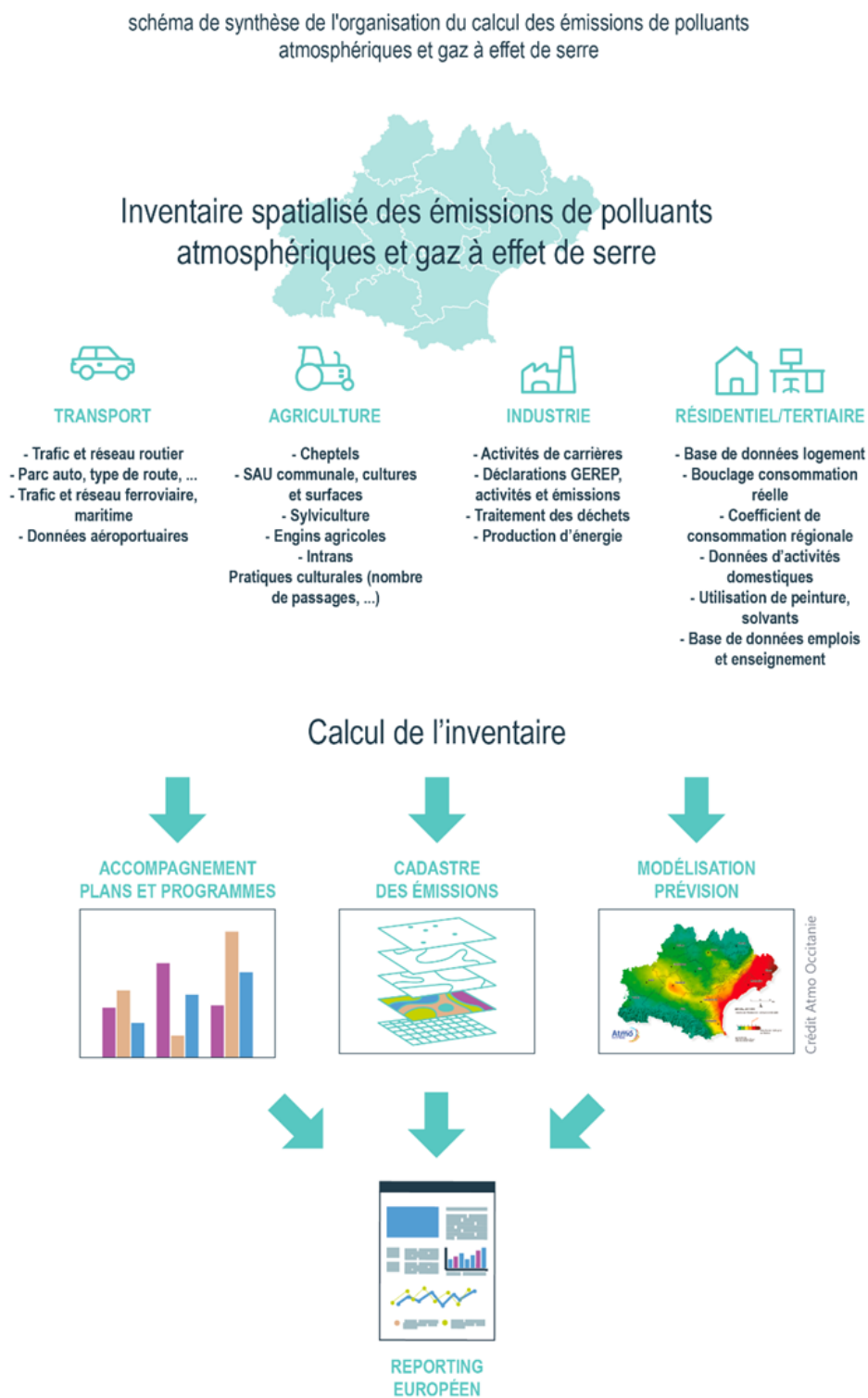
Avec :

$E_{s,a,t}$  : 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

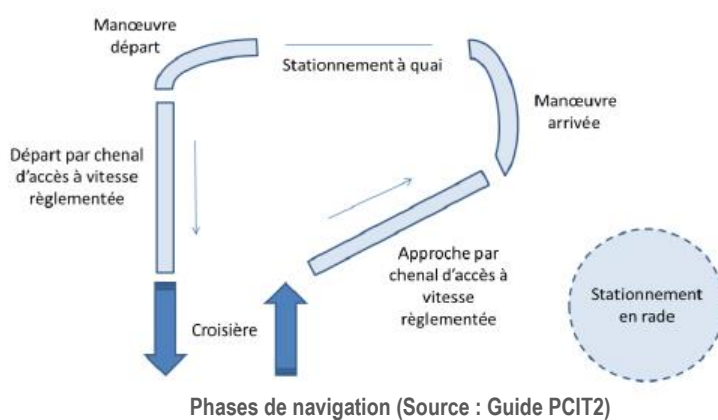
Les émissions du trafic maritime sont calculées selon la méthode décrite dans le Guide méthodologique national établi par le PCIT (Pôle de Coordination nationale des Inventaires Territoriaux). Ce calcul concerne les activités de transport de marchandises et de passagers et exclut donc les activités de 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.

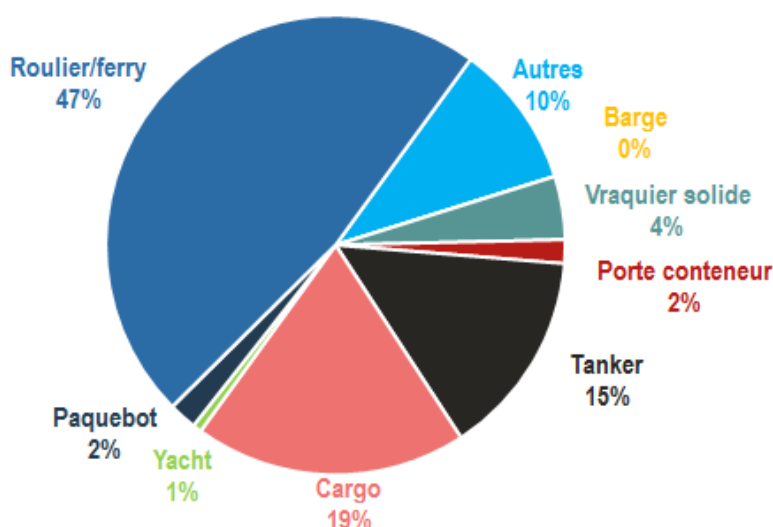
Les émissions des pilotines, qui permettent aux pilotes du port de monter et descendre dans les navires pour effectuer les phase d'approche de manœuvre et de stationnement, sont estimées à partir de leur consommation réelle de carburant sur l'année.

Les navires comptabilisés dans l'enceinte du port sont répartis en 9 grandes catégories : roulier/ferry, paquebot, yacht, cargo, tanker, porte-conteneur, vraquier solide, barge 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 2021 - Port de Sète-Frontignan



Sur les 964 escales de 2021, près de la moitié concerne des ferries ou roulier. Cette catégorie regroupe les ferries assurant le transport de voyageur (186 escales) ainsi que des navires rouliers transportant des véhicules neufs ou d'occasions (271 escales). 19% des navires faisant escale sont des cargos, 15% des tankers et 4% des vraquiers solides. Le port de Sète accueille un nombre réduit de porte-conteneurs, de paquebots ou de yachts. 10% du trafic (98 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 GEREP et ont été obtenues depuis la base de données BDREP, elles ont ensuite été vérifiées et validées.

Pour LAFARGE, les données 2020 ont directement été récupérées auprès de l'industriel qui n'est pas soumis à la déclaration GEREP. Les émissions pour 2021 ont été prise égale à celles de 2020 en absence de nouvelles données transmises par LAFARGE. Ce site émet principalement des particules provenant du broyeur et du séparateur. Seules les flux de TSP (Total Suspended Particules) ont été transmises 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  $PM_{10}/TSP = 0,7$  et  $PM_{2.5}/TSP = 0,3$ .

### 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

Une consommation annuelle pour chaque grue a été estimée à partir des consommations totales chaque année et du nombre d'heures de fonctionnement de chaque grue.

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 DE 2019 A 2021 DANS L'ENCEINTE PORTUAIRE

Les tableaux 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>	21 640,4	487,4	6,2	5,9	13,5
<i>Trafic maritime - Manœuvre</i>	2 414,4	53,0	5,1	4,8	41,7
<i>Trafic maritime - Phase d'approche</i>	2 092,4	45,9	4,4	4,2	36,1
<b>Total trafic maritime</b>	<b>26 147,2</b>	<b>586,3</b>	<b>15,7</b>	<b>14,9</b>	<b>91,4</b>
<b>Industries</b>	<b>38 065,8</b>	<b>86,3</b>	<b>0,7</b>	<b>0,5</b>	<b>0,1</b>
<i>EMNR</i>	1 255,1	5,2	0,7	0,5	0,0
<i>Manutention vrac agroalimentaire</i>			59,4	2,3	
<i>Manutention coke de pétrole et charbon criblé</i>			0,1	0,0	
<i>Stockage du coke de pétrole et charbon criblé</i>			0,5	0,1	
<b>Total manutention et stockage</b>	<b>1 255,1</b>	<b>5,2</b>	<b>60,7</b>	<b>2,9</b>	<b>0,0</b>
<b>Transport ferroviaire</b>	<b>6,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
<b>Transport routier</b>	<b>408,7</b>	<b>1,3</b>	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>
<b>Total général</b>	<b>65 883,1</b>	<b>679,1</b>	<b>77,3</b>	<b>18,4</b>	<b>91,4</b>

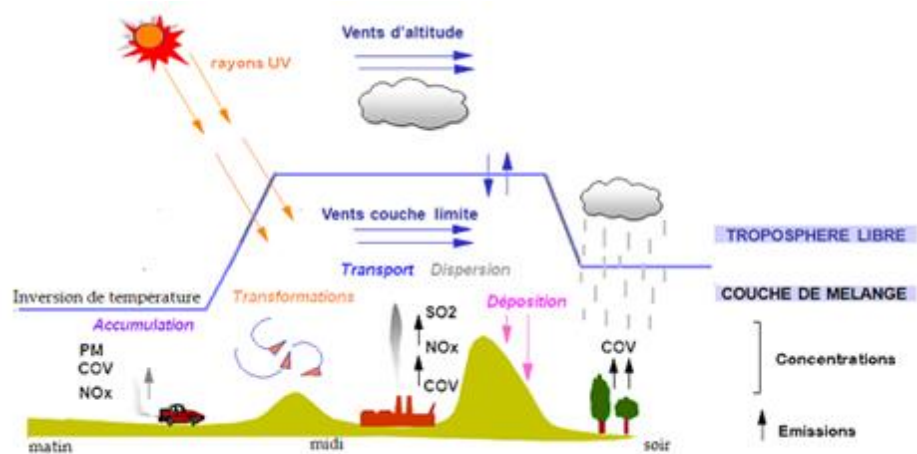
Source d'émissions	Emissions en 2020 – Enceinte du port de Sète-Frontignan				
	GES (t <sub>eqCO2</sub> )	NOx (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2.5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)
<i>Trafic maritime - Stationnement à quai</i>	24 756,5	553,8	7,1	6,7	15,5
<i>Trafic maritime - Manœuvre</i>	1 874,2	40,8	2,0	1,9	6,0
<i>Trafic maritime - Phase d'approche</i>	1 603,5	34,9	1,7	1,6	5,1
<b>Total trafic maritime</b>	<b>28 234,2</b>	<b>629,6</b>	<b>10,8</b>	<b>10,2</b>	<b>26,5</b>
<b>Industries</b>	<b>39 590,8</b>	<b>36,0</b>	<b>0,2</b>	<b>0,2</b>	<b>0,7</b>
<i>EMNR</i>	1 459,1	5,6	0,5	0,5	0,0
<i>Manutention vrac agroalimentaire</i>			49,8	1,9	
<i>Manutention coke de pétrole et charbon criblé</i>			0,1	0,0	
<i>Stockage du coke de pétrole et charbon criblé</i>			0,1	0,0	
<b>Total manutention et stockage</b>	<b>1 459,1</b>	<b>5,6</b>	<b>50,6</b>	<b>2,4</b>	<b>0,0</b>
<b>Transport ferroviaire</b>	<b>6,2</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>
<b>Transport routier</b>	<b>345,4</b>	<b>1,1</b>	<b>0,2</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>
<b>Total général</b>	<b>69 635,7</b>	<b>672,3</b>	<b>61,8</b>	<b>12,9</b>	<b>27,3</b>

Source d'émissions	Emissions en 2021 – Enceinte du port de Sète-Frontignan				
	GES (t <sub>eqCO2</sub> )	NO <sub>x</sub> (t)	PM <sub>10</sub> (t)	PM <sub>2.5</sub> (t)	SO <sub>2</sub> (t)
<i>Trafic maritime - Stationnement à quai</i>	22 403.6	497.8	6.4	6.1	14.0
<i>Trafic maritime - Manœuvre</i>	2 224.0	48.1	2.4	2.2	7.1
<i>Trafic maritime - Phase d'approche</i>	1 953.8	42.3	2.1	2.0	6.2
<b>Total trafic maritime</b>	<b>26 581.4</b>	<b>588.2</b>	<b>10.9</b>	<b>10.3</b>	<b>27.3</b>
<b>Industries</b>	<b>46 064.1</b>	<b>29.5</b>	<b>0.2</b>	<b>0.1</b>	<b>0.1</b>
<i>EMNR</i>	1 522.4	5.2	0.45	0.43	0.01
<i>Manutention vrac agroalimentaire</i>			58.1	2.23	
<i>Manutention coke de pétrole et charbon criblé</i>			0.13	0.02	
<i>Stockage du coke de pétrole et charbon criblé</i>			0.20	0.03	
<b>Total manutention et stockage</b>	<b>1 522.4</b>	<b>5.2</b>	<b>58.9</b>	<b>2.7</b>	<b>0.0</b>
<b>Transport ferroviaire</b>	<b>6.2</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>
<b>Transport routier</b>	<b>372.9</b>	<b>1.1</b>	<b>0.2</b>	<b>0.1</b>	<b>0.0</b>
<b>Total général</b>	<b>74 546.9</b>	<b>623.9</b>	<b>70.2</b>	<b>13.2</b>	<b>27.4</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.

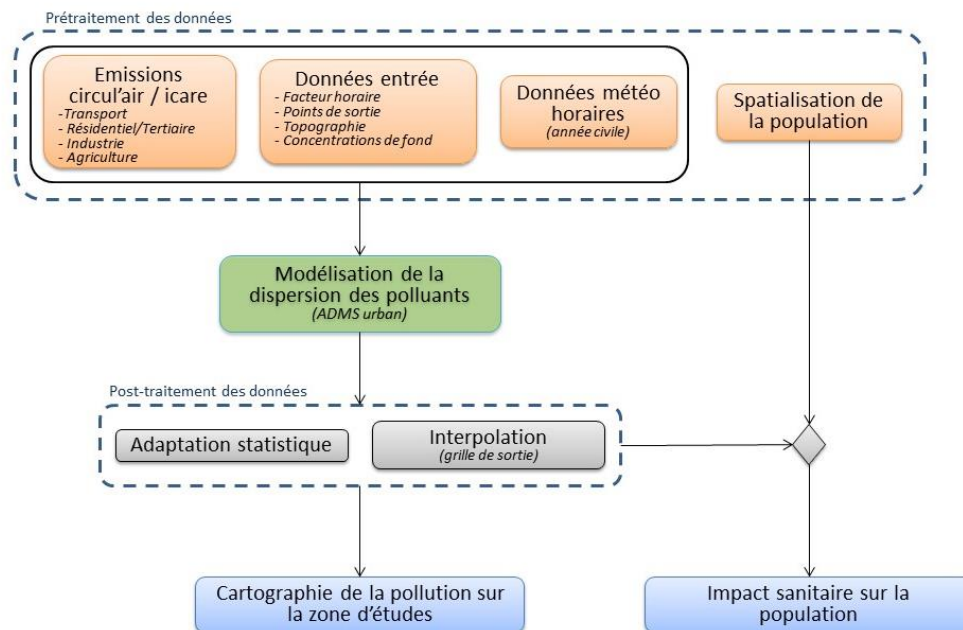


Ainsi à partir d'émissions de polluants équivalentes en lieu et en intensité, les niveaux de polluants dans l'environnement peuvent varier d'un facteur cinq suivant les conditions météorologiques plus ou moins favorables à la dispersion, ou au contraire à la concentration de ces polluants. La connaissance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


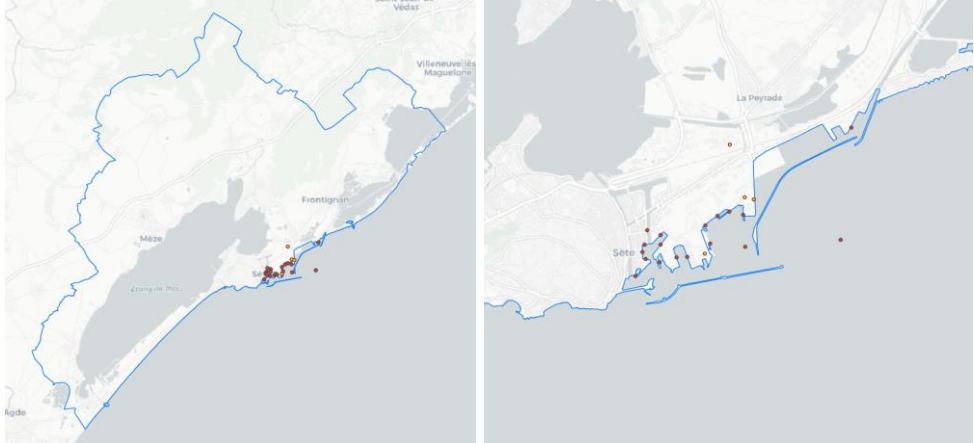
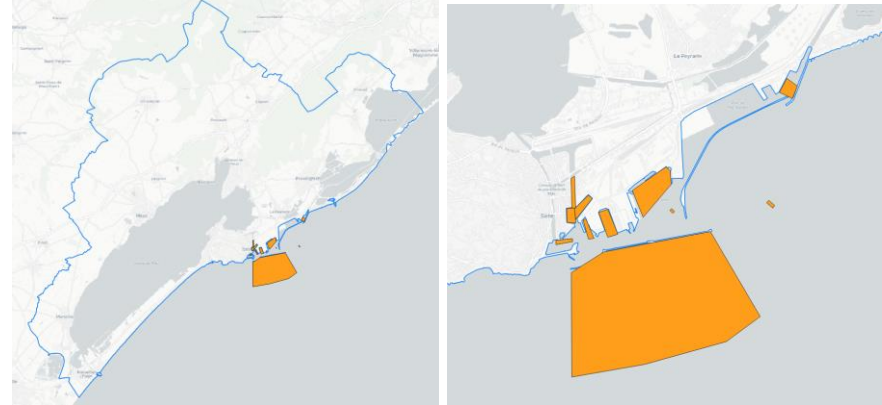
Le logiciel ADMS-Urban est un modèle gaussien statistique cartésien. Le programme effectue les calculs de dispersion individuellement pour chacune des sources (ponctuelles, linéiques et surfaciques) et somme pour chaque espèce les contributions de toutes les sources de même type.

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.



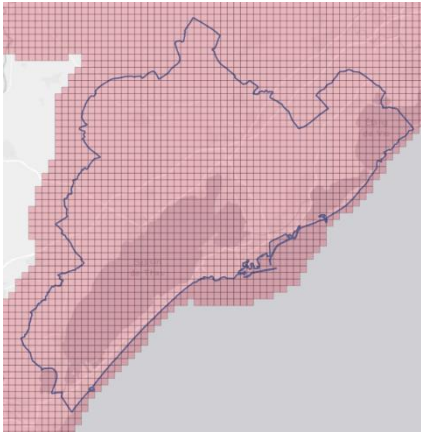
## 1.2. Données d'émissions en entrée

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

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

<b>Domaine à modéliser</b>	La zone couvre tout le territoire de Sète Agglopolé Méditerranée. 
<b>Emissions ponctuelles</b> Il s'agit des émissions canalisées, en sortie de cheminée.	Ces émissions incluent : <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> 
<b>Emissions surfaciques</b>	Ce sont toutes les émissions maritimes en phase manœuvre, ainsi que les émissions "à quai" pour les navires stationnant en rade. 



<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 (en rouge dans les images ci-dessous)</li> <li>• Phase approche des navires (en bleu dans les images ci-dessous)</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 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 sont 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 défini une source pour chaque quai identifié dans le fichier des escales 2021. Aussi afin de différencier les émissions des Roro/Ferries (hauteur des rejets à 30 mètres) des autres navires (hauteur des rejets à 15 mètres), une source complémentaire a été ajoutée au niveau de tous les quais où ce type de navire a été identifié. Cela correspond à un total de 19 sources, dont 8 sont associées aux émissions des Roro/Ferries. L'ensemble de ces sources sont présentées sur la figure suivante. Chaque source se trouve au centre du quai.

En 2021, aucune émission n'a été identifiée sur les quais du Vieux Port, du Canal Maritime et sur le quai sud du Nouveau Bassin. Par contre 2 nouveaux quais ont été créés au niveau du bassin DARSE2: le quai I1 et Ipen.

A noter : le stationnement en RADE peut se faire dans une large zone au sud de l'épi Dellon, et les émissions associées au stationnement des navires en rade ne sont pas localisées précisément, mais attribuées à toute la zone, comme pour la phase manœuvre.

### **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, et permettant d'englober toutes les trajectoires possibles. Pour cette phase nous avons identifié pour 2021 un total de 12 sources d'émission, dont 5 dédiées aux émissions des Roro/Ferries.



*Localisation et forme des sources d'émission maritime pour le port de Sète-Frontignan. Points rouges : sources des émissions à quai, surfaces orange : sources des émissions en phase manœuvre, trajectoires en cyan : source des émissions en phase approche. Sur cette image tous les quais ont été représentés, même ceux n'ayant connu aucune escale en 2021.*

## **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 10 sources linéiques en 2021, dont 4 dédiées aux émissions des Roro/Ferries.

## **Facteur horaire des émissions de la zone portuaire de Sète-Frontignan**

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' fournit 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 source**

Ensuite un profil temporel unique est estimé pour chaque source. Soit un total de 41 profils temporels.

Dans cette étape, chaque profil temporel par escales sont découpés sur la période de l'escale pour distinguer les 3 profils en phase à quai, manœuvre, ou approche, puis ils sont réattribués au quai ou au bassin d'occupation. L'ensemble des profils temporels d'un même quai pour la phase à quai, ou d'un même bassin pour les phases manœuvre ou approche, 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.

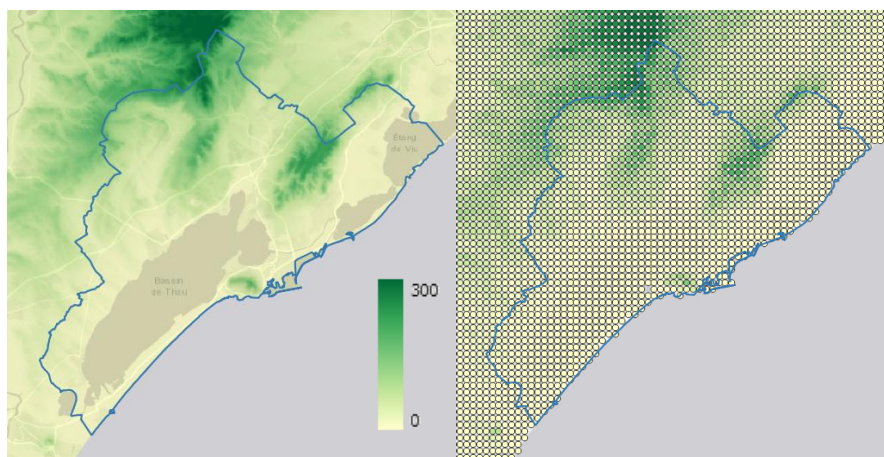
### **Etape 3 : Profil spécifique des activités du terminal vraquier (manutention vrac agroalimentaire)**

La même méthode expliquée dans les étapes 1 et 2 est utilisée en ne considérant que les navires transportant du vrac agroalimentaire. Seules les émissions à quai sont ici prises en compte. Enfin nous considérons qu'il n'y pas d'activité de nuit et que par conséquent aucune émission n'est comptée entre 20h et 6h.

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

### 1.2.1.1. Topographie

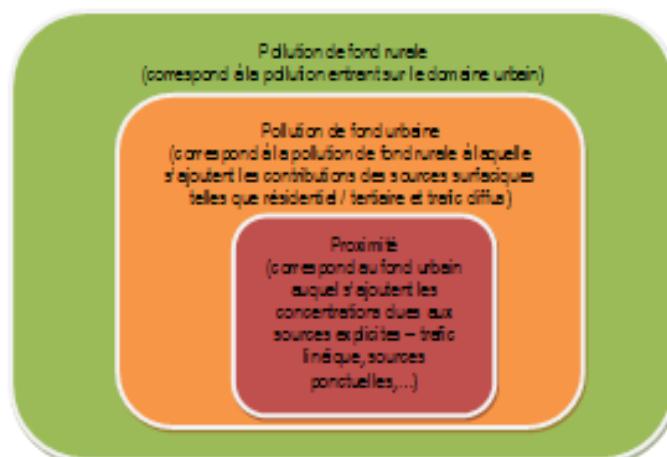
Au regard de la topographie de la ville de Sète, et notamment du fait de la présence du Mont Saint-Clair, nous avons décidé d'activer un module avancé d'ADMS. Ce module permet de mieux caractériser la topographie du domaine et ainsi mieux définir les écoulements des masses d'air lorsque le domaine est 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, en NOx et en particules PM10 et PM2.5 est estimée principalement à partir d'une extraction de données modélisées issues de CHIMERE, notre modèle régional. Ces données sont complétées par des observations d'une station de fond installée en dehors du domaine d'étude.

### 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.

## 1.5. Analyse d'une journée en conditions défavorables

Une analyse complémentaire a été menée dans le cadre de la modélisation de l'année 2021, afin d'étudier les niveaux de concentrations lors d'une journée en situation défavorable de vent, c'est-à-dire avec des vents en provenance du Sud, Sud-Est. Ce régime de vent est propice à la dispersion des polluants associés aux activités de PSF vers les habitations situées au centre-ville de Sète.

Cette analyse s'est déroulée en plusieurs étapes suivantes :

#### **Etape n°1 – Identification d'une journée en conditions défavorables de vent**

Cette étape vise à obtenir une liste des journées répondant à des conditions météorologiques précis, marquées par :

- la présence de vent avec une vitesse modérée, de moins de 5 m/s (environ 18 km/h) ;
- la présence de vent en provenance du Sud ou Sud-Est (vent marin), pendant au moins 6h sur la journée.

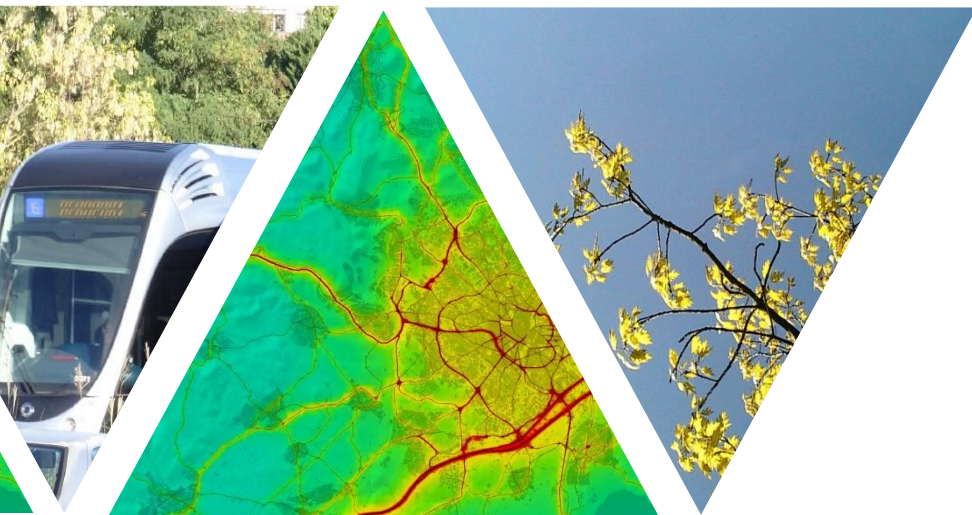
#### **Etape n°2 – Identification d'une journée avec une présence importante de Roro/Ferries**

Des critères relatifs aux escales doivent aussi être pris en compte afin d'analyser une journée avec une forte activité des Ferries, qui sont généralement associés à une forte émission de NOx au niveau du terminal voyageur, proche du centre-ville de Sète. Pour cela les périodes de présence des ferries au niveau Mole Masselin ont été recoupées avec les journées identifiées à l'étape n°1.

#### **Etapes n°3 – Elaboration des cartes de concentration**

A l'issues de l'étape n°2, la journée du 24 juillet a été retenue, marquée par l'effet de la brise Terre/Mer.

Une cartographie des concentrations moyenne en NO<sub>2</sub> a pu être produite pour chaque heure de la journée, soit 24 cartes.



# 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