

# AtmoSud

Inspirer un air meilleur



## **Rade de Toulon**

Bilan de la qualité de  
l'air 2020

Juin 2021

# RÉSUMÉ :

## RADE DE TOULON

### Rade de Toulon 2020

---

#### ► Une surveillance accrue autour de la rade de Toulon en 2020

En 2020, avec le soutien de la Région Sud / Provence-Alpes-Côte, et en partenariat avec la métropole Toulon Provence Méditerranée et la Direction Départementale des Territoires et de la Mer du Var, AtmoSud a mis en place un réseau de surveillance de la qualité de l'air accentué autour de la rade de Toulon afin de mieux évaluer l'impact de la pollution issue de l'activité portuaire sur les riverains proches et accompagner les acteurs portuaires dans un déploiement optimal de leur politique territoriale air.

Dans ce cadre, il a été mis en place :

- Une campagne de mesure du dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) par échantillonnage passif sur une quinzaine de sites répartis autour de la rade de Toulon, dont 5 sites également équipés de mesure de benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes (BTEX).
- Une station mobile de mesure déployée au début du mois de juillet sur le toit du bâtiment accueillant les services de la DDTM 83. Cette station mesure, en continue, les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) et les particules en suspension de diamètre inférieur à 2.5 µm (PM2.5).
- Une campagne participative avec des riverains volontaires consistant à mesurer les concentrations en nombre des particules fines à leur domicile.

#### ► Une influence urbaine et maritime

Les mesures en continu par les analyseurs de référence situés sur le toit de la DDTM 83 à proximité directe des quais du terminal ferries de Toulon n'ont montré aucun dépassement des valeurs limites réglementaires horaires et journalières des polluants mesurés (NO<sub>2</sub>, PM2.5, SO<sub>2</sub>). Les concentrations moyennes en NO<sub>2</sub> et PM2.5 sont comparables aux niveaux de fond urbain mesurés à la station fixe d'AtmoSud située avenue de Claret à Toulon. Les niveaux maximums mesurés pour les polluants gazeux (NO<sub>2</sub> et SO<sub>2</sub>) ont été observés sous l'influence de vents en provenance des principaux quais accueillant les ferries. Des phénomènes de pics ont été relevés, très ponctuels, associés aux panaches de navires. Concernant les particules en suspension (PM 2.5), l'origine des valeurs maximales est partagée entre l'activité du centre urbain et la rade de Toulon.

La campagne de mesure par échantillonnage passif menée en été et en hiver sur 15 points de mesure autour de la rade présente des résultats comparables à ce qui est observé dans les principaux centres urbains de la région. Deux sites en grande proximité trafic présentent des estimations annuelles au-delà de la valeur limite réglementaire pour le NO<sub>2</sub>.

Les valeurs moyennes annuelles en benzène sont toutes inférieures à l'objectif de qualité annuel, fixé à 2 µg/m<sup>3</sup>.

La mesure du nombre de particules PM2.5 pendant 2 semaines au mois d'août 2020 chez deux riverains à proximité du port de Toulon et au niveau de la station de mesure sur le toit de la DDTM 83, a montré également des phénomènes de « pics ». La mesure chez le riverain situé à l'Est du terminal montre, sur la période considérée, des maximums de particules provenant des quais des ferries, alors que, pour le riverain situé au nord du terminal, l'origine des particules sur cette zone semble être plus partagée entre l'activité maritime et l'activité du centre urbain.

#### ► Poursuite des mesures en 2021 et 2022

Ces mesures nécessitent d'être approfondies pour améliorer la représentativité des zones les plus exposées, couvrir l'ensemble de la rade par des analyseurs de référence et mieux accompagner les acteurs portuaires dans leur mise en place d'aménagements spécifiques de réduction des émissions de polluants, comme l'électrification des quais prévue à Toulon. Pour cela, les mesures en continu se poursuivent en 2021 et 2022. De plus, des moyens complémentaires de mesures seront déployés durant la période estivale permettant de mieux identifier le signal des navires dans les niveaux de polluants.

## PARTENAIRES

Région Provence Alpes Côte d'Azur

Métropole Toulon Provence Méditerranée

Les riverains de la rade de Toulon, ayant participé activement à la réalisation des mesures

La Direction Départementale des Territoires et de la Mer du Var (DDTM 83)

## AUTEUR DU DOCUMENT

Thomas ALEIXO

### Contact

Chargé d'action territoriale : Sylvain Mercier ([sylvain.mercier@atmosud.org](mailto:sylvain.mercier@atmosud.org))

Pilotes de projet : - Thomas Aleixo ([thomas.aleixo@atmosud.org](mailto:thomas.aleixo@atmosud.org))

- Romain Boissat ([romain.boissat@atmosud.org](mailto:romain.boissat@atmosud.org))

### Date de parution

06/2021

### Références

23PT1783/ Rapport-V1

Rédaction

Thomas ALEIXO

Revue

Romain BOISSAT

Approbation

Edwige REVELAT

# SOMMAIRE

<b>1. Contexte</b>	<b>5</b>
<b>2. Méthodologie</b>	<b>7</b>
2.1 Généralités	7
2.2 Sélection des emplacements des mesures	8
<b>3. Conditions météorologiques de juillet à décembre 2020</b>	<b>11</b>
3.1 Vents	11
3.2 Températures	13
3.3 Précipitations	14
<b>4. Mesures par échantillonnage passif</b>	<b>15</b>
4.1 Polluants investigués et équipements mis en œuvre	15
4.2 Localisation et périodes de mesure	15
4.3 Résultats	16
<b>5. Surveillance en continu</b>	<b>21</b>
5.1 Les statistiques générales comparables aux autres stations toulonnaises	21
5.2 Des évolutions dynamiques qui montrent des singularités	23
5.3 Des roses de pollution différenciées selon les polluants	26
5.4 Illustration de l'impact de l'activité portuaire : cas particulier du 3 août 2020	28
<b>6. Mesures en nombre des particules ultrafines</b>	<b>30</b>
6.1 Période de mesure et équipements mis en œuvre	30
6.2 Localisation	31
6.3 Résultats chez les deux riverains du 10 au 24 août 2020	32
6.4 Mesures de particules ultrafines à la station AtmoSud (DDTM83)	36
<b>7. Conclusion</b>	<b>39</b>
<b>GLOSSAIRE</b>	<b>41</b>
<b>ANNEXE 1</b>	<b>44</b>
<b>ANNEXE 2</b>	<b>45</b>

# 1. Contexte

Les navires émettent des polluants issus de la combustion des carburants :

- Sous forme particulaire : PM10, PM2.5, métaux, sulfates, carbone suie...
- Sous forme de gaz : dioxydes d'azote NO<sub>2</sub>, dioxyde de soufre SO<sub>2</sub>, monoxyde de carbone CO, dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>)

Une partie de ces polluants est similaire à celle produite par d'autres types d'activités, comme les transports routiers. Néanmoins, des analyses permettent de mieux caractériser la signature physico-chimique des navires, comme le comptage des particules et l'interprétation des panaches.

## ► Un contexte international, national et régional en mouvement

Aujourd'hui, la réduction des impacts de la pollution maritime s'inscrit dans une dynamique internationale, nationale et régionale :

- Au 1er janvier 2020, l'Organisation Maritime Internationale impose une limitation à 0,5 % de la teneur en soufre des carburants utilisés par les navires,
- La Région SUD Provence-Alpes-Côte d'Azur déploie depuis 2019 un plan à trois ans de réduction des impacts de la pollution maritime (plan Escales Zéro Fumée),
- Les ports de Nice et Toulon imposent depuis 2020 aux navires qui rentrent dans la rade de naviguer avec un carburant à 0,1 % de teneur en soufre,
- Deux Journées Méditerranéennes de l'Air consacrées au sujet des ports (JMAP) et permettant de réunir tous les acteurs concernés ont eu lieu à Marseille en 2017 et à Ajaccio en 2019.
- Le projet européen de recherche *SCIPPER* (programme H2020) vise à l'amélioration des connaissances sur la caractérisation de la pollution maritime via des mesures menées par AtmoSud en 2019 et 2020 sur le port de Marseille, dont certaines directement dans les panaches des navires, grâce à l'intervention de drones,
- Le projet européen *AER NOSTRUM 2020-2023* (programme MARITTIMO) vise à améliorer les connaissances sur la pollution maritime et à évaluer l'impact d'aménagements ayant pour but d'améliorer la qualité de l'air sur les zones portuaires de PACA, Corse, Sardaigne, Toscane et Ligurie par la modélisation et des mesures en 2021 et 2022 dans la rade de Toulon. La métropole TPM, la CCI du Var et AtmoSud sont partenaires du projet, aux objectifs différents mais complémentaires de ceux de la présente étude.

## ► Une mobilisation forte des villes portuaires en région SUD Provence-Alpes-Côte d'Azur

Les trois grands ports de la région se mobilisent aujourd'hui pour un air plus sain. AtmoSud, dans le cadre de son programme Ports 2017-2021, a réalisé des mesures en 2018 et 2019 dans les ports de Nice et Marseille :

- La pollution maritime est une pollution dite de panache, qui impacte les riverains de manière ponctuelle, en fonction des régimes de vents, de la distance au port et de la forme du bâti. Les impacts durent quelques dizaines de minutes à quelques heures, aux cours desquelles les concentrations peuvent augmenter fortement, notamment sur les dioxydes d'azote et les particules fines. La pollution maritime a peu d'impact sur les concentrations moyennes.
- La phase à quai des navires, plus proche des habitations et plus longue que la phase manœuvre, est la phase la plus pénalisante pour les villes portuaires. La phase en mer a des impacts plus globaux.
- Le dioxyde de soufre est un traceur de la pollution maritime, mais n'est pas un enjeu sanitaire fort à l'échelle locale, contrairement au dioxyde d'azote et aux particules fines. Le travail mené sur la diminution de la teneur en soufre des carburants des navires reste positif, car il permet une baisse du taux de sulfates à l'échelle de la Méditerranée qui va impacter, in fine, le taux de particules fines.
- Le taux de particules fines en masse n'est pas un traceur des fumées, contrairement au nombre.

**Cette étude a comme principal objectif d'étudier la situation de la qualité de l'air dans les zones impactées de l'activité maritime, mais également de permettre d'apporter des réponses concrètes aux populations riveraines et aux acteurs portuaires, notamment sur la situation en lien avec les évolutions récentes de carburation et avant les aménagements à venir, dont l'électrification des quais.**

## 2. Méthodologie

### 2.1 Généralités

Afin de répondre à l'objectif fixé, plusieurs moyens ont été mis en œuvre :

- Une **campagne de mesure par échantillonnage passif** du dioxyde d'azote et des BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes), permettant de caractériser la qualité de l'air plus largement sur le territoire et de mettre à jour les cartographies haute résolution réalisées par AtmoSud.
- Une **surveillance continue** de la qualité de l'air sur le port de Toulon.

Une station de mesure située en un point et équipée d'analyseurs permettant de mesurer, en continu, les polluants suivants :

- Oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>)
- Particules en suspension (PM2.5)
- Dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)

**Photographie 1 : Photographie de la station installée sur le toit du bâtiment accueillant la DDTM 83 depuis juillet 2020**



- Une **campagne participative** des citoyens pour la mesure des **particules fines** en nombre.

Des moyens de mesure peu encombrants ont été déployés chez des riverains volontaires autour du port de Toulon pour la mesure du nombre de particules fines dans l'air ambiant, mais également au niveau de la station de mesure sur le toit de la DDTM.

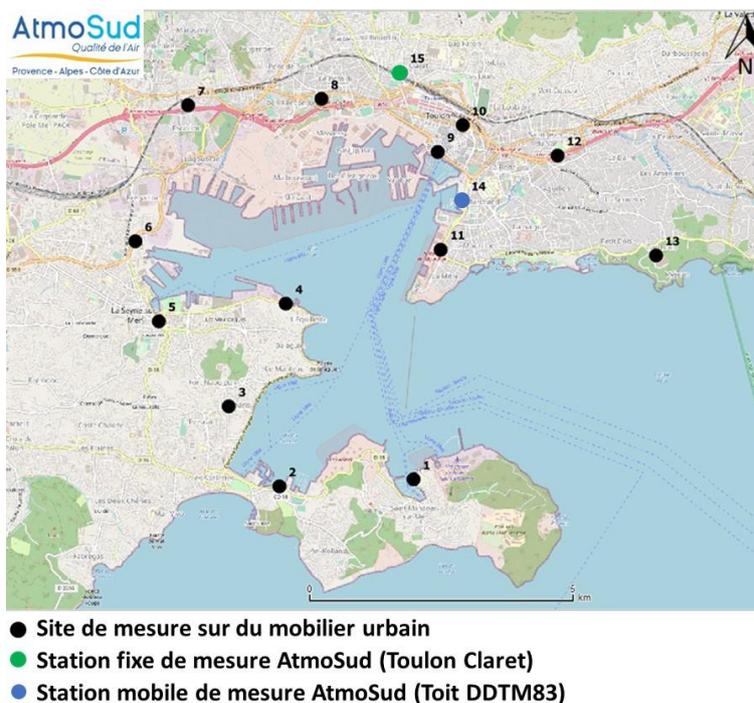
Le paragraphe suivant précise la sélection des différents sites.

## 2.2 Sélection des emplacements des mesures

### ► Echantillonnage passif

L'objectif de cette campagne de mesures par échantillonnage passif étant de caractériser la qualité de l'air plus largement autour du port de Toulon et de mettre à jour les cartographies haute résolution réalisées par AtmoSud, les points de mesures ont été positionnés à partir des besoins d'AtmoSud mais également des connaissances existantes sur le territoire concerné. **Ainsi, 15 emplacements ont été sélectionnés, présentés ci-dessous :**

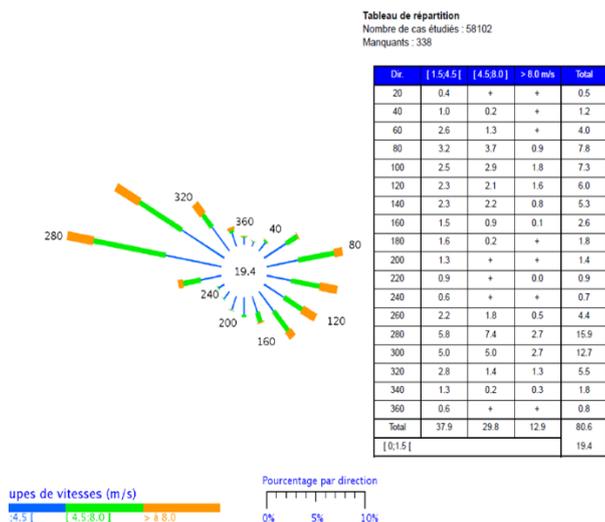
**Figure 1 : Emplacements des points de mesures pour l'échantillonnage passif**



### ► Station de mesures « fixe » sur le toit de la DDTM 83

L'emplacement de la station de mesures sur le toit de la DDTM a été déterminée à la suite de la réalisation :

- d'une analyse des conditions météorologiques disponibles sur la zone, à l'aide de la **rose des vents de la station de Toulon sur 20 ans**, indiquant majoritairement des vents de secteur Nord-Ouest (280°-320°)



- d'une **modélisation de la dispersion atmosphérique des panaches des émissions** des navires présents sur le terminal « passagers » de Toulon à l'aide de données **modélisées** représentatives de la zone (données WRF) sur une année entière, et permettant de localiser les zones d'impact préférentielles



- de contraintes techniques (autorisation, accès électrique, sécurisation) et de l'emplacement des navires vis-à-vis des conditions météorologiques et des zones d'impact préférentielles, mais également des contraintes d'accès, de distance et d'exposition de la station aux émissions directes des navires.

Ainsi, lors de l'analyse de la sélection de l'emplacement, la position de la station sur le toit de la DDTM permettait de répondre aux contraintes relevées pour la mesure de l'impact des navires à quai (vents connus, zones d'impact préférentielles, contraintes techniques, emplacement sans obstacles, ...).

**Figure 2 : Emplacement de la station mobile sur le toit de la DDTM**



## ► Campagne participative chez les riverains

Les emplacements des deux mesures participatives chez les riverains ont été sélectionnés à partir de la volonté et des disponibilités des riverains sur la période estivale (en pleine période d'épidémie de COVID19), mais également des contraintes techniques (proximité du port, présence d'un extérieur, alimentation électrique, ...). Les emplacements définitifs sont présentés ci-dessous :

**Carte 1 : Localisation des mesures participatives chez les riverains**

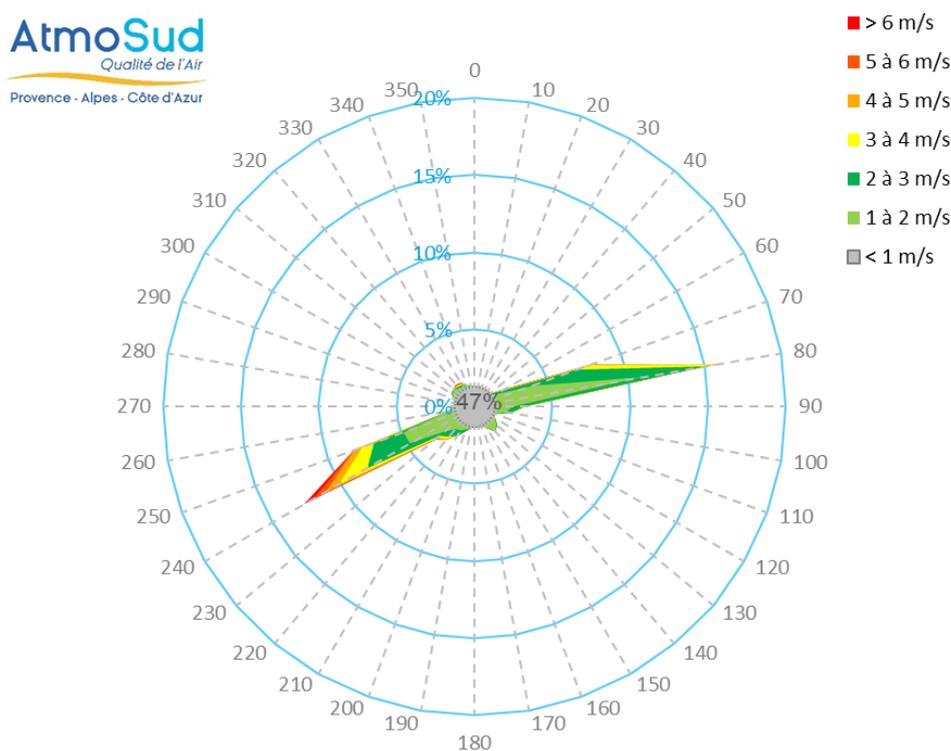


### 3. Conditions météorologiques de juillet à décembre 2020

#### 3.1 Vents

La rose des vents ci-dessous indique la direction de l'origine et la vitesse des vents, par fréquence d'apparition pour la période du 10/07/2020 au 31/12/2020 au port de Toulon (bâtiment DDTM).

Figure 3 : Rose des vents établie au port de Toulon sur la période du 10/07/2020 au 31/12/2020



Sur la période considérée, la station de mesure d'AtmoSud située sur le toit du bâtiment de la DDTM est principalement sous l'influence de vents de secteur **Est / Nord-Est et Ouest / Sud-Ouest**. La grande majorité des vents mesurés présentent des vitesses faibles (inférieurs à 3 m/s). La dispersion des polluants se fait principalement dans le sens de ces vents dominants.

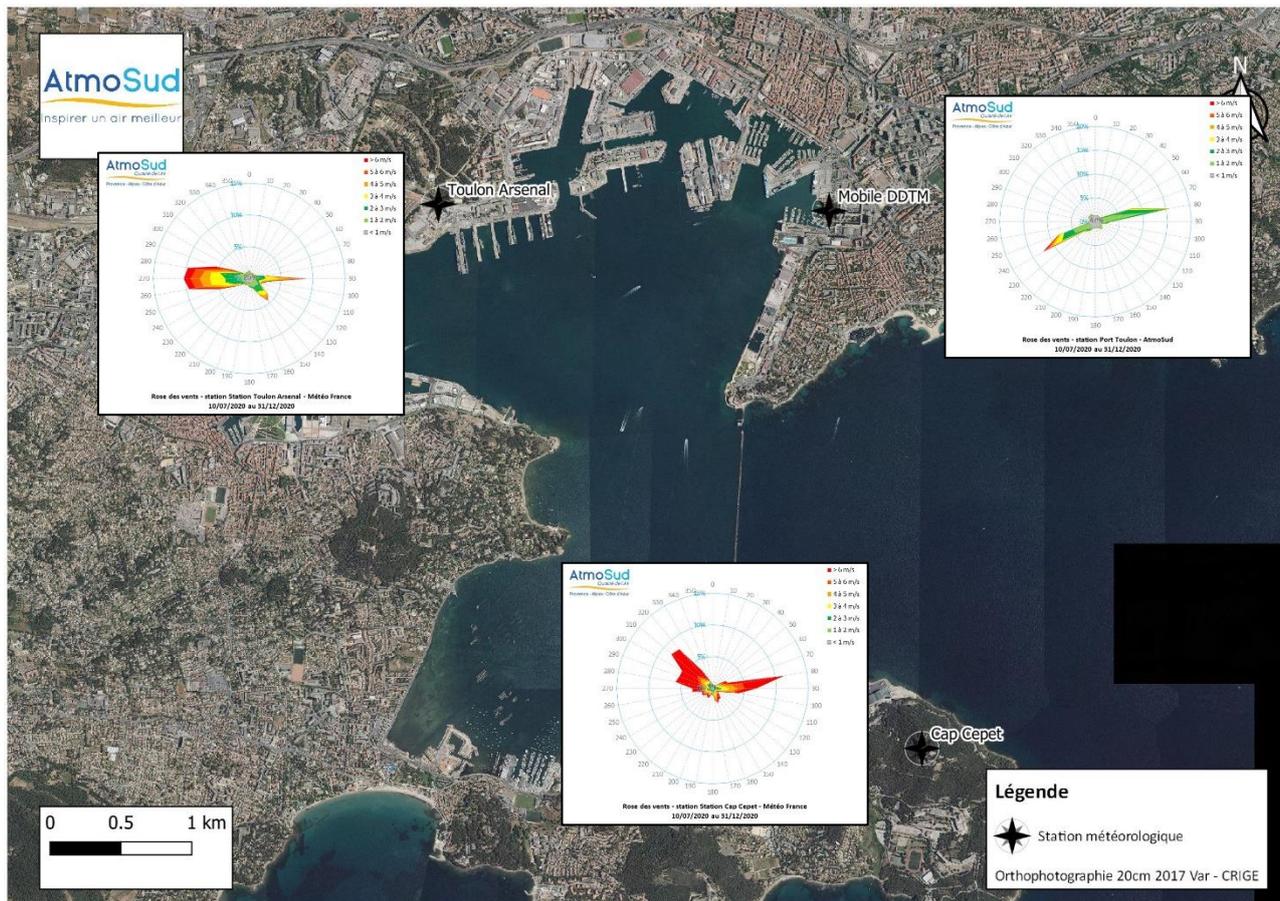
**Les informations présentées ci-dessus ne sont pas en accord avec celles prises en compte pour dimensionner la surveillance à proximité des zones des ferrys du port de Toulon.**

**Même si les appareils utilisés par AtmoSud ne sont pas identiques à ceux de Météo France, l'analyse des données montre qu'il existe une grande disparité sur les conditions météorologiques enregistrées par les différentes stations présentes dans la rade de Toulon, aussi bien dans les directions de vent que dans leur intensité, en fonction de leur emplacement.**

En effet, la figure ci-dessous permet de localiser les stations météorologiques présentes sur la période d'enregistrement (10 juillet au 31 décembre 2020) et les roses des vents associées :

- Toit DDTM : Station météorologique AtmoSud
- Toulon Arsenal : Station météorologique Météo France
- Saint-Mandrier (Cap Cepet) : Station météorologique Météo France

**Carte 2 : Météorologie locale dans la rade de Toulon du 10 juillet au 31 décembre 2020**



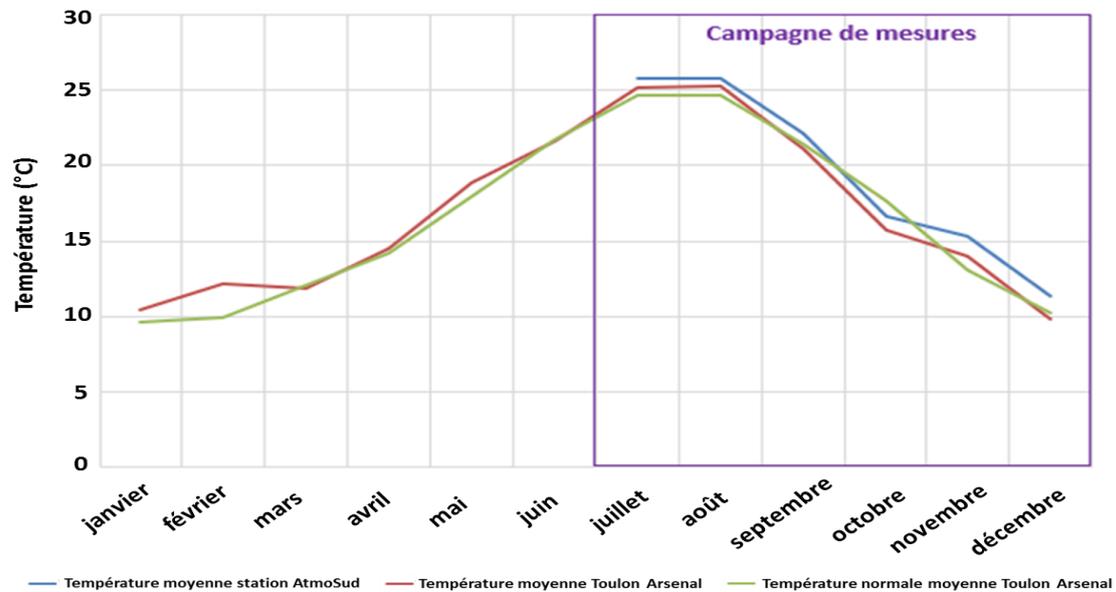
Ainsi, la station de mesures de la DDTM ne se situe pas dans l'axe majoritaire des vents, mais a pu cependant mesurer des panaches ponctuels qui seront analysés au cours de ce rapport.

## 3.2 Températures

Le graphe ci-dessous présente :

- les températures normales mensuelles observées sur la station météo France de Toulon Arsenal,
- les températures moyennes mensuelles observées sur la station de mesures d'AtmoSud et la station Météo France de Toulon Arsenal en 2020.

**Figure 4 : Comparaison des températures mensuelles normales et relevées en 2020 à Toulon**



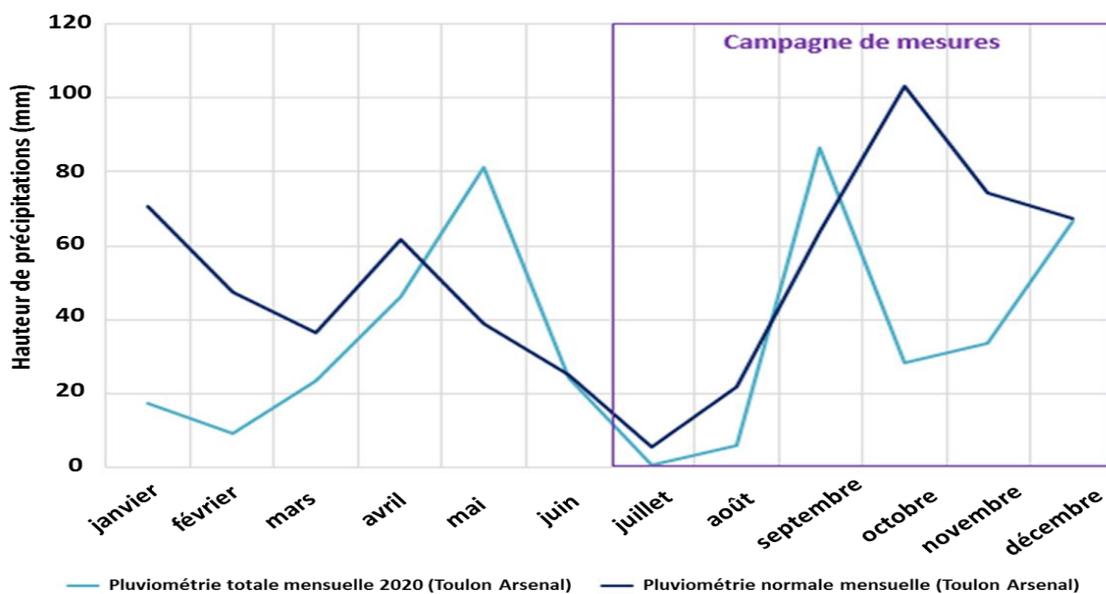
Ainsi, sur la deuxième partie de l'année 2020 (période de mesures), les températures moyennes mesurées sur Toulon par la station AtmoSud et la station Météo France sont comparables aux normales saisonnières généralement observées. Ce paramètre n'étant ainsi pas de nature à remettre en cause les résultats obtenus lors de cette campagne de mesure.

### 3.3 Précipitations

La pluie a une influence bénéfique sur la qualité de l'air. En effet, elle permet de nettoyer l'atmosphère. Les gouttelettes d'eau captent les impuretés et les entraînent vers le sol. On parle alors de « lessivage » de l'atmosphère. Le graphique ci-dessous présente :

- Les hauteurs de précipitations normales mensuelles observées sur la station météo France de Toulon Arsenal,
- Les hauteurs de précipitations mensuelles observées sur la station météo France de Toulon Arsenal en 2020.

**Figure 5 : Comparaison des précipitations mensuelles normales et relevées en 2020 à Toulon**



Avec 220 mm de précipitations mesurées de juillet à décembre 2020 sur Toulon Arsenal et 420 mm sur l'intégralité de l'année, l'année 2020 présente un déficit de précipitations par rapport aux normales enregistrées (336 mm de juillet à décembre et 616 mm sur l'année). Ce déficit est particulièrement visible en 2020 sur les mois d'octobre et novembre où très peu de précipitations ont été enregistrées sur la station Météo France de Toulon Arsenal.

**Ainsi, sur une partie de la période de surveillance (octobre/novembre), il est observé de plus faibles précipitations par rapport aux normales observées sur la zone d'étude, pouvant diminuer l'influence du lessivage de l'atmosphère sur les concentrations mesurées.**

## 4. Mesures par échantillonnage passif

### 4.1 Polluants investigués et équipements mis en œuvre

Les indicateurs de qualité de l'air évalués dans le cadre de cette étude sont le **dioxyde d'azote** et les **BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes)**, traceurs principaux de la pollution liée aux phénomènes de combustion d'énergie fossile. Les mesures sont réalisées à l'aide des échantillonneurs ou « tubes » passifs. Cette méthode permet d'évaluer, pour les polluants recherchés, la concentration moyenne sur la période d'exposition sur les différents sites sélectionnés.

Les tubes sont positionnés selon un échantillonnage précis, tenant compte des sources de pollution, de la typologie de l'environnement (fond, proximité trafic, ...) et des populations exposées. La mise en œuvre des tubes est simple et permet de multiplier le nombre de points de mesure.

Les échantillonneurs passifs sont installés pour une durée de 15 jours puis relevés et analysés en laboratoire. Chaque période de mesure est constituée de deux fois 15 jours d'exposition des échantillonneurs passifs.

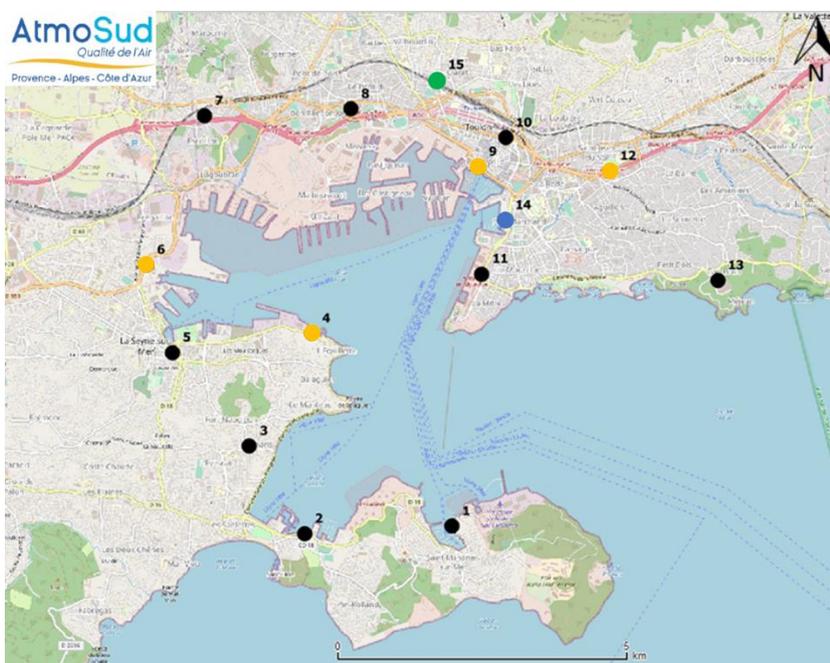
### 4.2 Localisation et périodes de mesure

La campagne de mesure est réalisée sur deux périodes distinctes durant l'année 2020 pour une meilleure représentativité des variations saisonnières :

- Une période estivale, du 21/07/2020 au 18/08/2020
- Une période hivernale, du 17/11/2020 au 15/12/2020

Durant ces deux périodes, **15 sites de mesures pour le dioxyde d'azote et 5 pour les BTEX** répartis autour de la rade de Toulon ont accueilli des échantillonneurs passifs. Ils sont représentés en noir sur la carte ci-dessous.

Carte 3 : Echantillonnage des mesures sur la zone de l'étude



- Site d'échantillonnage passif en NO<sub>2</sub>
- Site d'échantillonnage passif en NO<sub>2</sub> + BTEX
- Station mobile de mesure AtmoSud (Toit DDTM83) – Triplé NO<sub>2</sub> + BTEX
- Station fixe de mesure AtmoSud (Toulon Claret)

Ces sites ont été sélectionnés selon :

- Leur typologie (urbaine, proximité trafic, etc...),
- Leur pertinence d'implantation,
- Les besoins de la modélisation afin d'améliorer les cartographies de pollution sur la zone.

La station fixe AtmoSud « Toulon Claret » et le moyen mobile déployé sur le toit de la DDTM83 font office de **référence** pour la validation des résultats et l'estimation des moyennes annuelles. Pour chaque période de mesure, un triplet d'échantillonneurs passifs a été installé sur ces deux stations de mesure afin de vérifier le degré de confiance dans le matériel en vérifiant que les résultats des prélèvements correspondent aux résultats des mesures automatiques réalisées sur la période de temps considérée.

## 4.3 Résultats

Le tableau ci-dessous présente les concentrations moyennes annuelles estimées pour les différents points de mesures :

**Tableau 1 : Résultats estivaux des mesures de NO<sub>2</sub> et de benzène par échantillonnage passif**

N° de site	Influence	Dioxyde d'azote			Benzène		
		Concentration moyenne estivale (µg/m <sup>3</sup> )	Concentration moyenne hivernale (µg/m <sup>3</sup> )	Concentration moyenne annuelle (µg/m <sup>3</sup> )	Concentration moyenne estivale (µg/m <sup>3</sup> )	Concentration moyenne hivernale (µg/m <sup>3</sup> )	Concentration moyenne annuelle (µg/m <sup>3</sup> )
1	Trafic	14	20	14	-	-	-
2	Trafic	19	22	17	-	-	-
3	Urbain	27	28	23	-	-	-
4	Trafic	24	26	22	0.4**	1.2	0.8
5	Urbain	21	30	22	-	-	-
6	Trafic	42	38	34	0.7**	2.0	1.4
7	Trafic	32	27	25	-	-	-
8	Urbain	24	27	22	-	-	-
9	Trafic	49	43	39	1.0**	2.2	1.6
10	Trafic	49	53	43	-	-	-
11	Trafic	27	29	24	-	-	-
12	Trafic	66	57	52	1.2**	2.2	1.7
13	Fond	14	15	13	-	-	-
14	Obs	19	26	20*	0.7**	1.3	1.0
15	Urbain	17	24	18*	-	-	-

Pour le dioxyde d'azote, l'estimation des moyennes annuelles est faite par régression linéaire à partir de la moyenne sur les deux périodes de mesure et de la moyenne annuelle 2020 de tous les sites de mesure permanents de NO<sub>2</sub> en Provence-Alpes-Côte d'Azur. Pour le benzène, l'estimation des moyennes annuelles est faite par le calcul simple de la moyenne sur les deux périodes de la campagne de mesures.

\* Les moyennes annuelles pour les sites n°14 et n°15 ne sont pas des estimations. Elles sont calculées à partir des mesures en continu effectuées par les stations d'AtmoSud.

\*\* Les données de la première campagne du 21 juillet au 4 août ont dû être invalidées pour le benzène à cause d'une valeur trop importante pour le blanc de site.

Les valeurs les plus élevées en dioxyde d'azote sont observées sur les sites situés sur ou à proximité immédiate des principaux axes de circulation de la ville de Toulon, comme les points 12 (proximité A57, tunnel est) et 10 (boulevard de Strasbourg). Il s'agit des deux sites de mesure présentent des estimations de concentrations moyennes annuelles au-dessus de la valeur limite réglementaire fixée à 40 µg/m<sup>3</sup> pour le NO<sub>2</sub>.

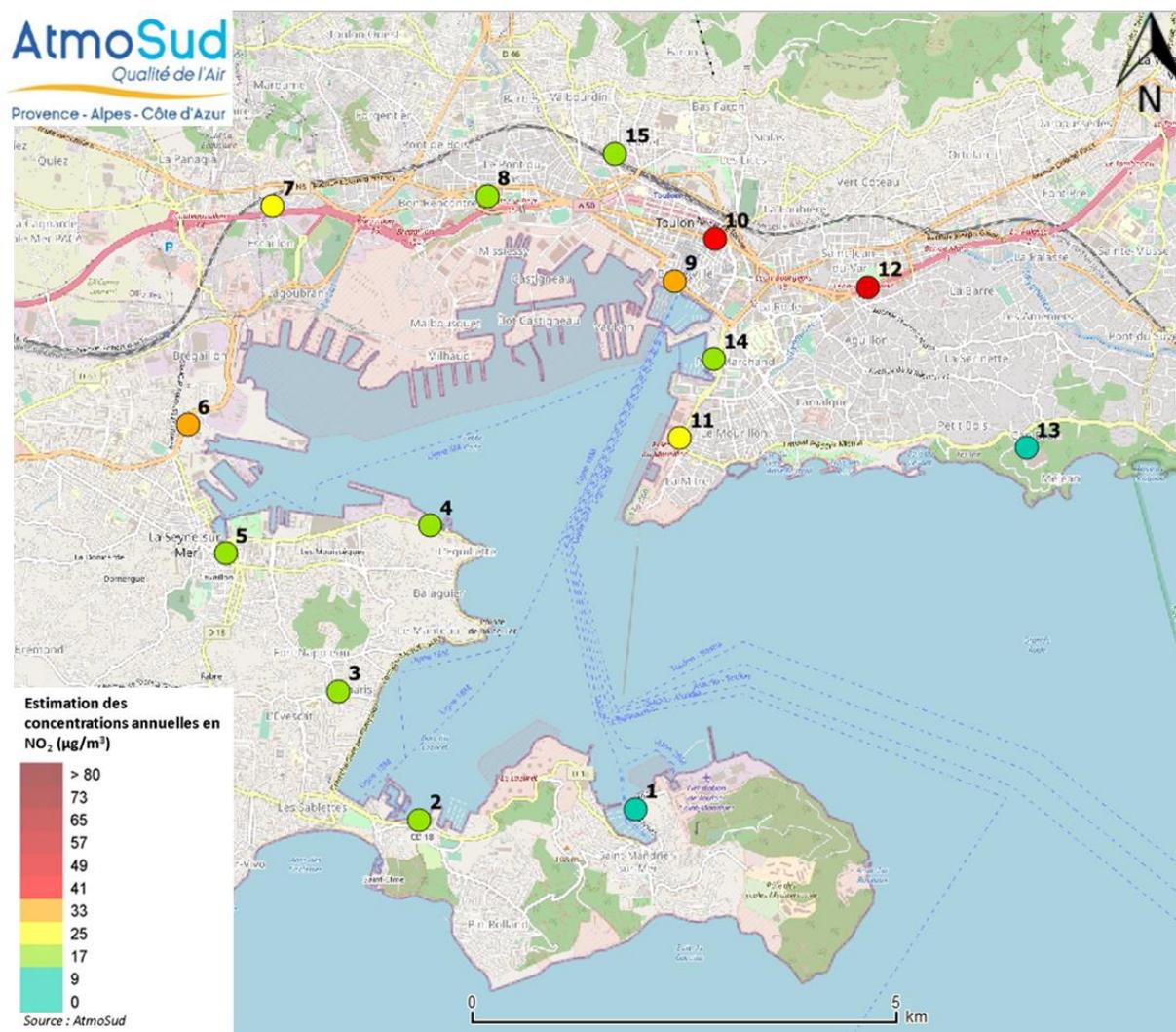
Les valeurs les plus faibles sont, quant à elles, situées sur les agglomérations moins denses autour de la rade de Toulon (Saint-Mandier, la Seyne-sur-mer) ou dans un environnement qualifié de « fond urbain » à Toulon.

En raison de son caractère « cancérigène avéré pour l'homme » (classé groupe 1 par le Centre International de Recherche sur le Cancer), le benzène est le seul composé soumis à la réglementation parmi ces quatre composés. Il est donc principalement étudié.

Toutes les valeurs moyennes en benzène sont inférieures à l'objectif de qualité annuel, fixé à  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

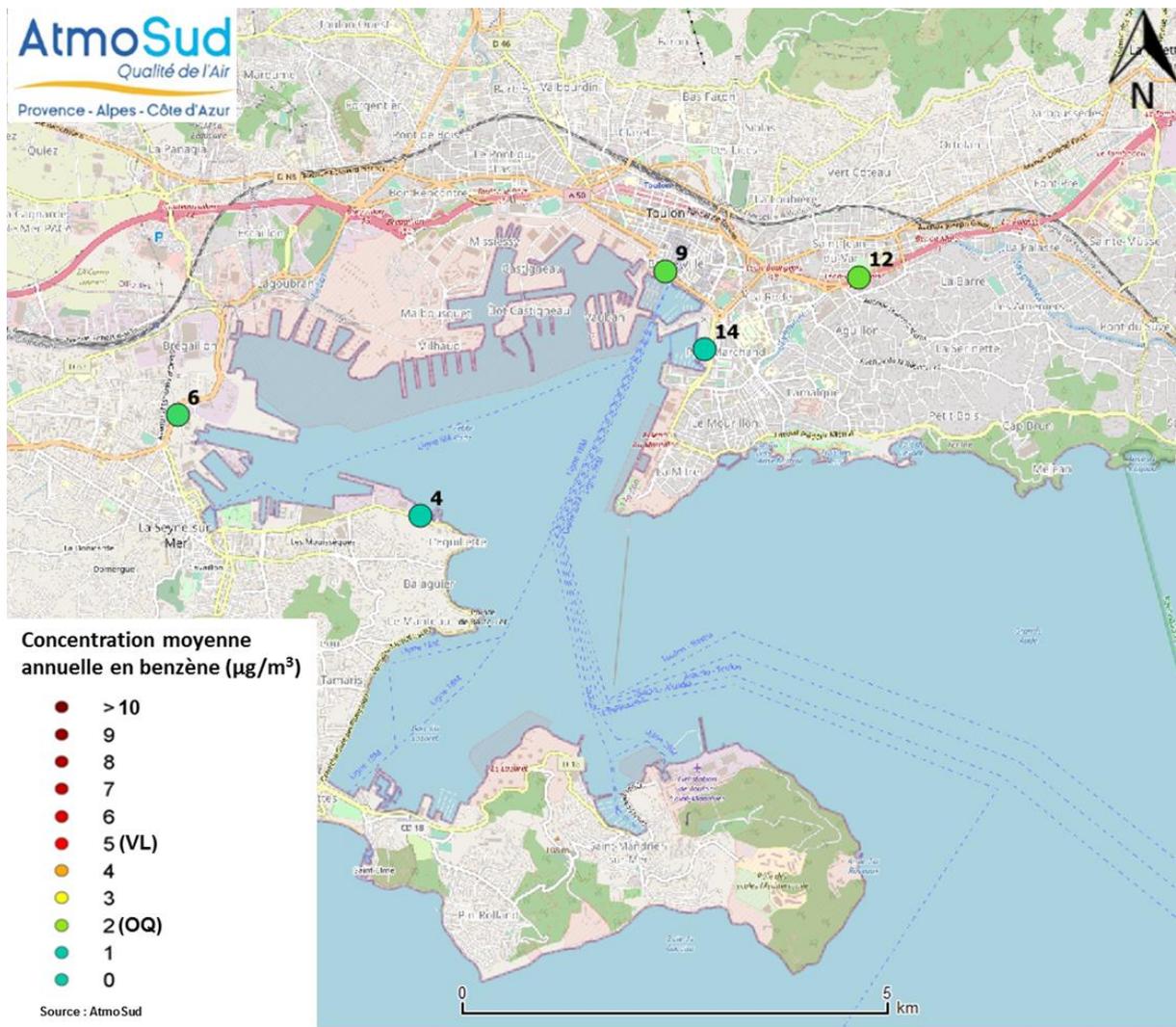
Les résultats sont présentés ici sur un fond de carte :

**Carte 4 : Cartographie des estimations annuelles des concentrations en dioxyde d'azote pour les différents sites de mesure sur la zone d'étude**



Les chiffres indiqués sur la carte correspondent aux numéros de site.

**Carte 5 : Cartographie des estimations annuelles des concentrations en benzène pour les différents sites de mesure sur la zone d'étude**



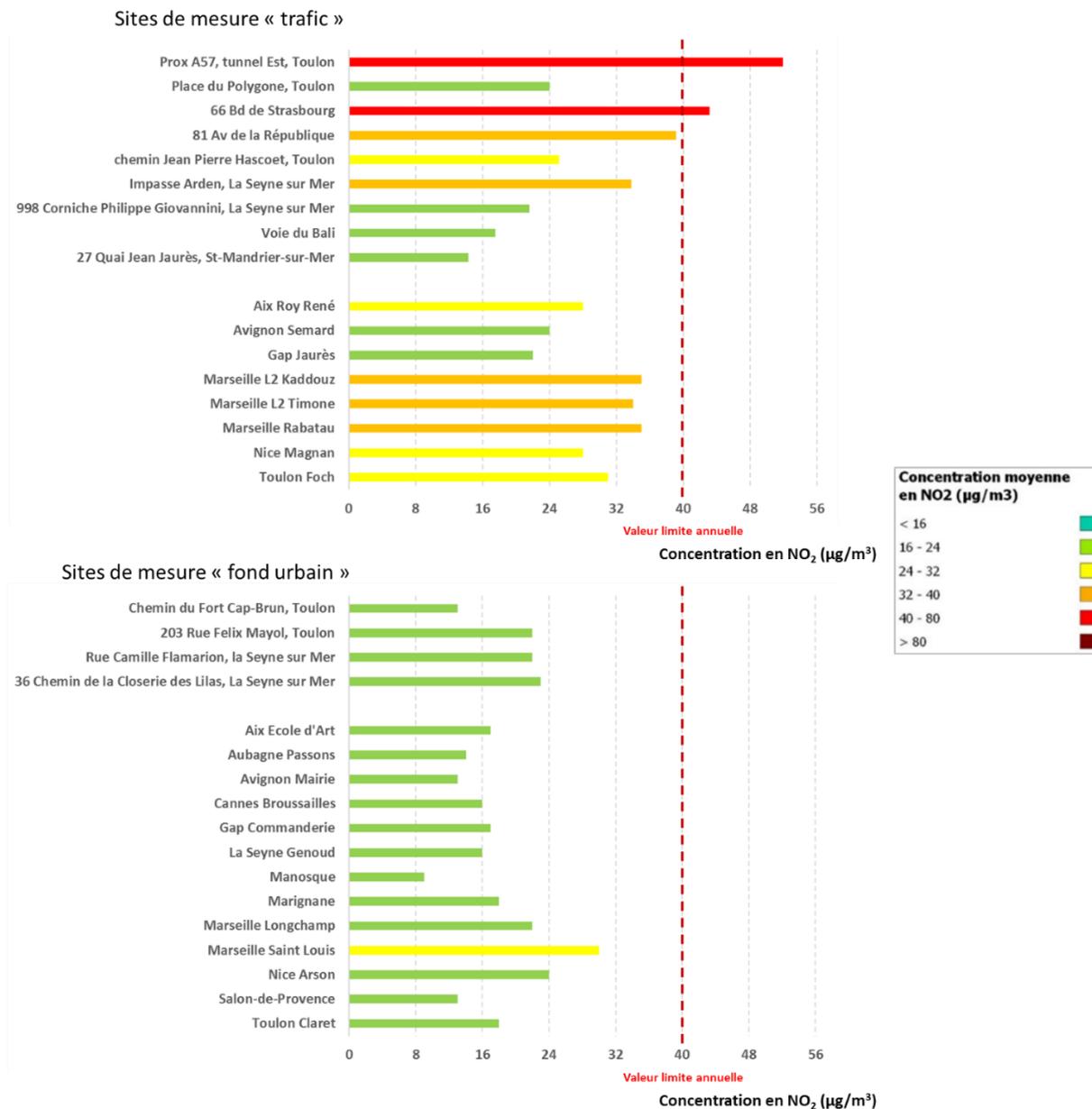
Les chiffres indiqués sur la carte correspondent aux numéros de site.

L'influence du port de Toulon sur les concentrations moyennes en dioxyde d'azote et en benzène déterminées à l'aide d'une campagne de mesures par échantillonnage passif n'apparaît ainsi pas significative sur son environnement direct, à l'inverse de l'influence des axes routiers importants.

► **Comparaison des résultats 2020 par rapport aux autres stations de la région**

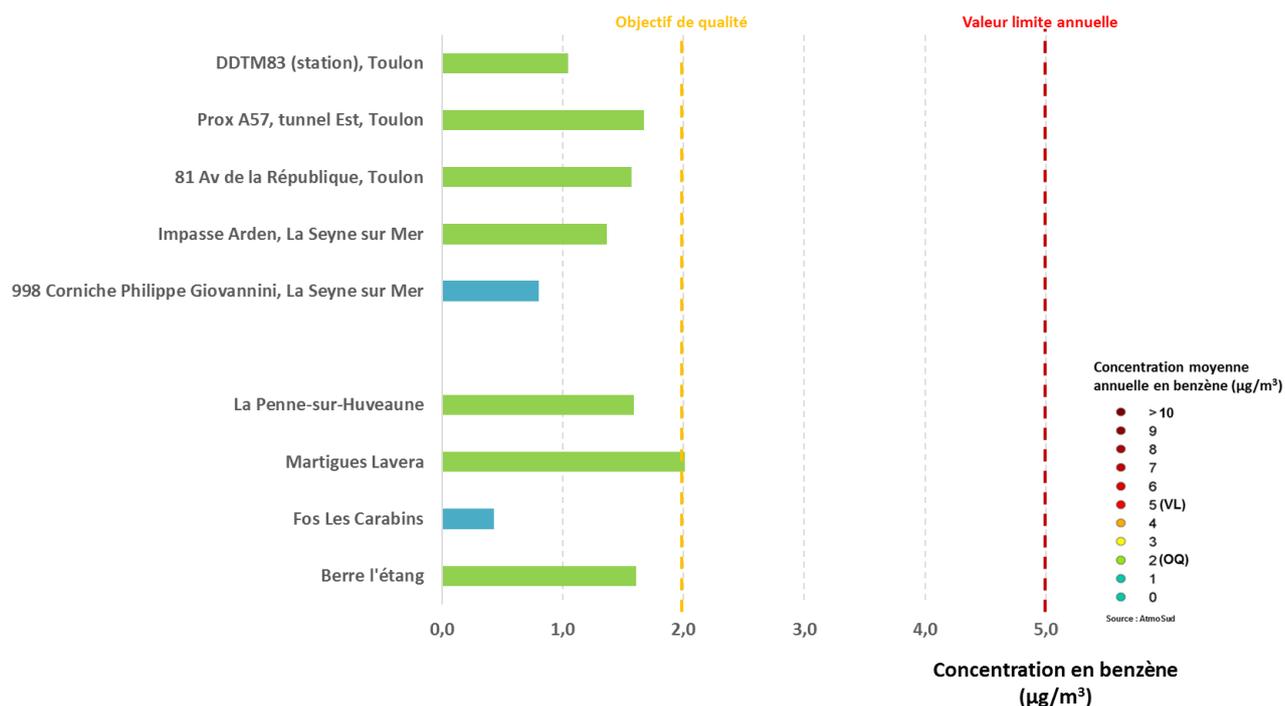
La figure ci-dessous présente les concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote estimées autour de la rade de Toulon en comparaison avec les concentrations moyennes annuelles mesurées sur les différents sites permanents de la région.

**Figure 6 : Comparaison des concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote**



Les concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote estimées lors de cette campagne de mesures spécifique à la rade de Toulon sont du même ordre que celles observées sur l'ensemble de la région.

**Figure 7 : Comparaison des concentrations moyennes annuelles en benzène**



Toutes les moyennes annuelles 2020 en benzène issues des mesures par échantillonnage passif sur la zone d'étude respectent la valeur limite réglementaire, fixée à 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{an}$ , ainsi que l'objectif de qualité, fixé à 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{an}$ . Elles sont comparables à ce qui est observé ailleurs en région PACA.

## 5. Surveillance en continu

Cette partie concerne les mesures réalisées en continu par la station installée sur le toit de la DDTM 83 à Toulon.

### 5.1 Les statistiques générales comparables aux autres stations toulonnaises

#### ► Les oxydes d'azote

Le tableau 2 ci-après présente des statistiques descriptives des résultats obtenus en dioxyde d'azote sur le port de Toulon, en comparaison à ce qui a été mesuré ailleurs en région.

Sur la période de mesure considérée, la station de mesure située sur le toit du bâtiment accueillant la DDTM présente des niveaux **comparables** à ceux mesurés en **situation urbaine (Toulon Claret)**, aussi bien en termes de maximum que de moyenne, et **inférieurs** à ce qui est mesuré en **situation trafic (Toulon Foch)**.

De plus, les niveaux maximums mesurés à la station située sur le toit de la DDTM sont bien en-deçà du seuil d'information réglementaire (fixé à  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3/1\text{h}$  pour le  $\text{NO}_2$ ) à la différence du port de Nice.

Toutefois, **avant toute comparaison**, il convient de garder à l'esprit que ces **deux stations ne sont pas installées dans la même configuration par rapport aux quais**. Celle de Nice est installée au niveau du sol, sur un quai, tandis que celle de Toulon est installée à plusieurs mètres de hauteur, à distance des quais.

Comme précisé ci-dessus, la période des mesures en continu sur le toit de la DDTM83 s'étend du 10/07/2020 au 31/12/2020, soit près de 6 mois. De ce fait, il n'est pas opportun de faire des comparaisons par rapport aux normes réglementaires annuelles.

#### ► Le dioxyde de soufre

Le tableau 3 ci-après présente des statistiques descriptives des résultats obtenus en dioxyde de soufre sur le port de Toulon, en comparaison à ce qui a été mesuré sur le port de Nice.

Les concentrations moyennes et maximales mesurées sur les ports de Toulon et Nice sur la période estivale 2020 sont faibles. Sur les deux ports, la valeur maximale horaire mesurée est de  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , bien en deçà du seuil d'information réglementaire fixé à  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3/1\text{h}$ .

#### ► Les particules en suspension PM2.5

Le tableau 4 ci-après présente des statistiques descriptives des résultats obtenus en PM<sub>2,5</sub> sur le port de Toulon, en comparaison à ce qui a été mesuré à la station de Toulon Claret.

Les concentrations moyennes en PM<sub>2,5</sub> mesurés durant la période estivale 2020 au port de Toulon et à Toulon Claret sont relativement faibles.

Il n'existe pas de seuil réglementaire horaire pour ce polluant. Il faudra attendre d'avoir une année complète de mesure afin de pouvoir rendre compte par rapport aux critères annuels. Pour rappel, il existe cependant des valeurs moyennes annuelles :

- Valeur limite réglementaire :  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle
- Objectif de qualité :  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle
- Valeur cible :  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle

**Tableau 2 : Statistiques descriptives des résultats de mesure du dioxyde d'azote en continu à la DDTM83 en comparaison avec d'autres sites de la région**

NO <sub>2</sub> (en µg/m <sup>3</sup> )	DDTM83	Toulon Claret	Toulon Foch	La Seyne sur mer	Port de Nice
	Observation	Urbain	Trafic	Urbain	Observation
Moyenne du 10/07/2020 au 31/12/2020	20	19	33	17	27
Maximum horaire – 10/07/2020 au 31/12/2020 (seuil d'information-recommandations horaire : 200 µg/m <sup>3</sup> /h)	95	103	121	96	246
Dates du maximum horaire (T.U)	16/09/2020 08:00	07/08/2020 08:00	18/09/2020 07:00	15/09/2020 08:00	17/09/2020 17:00

**Tableau 3 : Statistiques descriptives des résultats de mesure du dioxyde de soufre en continu à la DDTM83 en comparaison avec le site du port de Nice**

SO <sub>2</sub> (en µg/m <sup>3</sup> )	DDTM83	Port de Nice
	Observation	Observation
Moyenne du 10/07/2020 au 31/12/2020	2	1
Maximum horaire – 10/07/2020 au 31/12/2020 (seuil d'information-recommandations horaire : 300 µg/m <sup>3</sup> /h)	20	20
Dates du maximum horaire (T.U)	25/09/2020 16:00	04/09/2020 13:00

**Tableau 4 : Statistiques descriptives des résultats de mesure des PM<sub>2,5</sub> en continu à la DDTM83 en comparaison avec le site de Toulon Claret**

PM <sub>2,5</sub> (en µg/m <sup>3</sup> )	DDTM83	Toulon Claret
	Observation	Urbain
Moyenne du 10/07/2020 au 31/12/2020	8	8
Maximum horaire – 10/07/2020 au 31/12/2020	67	73
Dates du maximum horaire (T.U)	21/11/2020 22:00	21/11/2020 22:00

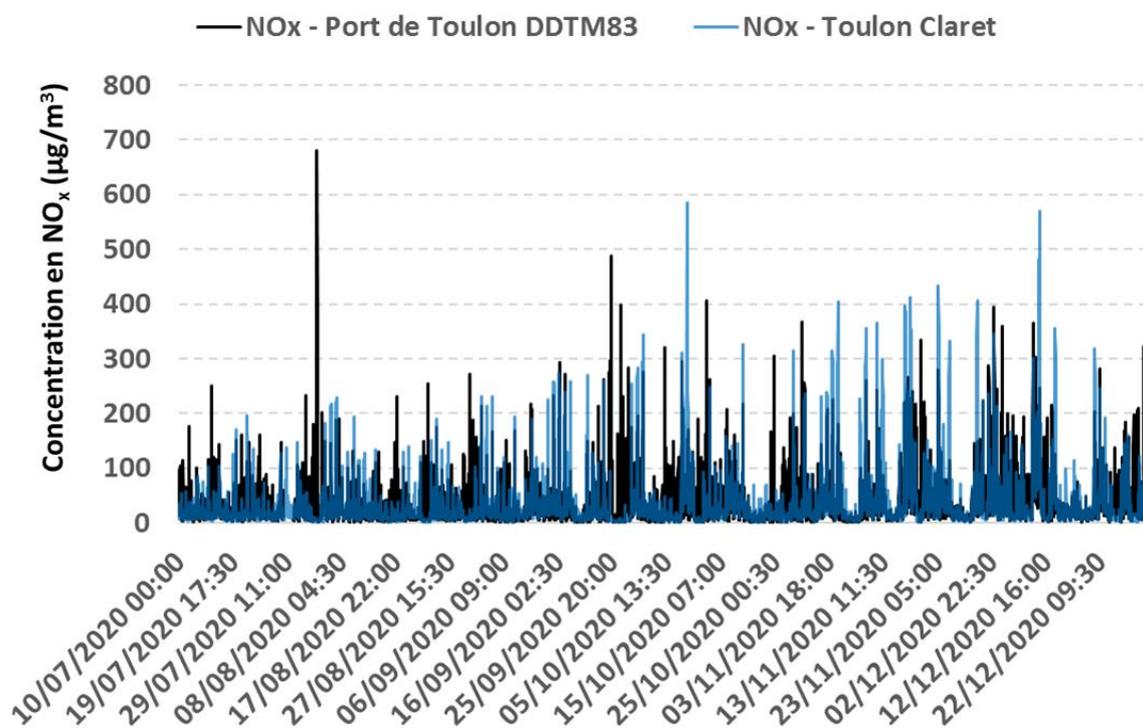
## 5.2 Des évolutions dynamiques qui montrent des singularités

Au-delà de l'aspect réglementaire pour la pollution atmosphérique, il est pertinent de regarder l'ensemble des données, à un pas de temps inférieur à une heure afin d'avoir une information plus fine sur les dynamiques et les sources potentielles.

### ► Les oxydes d'azote

Le graphe ci-dessous présente l'évolution des concentrations en NO<sub>x</sub>, au pas de temps quart-horaire, mesurées à la DDTM83 ainsi qu'à Toulon Claret, sur la période du 10/07/2020 au 31/10/2020.

**Figure 8 : Evolution des concentrations quart-horaires en NO<sub>x</sub> à la DDTM83 et à Toulon Claret sur la période du 10/07/2020 au 31/12/2020**

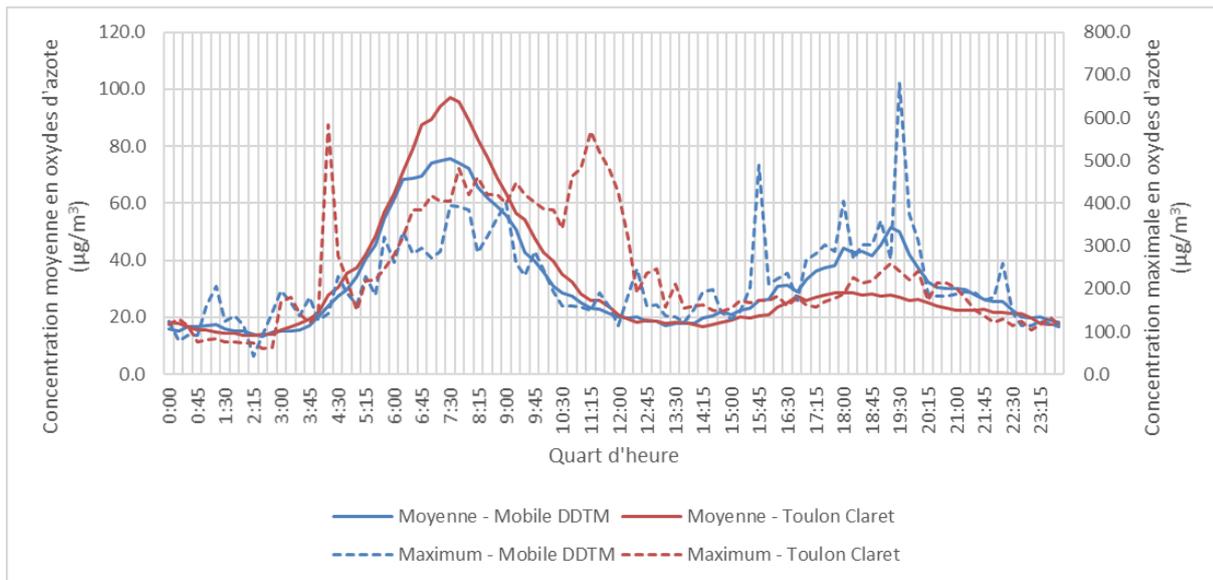


Au pas de temps quart-horaire, les concentrations en oxydes d'azote sur les deux sites présentent des niveaux généralement comparables en termes de concentrations, mais ces maximums sont observés sur des périodes différentes. Cela laisse supposer que les sources de pollution pour les oxydes d'azote de ces deux sites ne sont pas identiques.

Cela est confirmé par la représentation des profils quart-horaires des concentrations en oxydes d'azote sur ces deux stations de mesures représenté ci-après qui indique que les oxydes d'azote :

- Sur la station de Claret (fond urbain) sont généralement les plus importantes le matin (avec un pic observé aux alentours de 7h30 TU, caractéristique du début de l'activité urbaine journalière), pour décroître et rester à des niveaux constants tout au long de la journée à partir de midi
- Sur la station mobile implantée sur le toit de la DDTM sont également les plus importants le matin, mais à des niveaux généralement plus faibles que sur la station urbaine, pour également décroître mais réaugmentent en milieu de journée pour atteindre un maximum secondaire aux alentours de 20h TU. C'est également sur cette période de la journée que l'on observe le maximum enregistré sur la période de surveillance, qui fera l'objet d'une partie de ce rapport (voir paragraphe 5.4). **L'influence des navires sur les concentrations en oxydes d'azote sur cette période de la journée semble ainsi visible**

**Figure 9 : Profil moyens et maximums quart horaire des concentrations en NO<sub>x</sub> à la DDTM83 et à Toulon Claret sur la période du 10/07/2020 au 31/12/2020**

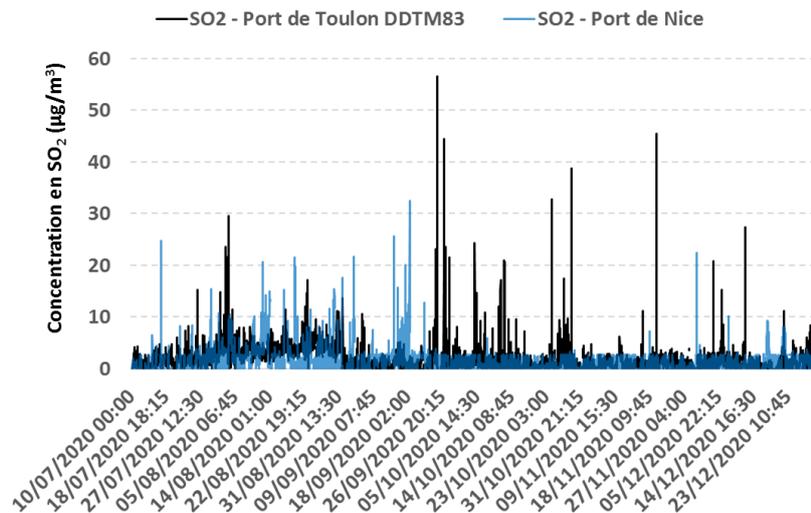


Les élévations des concentrations en NO<sub>x</sub> mesurées à la DDTM83 ne sont pas observées par la station de Toulon Claret en situation urbaine. Cela semble indiquer que l'activité maritime est responsable de ces augmentations de concentration.

### ► Le dioxyde de soufre

Le graphique ci-dessous présente, à titre informatif, l'évolution des concentrations en SO<sub>2</sub>, au pas de temps quart-horaire, mesurées à la DDTM83 ainsi qu'au port de Nice, sur la période du 10/07/2020 au 31/12/2020, afin d'apprécier les niveaux maximums ponctuels qui peuvent être atteints. Cette comparaison n'est faite qu'à titre relatif car, comme dit plus haut, ces deux stations en zone portuaire ne sont pas installées selon la même configuration par rapport aux quais (éloignement aux navires et hauteurs de mesure différentes).

**Figure 10 : Evolution des concentrations quart-horaires en SO<sub>2</sub> à la DDTM83 et au port de Nice sur la période du 10/07/2020 au 31/12/2020**

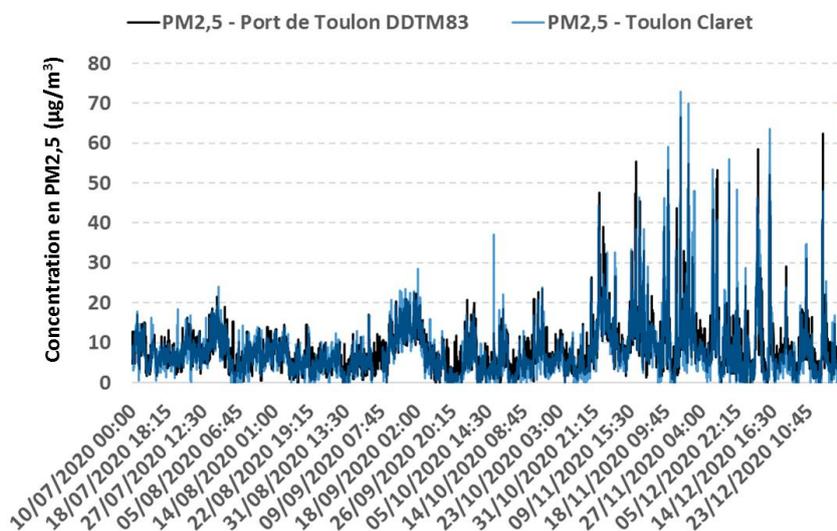


Au pas de temps quart-horaire, les concentrations maximales en SO<sub>2</sub> sur les deux sites restent comparables, avec toutefois des maximums un peu plus élevés sur le port de Toulon par rapport au port de Nice.

## ► Les particules en suspension PM2.5

Le graphe ci-dessous présente l'évolution des concentrations en PM2,5, au pas de temps quart-horaire, mesurées à la DDTM83 ainsi qu'à Toulon Claret, sur la période du 10/07/2020 au 31/12/2020.

**Figure 11 : Evolution des concentrations quart-horaires en PM2,5 à la DDTM83 et à Toulon Claret sur la période du 10/07/2020 au 31/12/2020**



L'évolution des concentrations en PM2,5 mesurées au port de Toulon et à Toulon Claret montre une même dynamique et des niveaux comparables sur ces deux sites, ce qui n'était pas le cas pour les oxydes d'azote.

Le graphe ci-dessus illustre bien d'une part **l'effet de la saisonnalité sur ce polluant** (augmentation des concentrations avec l'arrivée de l'hiver et une plus grande utilisation du chauffage (au bois et au fuel notamment), mais également des conditions météorologiques moins favorables à la dispersion des polluants) mais également **l'absence d'impact visible des navires sur cette famille de polluant, les dynamiques étant tout à fait comparables entre la station urbaine de Claret et celle sous les vents des navires**. Cette observation est à confirmer avec la lecture de la rose de pollution ci-après.

## 5.3 Des roses de pollution différenciées selon les polluants

Les roses de pollution permettent de coupler les données de concentrations mesurées aux données météorologiques, notamment aux données de vitesse et de direction des vents. Elles ont donc un intérêt certain pour la recherche de source de pollution.

### ► Les oxydes d'azote

La rose de pollution ci-après (figure 13) indique que les concentrations en oxydes d'azote les plus élevées ont été principalement mesurées sous l'influence d'un vent de vitesse faible à modéré (entre 0 et 5 m/s) et de secteur Ouest / Nord – Ouest, soit en direction des principaux quais accueillant les ferries.

Cela permet d'appuyer l'hypothèse selon laquelle les effets de « pics » en NO<sub>x</sub>, observés sur la figure précédente, sont dus à l'activité maritime, et non pas urbaine à proximité.

### ► Le dioxyde de soufre

La rose de pollution ci-après (figure 14) indique que les concentrations en SO<sub>2</sub> les plus élevées ont été principalement mesurées sous l'influence d'un vent de vitesse faible à modéré (entre 0 et 5 m/s) et de secteur Ouest / Nord – Ouest, soit en direction des principaux quais accueillant les ferries, à l'image de ce qui est observé pour les NO<sub>x</sub>.

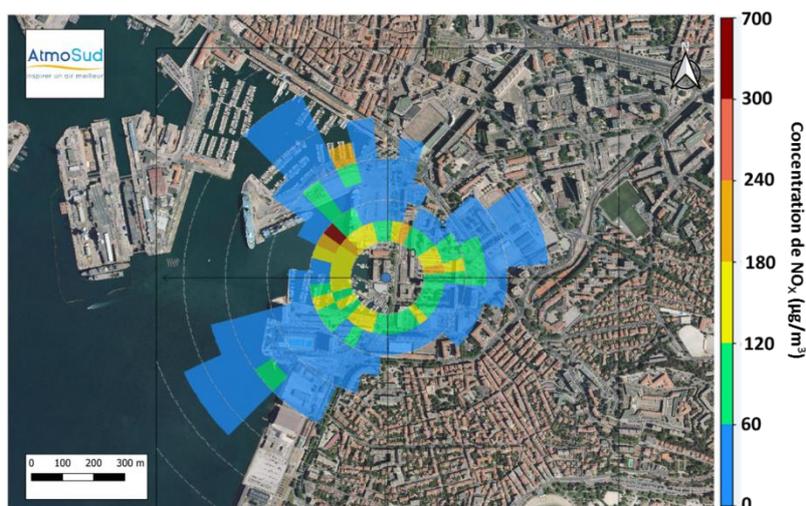
Cela permet d'appuyer l'hypothèse selon laquelle les effets de « pics » en SO<sub>2</sub> sont dus à l'activité maritime.

### ► Les particules en suspension PM2.5

La rose de pollution ci-après (figure 15) indique que les concentrations en PM<sub>2,5</sub> les plus élevées ont été principalement mesurées sous l'influence d'un vent de vitesse faible à modéré (entre 0 et 4 m/s) et de secteur Est / Nord – Est, soit en direction de la ville, contrairement à ce qui est observé avec les polluants gazeux.

L'influence des bateaux à quai sur les maximums observés n'est ainsi pas aussi visible que pour les oxydes d'azote et le dioxyde de soufre. Les concentrations, en masse, de particules en suspension ne reflètent pas de contribution maritime spécifique.

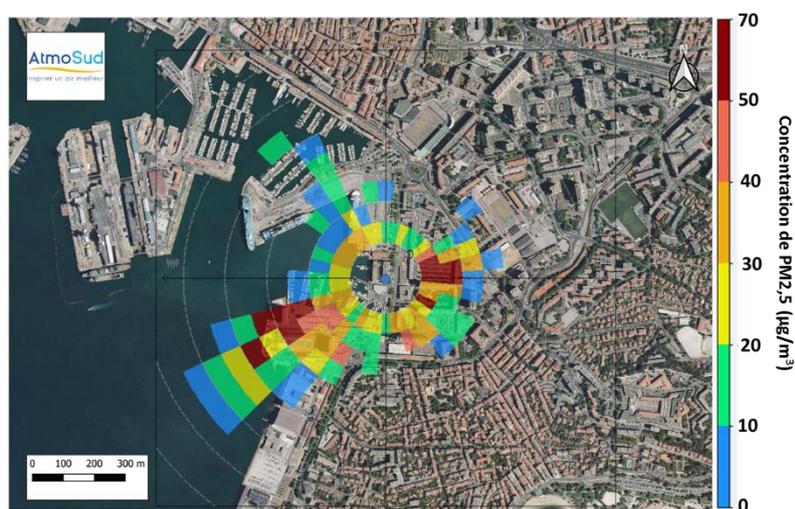
**Figure 12 : Rose de pollution en NOx établie au pas de temps quart-horaire à la DDTM83 sur la période du 10/07/2020 au 31/12/2020**



**Figure 13 : Rose de pollution en SO2 établie au pas de temps quart-horaire à la DDTM83 sur la période du 10/07/2020 au 31/12/2020**



**Figure 14 : Rose de pollution en PM2,5 établie au pas de temps quart-horaire à la DDTM83 sur la période du 10/07/2020 au 31/12/2020**



## 5.4 Illustration de l'impact de l'activité portuaire : cas particulier du 3 août 2020

L'enregistrement du 03/08/2020 à 19h30 en Temps Universel (donc 21h30 en heure locale) est celui qui présente le maximum en moyenne quart horaire pour les NOx (680 µg/m<sup>3</sup>) et le SO<sub>2</sub> (30 µg/m<sup>3</sup>), mais pas les PM2.5 (5 µg/m<sup>3</sup>). Aux alentours de cette heure-ci :

- D'après la station météorologique, les vents étaient modérés et stables depuis plusieurs heures, de secteur Nord-Ouest, donc favorables à l'observation d'un impact potentiel de navire sur la station
- D'après les données fournies par la capitainerie, plusieurs navires étaient présents à quai sur cette période :
  - Le MEGA ANDREA était parti depuis peu (18h local, soit 16h TU)
  - Le MEGA EXPRESS FOUR était en cours de sortie depuis le quai MINERVE (21h15 local, soit 19h15 TU)
  - Le MEGA SMERALDA était en train de rentrer sur le quai FOURNEL (21h45 local, soit 19h45 TU)
  - Le PASCAL ALLOTA était en train de rentrer sur le quai MINERVE (21h50 local, soit 19h50 TU)

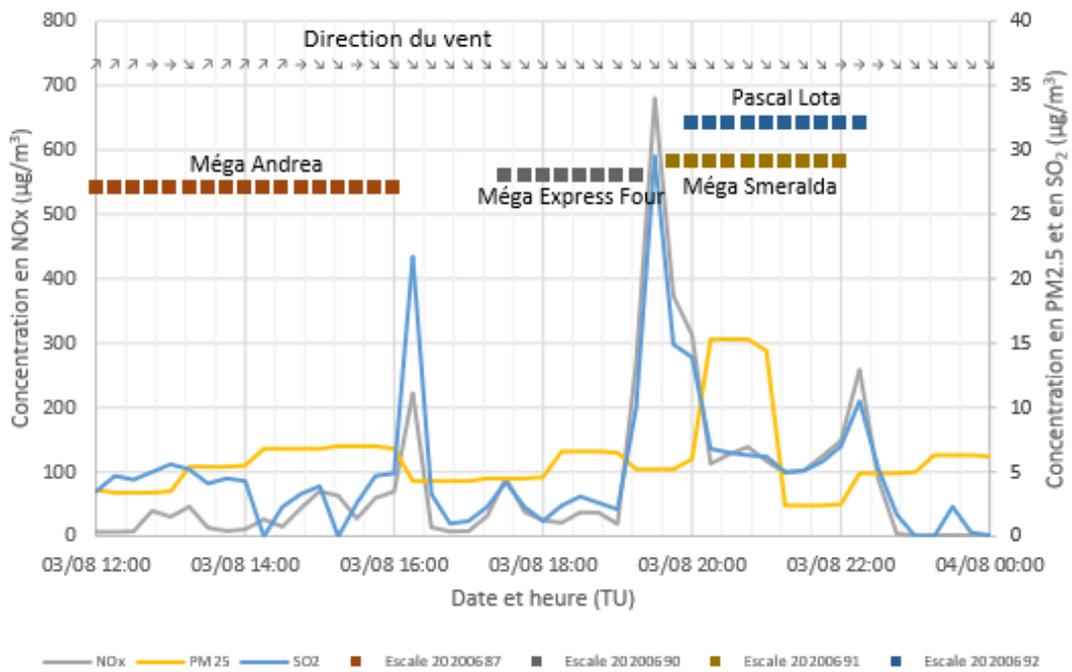
**Tableau 5 : Détails sur les présences des escales au port de Toulon le 3 août 2020**

N° escale	Navire	Type navire	Entrée	Sortie	Poste
20200687	MEGA ANDREA	FERRY- ROULIER	03/08/2020 07:20	03/08/2020 18:00	FOURNEL
20200690	MEGA EXPRESS FOUR	FERRY- ROULIER	03/08/2020 19:20	03/08/2020 21:15	MINERVE
20200691	MEGA SMERALDA	FERRY- ROULIER	03/08/2020 21:45	04/08/2020 00:10	FOURNEL
20200692	PASC ALLOTA	FERRY- ROULIER	03/08/2020 21:50	04/08/2020 00:15	MINERVE

Le graphique ci-dessous représente toutes les informations nécessaires à l'interprétation des résultats obtenus sur cette courte période :

- Lors de la présence simultanée de navires en escale et de vents de Nord-Ouest, des valeurs plus importantes en oxydes d'azote et en dioxyde de soufre sont observées simultanément, lors des **mouvements de bateaux** et non pas lors de leur **présence à quai**. Les dynamiques de ces deux polluants sont d'ailleurs **parfaitement corrélées sur la période d'analyse sélectionnée**.
- En ce qui concerne les PM2.5, il n'apparaît pas de cohérence avec les deux autres polluants précédemment cités, ni avec les présences et les mouvements des navires, ce qui confirme ainsi l'analyse issue de l'observation de la rose de pollution (voir figure 15).

**Figure 15 : Représentation des concentrations quart-horaires en oxydes d'azote et en dioxyde de soufre ainsi que les présences de navires le 3 août 2020**



Ainsi, sur la période de mesures, même si la station n'est pas positionnée sous les vents majoritaires des navires à quai (malgré l'analyse réalisée en amont pour la détermination de son emplacement préférentiel), il a pu être mesuré des valeurs ponctuelles maximales caractéristiques des panaches des navires sur une courte période, comme en ce 3 août 2020.

## 6. Mesures en nombre des particules ultrafines

### 6.1 Période de mesure et équipements mis en œuvre

Entre le 10/08/2020 et le 24/08/2020, des compteurs de particules ultrafines ont été déployés autour du port de Toulon : deux compteurs MINI-LAS (photo ci-dessous) ont ainsi été installés chez deux riverains volontaires.

*Figure 16 : Installation d'un compteur de particules GRIMM MINI-LAS*



Ces appareils permettent de fournir une information sur le **nombre de particules** de diamètre compris entre 250 nm et 32  $\mu\text{m}$ . De plus, un troisième appareil (MINI-WRAS<sup>1</sup>), semblable à celui présenté ci-dessus, a été installé dans la station de mesure située sur le toit de la DDTM83 sur la même période. Ce dernier permet de fournir une information sur le nombre de particules de diamètre compris entre 10 nm et 32  $\mu\text{m}$ .

---

<sup>1</sup> Remarque : Le MINI-WRAS prenant en compte une plus grande gamme de tailles de particules, les résultats de cet appareil ne seront donc pas comparables à ceux des MINI-LAS

## 6.2 Localisation

La carte ci-dessous présente la situation géographique des deux riverains volontaires ainsi que la station de mesure sur le toit de la DDTM83 :

- Le riverain 1 étant situé au Nord/Nord-Ouest des quais, il est soumis à l'impact des navires lors de la présence de vents de secteur Sud à Sud-Est
- Le riverain 2 étant situé à l'Est des quais, il est soumis à l'impact des navires lors de la présence de vents de secteur Ouest

**Carte 6 : Localisation des riverains ayant accueillis un compteur de particules GRIMM MINI-LAS du 10/08/2020 au 24/08/2020**



## 6.3 Résultats chez les deux riverains du 10 au 24 août 2020

Sur les graphiques ci-dessous :

- La courbe blanche représente le **nombre total de particules** (de tailles comprises entre 250 nm et 32 µm) et la valeur est représentée sur **l'axe de droite**.
- Les **nuances de couleur** indiquent la concentration (en nombre / cm<sup>3</sup>), des particules selon leur taille.

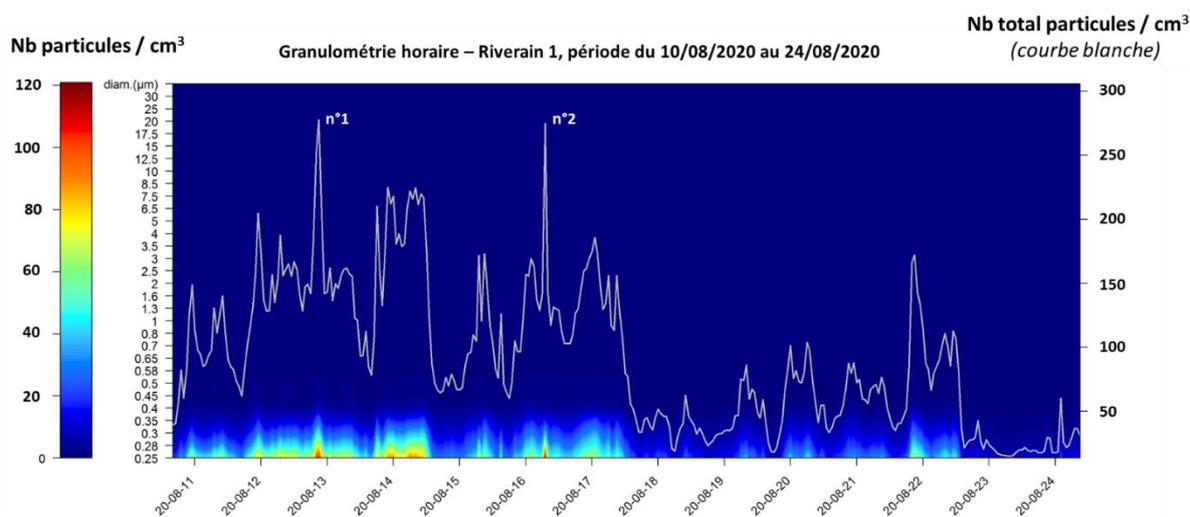
A noter qu'il n'existe pas, pour l'heure, de valeur réglementaire de référence pour les mesures en nombre de particules.

### ► Evolution dynamique du nombre de particules

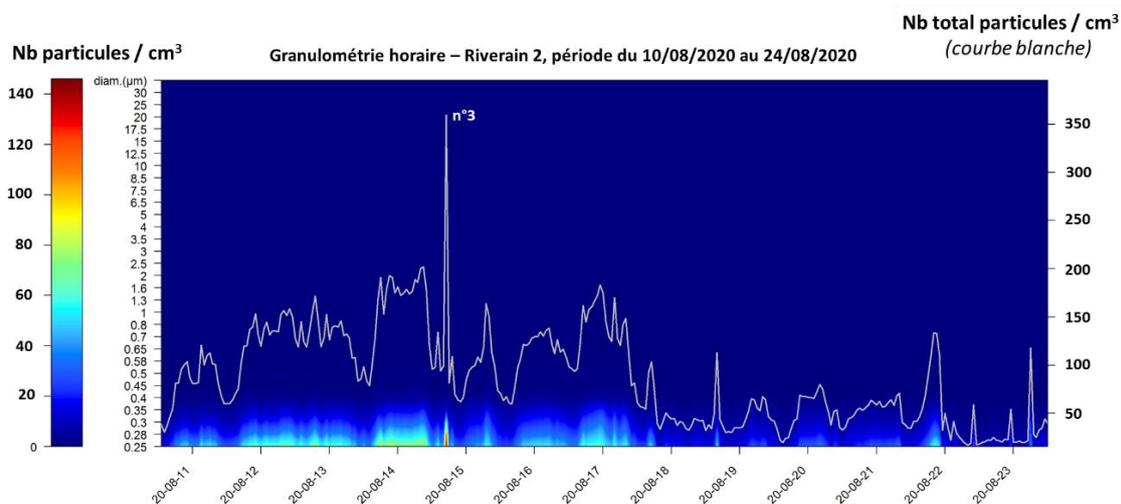
Les graphiques ci-dessous permettent d'observer que :

- Ce sont les particules les plus fines qui présentent les concentrations en nombre les plus élevées.
- La première semaine de mesure présente un nombre total de particule moyen plus élevé que sur la deuxième semaine.

**Figure 17 : Evolution des concentrations horaires, en nombre de particules chez le riverain 1 sur la période du 10/08/2020 au 24/08/2020**



**Figure 18 : Evolution des concentrations horaires, en nombre de particules chez le riverain 2 sur la période du 10/08/2020 au 24/08/2020**



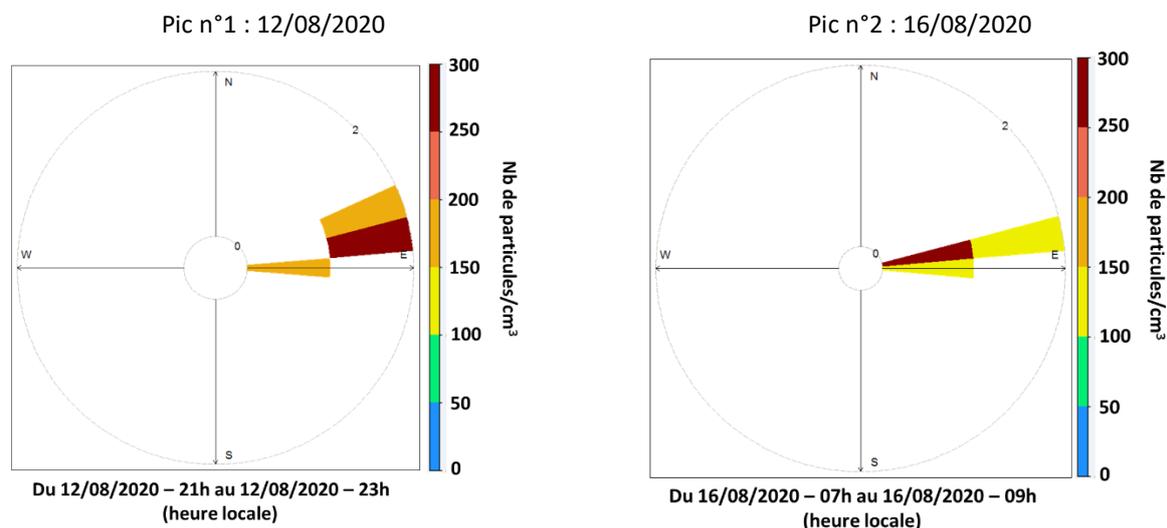
Les trois principaux pics, identifiés **n°1** et **n°2** sur figure 18 et **n°3** sur la figure 19, ont été observés durant la première semaine de mesure :

- Le pic n°1 indique une augmentation du nombre de particules/cm<sup>3</sup> le 12 août 2020, entre 21h00 et 23h00 heure locale, et a été observé sous l'influence d'un vent de faible vitesse et de secteur Est, comme le montre la rose de pollution ci-dessous. En considérant la localisation du riverain, la direction du vent (mesurée par la station AtmoSud) ne pointe pas véritablement vers les principaux quais.
- Le pic n°2 indique quant à lui une augmentation du nombre de particules / cm<sup>3</sup> le 16 août 2020, entre 07h00 et 08h00 heure locale, également sous l'influence d'un vent de faible vitesse et de secteur Est.
- Une élévation atypique des concentrations en nombre de particules / cm<sup>3</sup> a été observée le 14/08/2020 à 20h00 heure locale (identifiée « n°3 » sur le graphe ci-dessus), sous l'influence d'un vent de secteur Sud-Ouest, en direction des principaux quais accueillant les ferries par rattachement à la localisation du riverain 2.

### ► Analyse des roses de pollution au niveau du riverain 1 les 12 et 16 août 2020

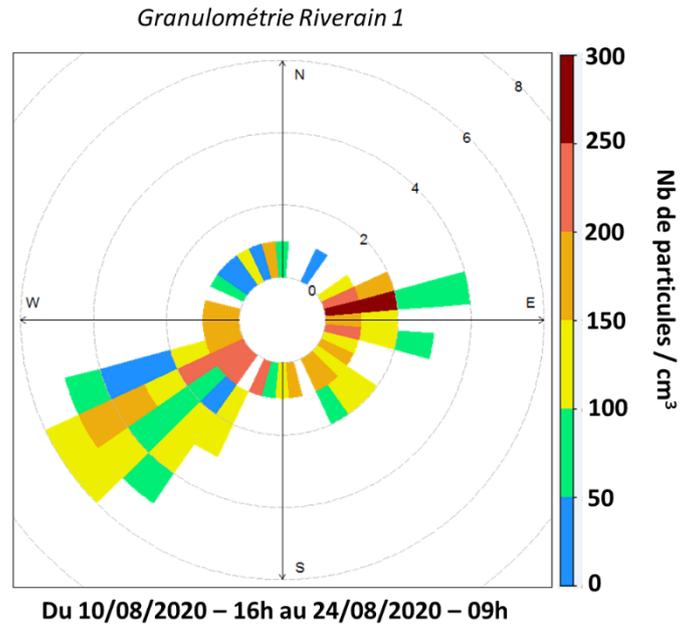
Les roses de pollution présentées dans la figure 20 ci-après ont été établies avec les mesures de particules réalisées chez le riverain 1 et les données météorologiques relevées par la station de mesure située sur le toit de la DDTM83.

**Figure 19 : Rose de pollution établie au pas de temps horaire sur les 2 valeurs maximales observées au niveau du riverain 1**



Même si sur ces plages horaires étaient présents des navires à quai et en mouvement, il ne semble pas que l'origine de ces valeurs maximales soient en lien avec les navires. Ceci est confirmé par la représentation de la rose de pollution établie pour le riverain 1 sur l'ensemble de la période de mesure (du 10/08/2020 au 24/08/2020), qui indique que les concentrations en nombre de particules les plus élevées ont été mesurées sous l'influence d'un vent de faible vitesse (< 2 m/s) et de secteur Est, et non pas de Sud à Sud-Est.

Figure 20 : Rose de pollution du nombre de particules au niveau du riverain 1

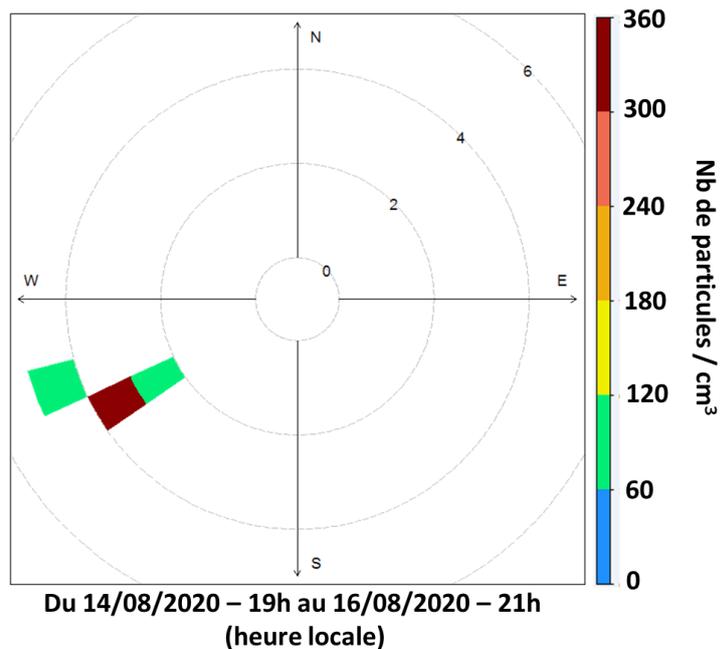


L'influence maritime ne semble pas majoritaire. A l'image de ce qui est observé pour les PM2.5, il semblerait que le centre urbain soit une source plausible concernant ces valeurs maximales en nombre de particules.

► Analyse de la rose de pollution au niveau du riverain 2 lors du pic 3 du 14 août 2020

Les roses de pollution présentées dans la figure 22 ci-après ont été établies avec les mesures de particules réalisées chez le riverain 2 et les données météorologiques relevées par la station de mesure située sur le toit de la DDTM83.

Figure 21 : Rose de pollution établie au pas de temps horaire sur la valeur maximale observée au niveau du riverain 2



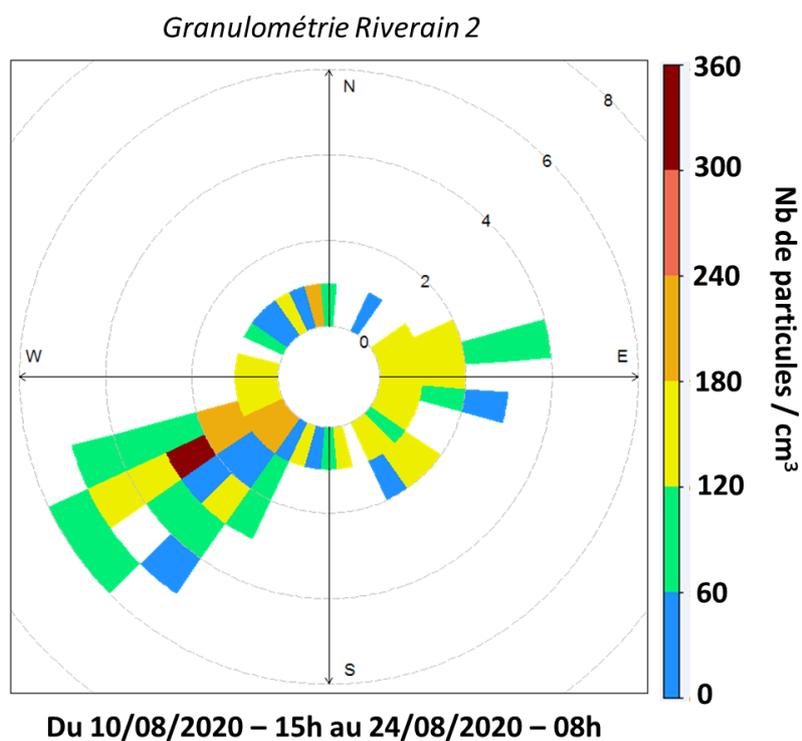
Un ferry de la compagnie CORSICA FERRY, le MEGA ANDREA, était prévu au départ du quai Minerve le 14/08/2020 à 19h55 heure locale.

**Tableau 6 : Détails sur la présence d'escale lors de l'observation du pic n°3 chez le riverain 2**

N° escale	Navire	Type navire	Entrée	Sortie	Poste
20200759	MEGA ANDREA	FERRY-ROULIER	14/08/2020 - 08:00	14/08/2020 - 19:55	MINERVE

Le graphe ci-dessous présente la rose de pollution établie pour le riverain 2 sur l'ensemble de la période de mesure (du 10/08/2020 au 24/08/2020).

**Figure 22 : Rose de pollution du nombre de particules au niveau du riverain 2**



La rose de pollution ci-dessus indique, contrairement au riverain 1, que les concentrations les plus élevées en nombre de particules chez le riverain n°2 ont été mesurées sous l'influence d'un vent de faible vitesse et de secteur Sud-Ouest, soit en direction des principaux quais accueillant les ferries.

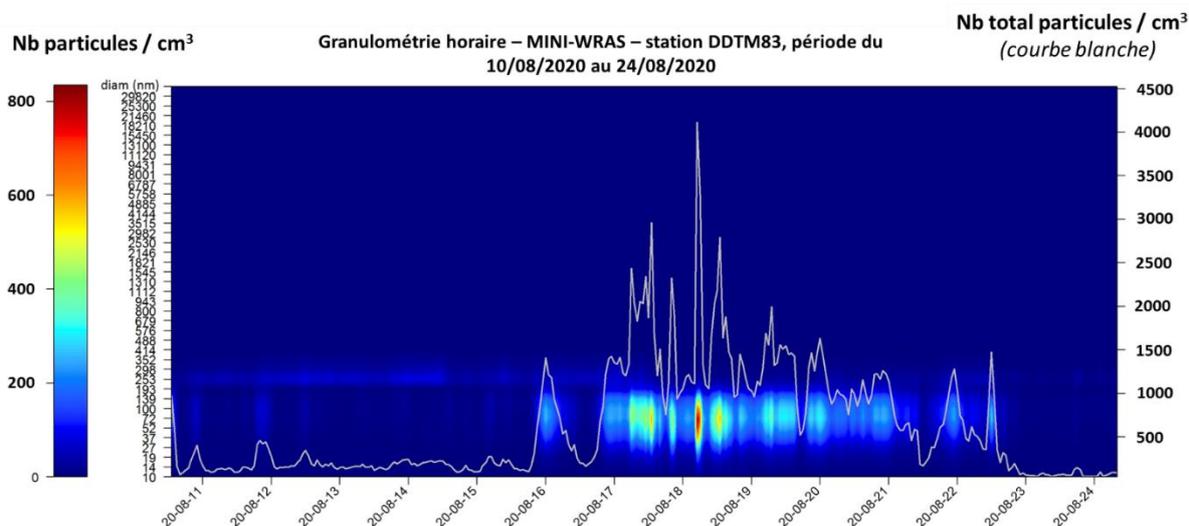
## 6.4 Mesures de particules ultrafines à la station AtmoSud (DDTM83)

Comme dit précédemment, le MINI-WRAS, installé à la station AtmoSud, prend en compte une gamme de tailles de particules plus importantes que le MINI-LAS, installé chez les riverains (10 nm à 32  $\mu\text{m}$  pour le premier contre 250 nm à 32  $\mu\text{m}$  pour le second). Il n'est donc pas pertinent de comparer les résultats obtenus entre les deux appareils.

### ► Evolution dynamique du nombre de particules ultrafines du 10 au 24 août 2020

Le graphe ci-dessous montre que ce sont les concentrations, en nombre, de particules de diamètre (ou taille) compris entre 30 nm et 200 nm qui augmentent lorsque le nombre total de particules augmente. De plus, ces valeurs les plus importantes sont observées lors de la deuxième semaine de mesures, contrairement à ce qui a été observé chez les riverains.

**Figure 23 : Evolution des concentrations horaires, en nombre, de particules de tailles comprises entre 10 nm et 32  $\mu\text{m}$  à la DDTM83 sur la période du 10/08/2020 au 24/08/2020**

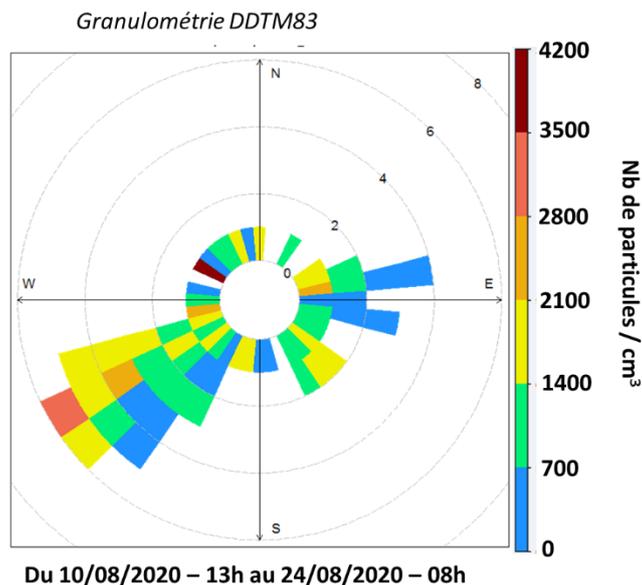


Contrairement aux observations précédentes, ce ne sont pas les particules les plus fines qui présentent les concentrations en nombre les plus élevées.

► **Analyse de la rose de pollution en PUF établie à la station DDTM83 du 10 au 24 août 2020**

La figure ci-dessous présente la rose de pollution en nombre de particules / cm<sup>3</sup> établie à la station AtmoSud (DDTM83) sur l'ensemble de la période de mesure (du 10/08/2020 au 24/08/2020) :

**Figure 24 : Rose de pollution du nombre de particules au niveau de la station de mesures DDTM**



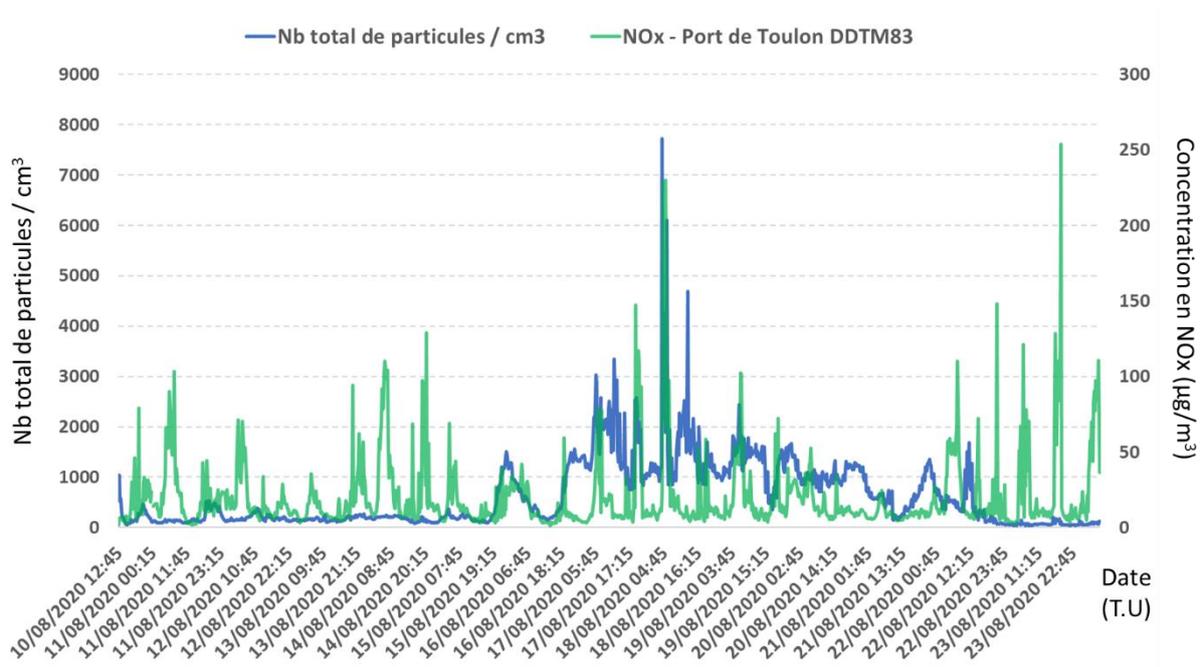
Les concentrations en nombre de particules les plus élevées ont été mesurées sous l'influence d'un vent de faible vitesse et de secteur Nord-Ouest, donc en direction des principaux quais accueillant les ferries, mais également sous l'influence d'un vent fort de secteur Sud-Ouest (rose des pollutions en figure 25).

Cela peut laisser penser que le vent pourrait rabattre, au niveau de la station, des particules émises par les navires naviguant près du centre de la Rade de Toulon.

► Mise en parallèle avec les concentrations de NO<sub>x</sub> du 10 au 24 août 2020

Le graphique ci-dessous présente, au pas de temps quart-horaire, l'évolution du nombre total de particules en parallèle de l'évolution des concentrations en oxydes d'azote NO<sub>x</sub>.

**Figure 25 : Evolution, au pas de temps quart-horaire, des concentrations en NO<sub>x</sub> et en nombre de particules/cm<sup>3</sup> mesurées à la DDTM83 sur la période du 10/08/2020 au 24/08/2020**



Il apparaît que les augmentations des concentrations en NO<sub>x</sub> ne sont pas systématiquement accompagnées d'une augmentation du nombre total de particules ; l'inverse étant également vrai (les augmentations du nombre total de particules n'étant pas systématiquement accompagnées d'une augmentation des concentrations en NO<sub>x</sub>).

Toutefois, c'est ponctuellement le cas avec, sur la période de mesure considérée, le 18/08/2020 entre 06h00 et 06h30 où une augmentation significative du nombre de particules et des concentrations en NO<sub>x</sub> a été observée. Sur cette plage horaire, un ferry MEGA EXPRESS de la société CORSICA FERRY arrivait sur le quai MINERVE, et les vents présents étaient majoritairement de secteur Nord-Ouest à Nord.

**Figure 26 : Détails sur la présence d'escale lors de l'observation du pic du 18/08/2020 entre 06h00 et 06h30 heure locale**

N° escale	Navire	Type navire	Entrée	Sortie	Poste
20200781	MEGA EXPRESS	FERRY- ROULIER	18/08/2020 – 06 : 00	18/08/2020 – 07 : 30	MINERVE

Contrairement à l'information que donne les concentrations en masse de particules, l'information en nombre permet d'identifier une contribution maritime à la pollution particulaire.

D'autres moyens de mesure du nombre de particules seront déployés autour de la rade de Toulon durant l'été 2021.

## 7. Conclusion

### ► Une surveillance de la qualité de l'air accrue autour de la rade de Toulon en 2020

En 2020, avec le soutien de la Région Sud / Provence-Alpes-Côte et en partenariat avec la métropole Toulon Provence Méditerranée et la Direction Départementale des Territoires et de la Mer du Var, AtmoSud a mis en place un réseau de surveillance de la qualité de l'air accentué autour de la rade de Toulon afin de mieux évaluer l'impact de la pollution issue de l'activité portuaire sur les riverains proches et accompagner les acteurs portuaires dans un déploiement optimal de leur politique territoriale air.

Dans ce cadre, il a été mis en place :

- Une campagne de mesure du dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) par échantillonnage passif sur une quinzaine de sites répartis autour de la rade de Toulon. Parmi eux, 5 sites ont également accueilli des mesures de benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes par échantillonnage passif.
- Une station mobile de mesure a été déployée au début du mois de juillet sur le toit du bâtiment accueillant les services de la DDTM83. Cette station mesure, en continue, les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>), le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) et les particules en suspension de diamètre < à 2.5 µm (PM2.5).
- Une campagne participative avec des riverains volontaires consistant à mesurer les concentrations en nombre des particules fines à leur domicile.

### ► Une influence urbaine et maritime

Les mesures en continu par les analyseurs de référence situés sur le toit de la DDTM 83 à proximité directe des quais du terminal ferries de Toulon n'ont montré aucun dépassement des valeurs limites réglementaires horaires et journalières pour les polluants mesurés (NO<sub>x</sub>, PM2.5, SO<sub>2</sub>). Les concentrations moyennes en NO<sub>2</sub> et PM2.5 sont comparables aux niveaux de fond urbain mesurés à la station fixe d'AtmoSud située avenue de Claret à Toulon. Les niveaux maximums mesurés pour les polluants gazeux (NO<sub>2</sub> et SO<sub>2</sub>) ont été observés sous l'influence de vents en provenance des principaux quais accueillant les ferries. **Des phénomènes de pics ont été relevés, très ponctuels, associés aux panaches de navires.** Concernant les particules en suspension (PM 2.5), l'origine des valeurs maximales est partagée entre l'activité du centre urbain et la rade de Toulon.

La campagne de mesure par échantillonnage passif menée à l'été 2020 et à l'hiver 2020/2021 sur 15 sites autour de la rade montre que les **niveaux moyens observés en NO<sub>2</sub> autour de la rade de Toulon sont du même ordre que ceux rencontrés dans les principaux centres urbains de la région.** Deux sites présentent une estimation de la moyenne annuelle dépassant la valeur limite annuelle réglementaire pour ce polluant. L'un d'eux se situe à proximité immédiate de l'A57, au niveau de la tête de tunnel Est, tandis que l'autre se situe sur le Boulevard de Strasbourg. Ces deux sites présentent un trafic routier dense récurrent qui explique les valeurs observées.

Les valeurs moyennes annuelles en benzène sont **toutes inférieures à l'objectif de qualité annuel, fixé à 2 µg/m<sup>3</sup>.**

La mesure du nombre de particules ultra fines pendant 2 semaines au mois d'août 2020 chez deux riverains à proximité du port de Toulon et au niveau de la station de mesure sur le toit de la DDTM83, a montré également des **phénomènes de « pics »**. La mesure chez le riverain situé à l'Est du terminal montre, tout comme celle sur la station mobile sur le toit de la DDTM, sur la période considérée, des maximums de particules ultra fines en nombre provenant des quais des ferries, alors que pour le riverain situé au nord du terminal, l'origine des particules sur cette zone semble être plus partagée entre l'activité maritime et l'activité du centre urbain.

Il n'existe pour l'heure aucune réglementation à laquelle se référer en ce qui concerne les concentrations en nombre de particules.

### ► Poursuite des mesures en 2021 et 2022

Ces mesures nécessitent d'être approfondies pour améliorer la représentativité des zones les plus exposées, entourer l'ensemble de la rade avec des analyseurs de référence et mieux accompagner les acteurs portuaires dans leur mise en place d'aménagements spécifiques de réduction des émissions de polluants, comme l'électrification des quais prévue à Toulon. Pour cela, les mesures en continu se poursuivront en 2021 et 2022. De plus, des moyens complémentaires de mesures seront déployés durant la période estivale 2021 permettant de mieux identifier le signal des navires dans les niveaux de polluants, dans le cadre du projet européen Aer Nostrum.

# GLOSSAIRE

## Définitions

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

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

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

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

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

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

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

**Objectif de qualité** : Un niveau de concentration à atteindre à long terme, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement.

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

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

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

**Particules d'origine secondaires** : Les particules secondaires résultent de la conversion en particules, des gaz présents dans l'atmosphère. Cette conversion, soit directement gaz-solide, soit par l'intermédiaire des gouttes d'eau, est appelée nucléation. La nucléation est le mécanisme de base de la formation des nouvelles particules dans l'atmosphère. Les principaux précurseurs impliqués dans la formation des particules secondaires sont le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub> et nitrates), les composés organiques volatils (COV) et l'ammoniac (NH<sub>3</sub>). Les particules secondaires sont essentiellement des particules fines (<2.5 µm).

**AOT 40** : Égal à la somme des différences entre les concentrations horaires d'ozone supérieures à 80 µg/m<sup>3</sup> (mesurés quotidiennement entre 8 h et 20 h, heure d'Europe Centrale) et la valeur 80 µg/m<sup>3</sup> pour la période du 1<sup>er</sup> mai au 31 juillet de l'année N. La valeur cible de protection de la végétation est calculée à partir de la moyenne sur 5 ans de l'AOT40. Elle s'applique en dehors des zones urbanisées, sur les Parcs Nationaux, sur les Parcs Naturels Régionaux, sur les réserves Naturelles Nationales et sur les zones arrêtées de Protection de Biotope.

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

## Sigles

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

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

**ANTS** : Association Nationale des Techniques Sanitaires

**ARS** : Agence Régionale de Santé

**CSA** : Carte Stratégique Air

**CERC** : Cellule Économique Régionale du BTP PACA

**DRAAF** : Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt de la région PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR

**DREAL** : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

**EPCI** : Etablissement Public de Coopération Intercommunale

**EQAIR** : Réseau Expert Qualité de l'Air intérieur en région PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR

**IARC** : International Agency for Research on Cancer

**ISA** : Indice Synthétique Air

**LCSQA** : Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

**OMS** : Organisation Mondiale de la Santé

**ORP PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR** : Observatoire des résidus de Pesticides en région PROVENCE-ALPES-CÔTE-D'AZUR

**PCAET** : Plan climat air énergie territorial

**PDU** : Plan de Déplacements Urbains

**PLU** : Plan local d'Urbanisme

**PPA** : Plan de Protection de l'Atmosphère

**PRSA** : Plan Régional de Surveillance de la qualité de l'Air

**SCoT** : Schéma de Cohérence Territoriale

**ZAS** : Zone Administrative de Surveillance

## Unité de mesures

**mg/m<sup>3</sup>** : milligramme par mètre cube d'air  
(1 mg = 10<sup>-3</sup> g = 0,001 g)

**µg/m<sup>3</sup>** : microgramme par mètre cube d'air  
(1 µg = 10<sup>-6</sup> g = 0,000001 g)

**ng/m<sup>3</sup>** : nanogramme par mètre cube d'air  
(1 ng = 10<sup>-9</sup> g = 0,000000001 g)

**TU** : Temps Universel

## Polluants

**As** : Arsenic

**B(a)P** : Benzo(a)Pyrène

**BTEX** : Benzène - Toluène - Éthylbenzène - Xylènes

**C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>** : Benzène

**Cd** : Cadmium

**CO** : Monoxyde de carbone

**CO<sub>2</sub>** : Dioxyde de carbone

**COV** : Composés Organiques Volatils

**COVNM** : Composés Organiques Volatils Non Méthaniques

**HAP** : Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

**ML** : Métaux lourds (Ni, Cd, Pb, As)

**Ni** : Nickel

**NO / NO<sub>2</sub>** : Monoxyde d'azote / Dioxyde d'azote

**NO<sub>x</sub>** : Oxydes d'azote

**O<sub>3</sub>** : Ozone

**Pb** : Plomb

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

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

**PM 10** : Particules d'un diamètre < 10 µm

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

**SO<sub>2</sub>** : Dioxyde de soufre

## Classification des sites de mesure

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

### Environnement d'implantation

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

### Influence des sources

- **Influence industrielle** : Le point de prélèvement est situé à proximité d'une source (ou d'une zone) industrielle. Les émissions de cette source ont une influence significative sur les concentrations.
- **Influence trafic** : Le point de prélèvement est situé à proximité d'un axe routier majeur. Les émissions du trafic ont une influence significative sur les concentrations.
- **Influence de fond** : Le point de prélèvement n'est soumis à aucun des deux types d'influence décrits ci-après. L'implantation est telle que les niveaux de pollution sont représentatifs de l'exposition moyenne de la population (ou de la végétation et des écosystèmes) en général au sein de la zone surveillée. Généralement, la station est représentative d'une vaste zone d'au moins plusieurs km<sup>2</sup>.

# ANNEXE 1

## Validation des mesures par échantillonnage passif

Le contrôle qualité est assuré par l'utilisation de répliqués, de « blancs de lot » et « blancs de terrain » :

- 3 tubes (échantillonneurs passifs) ou répliqués sont installés sur un même point pour s'assurer que la dispersion des résultats est satisfaisante et conforme à l'incertitude de mesure escomptée.
- Les « blancs de lot » servent à s'abstenir de la contamination potentielle du support de prélèvement vierge. Les faibles quantités qu'ils peuvent contenir sont automatiquement retranchées aux valeurs de prélèvements. La valeur acceptable du blanc de lot dépend du polluant mesuré.
- Les « blancs de terrain » servent à valider la série de tubes avec lesquels ils ont été transportés et stockés. Si la valeur de ces blancs de terrain est supérieure au tiers de la moyenne des prélèvements associés, alors la série de prélèvements est invalidée. En effet, cela voudrait dire qu'il y a eu contamination des supports de prélèvements lors du conditionnement, du transport ou du stockage.

### ► Qualité des blancs de terrain et blancs de lot

Les blancs utilisés pour caractériser une éventuelle contamination ont présenté des niveaux acceptables qui permettent de valider la manipulation et le transport des échantillons.

Sur les deux périodes de mesure, les valeurs des blancs pour le NO<sub>2</sub> sont les suivantes :

- Blancs de lots : <0,3 µg/m<sup>3</sup>
- Blancs de terrain : <0,6 µg/m<sup>3</sup>

Les valeurs des blancs de terrain restent bien inférieures au tiers de la valeur moyenne de l'ensemble des résultats.

Les échantillonneurs passifs utilisés ne présentaient donc aucune contamination préalable à la campagne de mesure.

### ► Reproductibilité

Des triplés ou « répliqués » ont été échantillonnés en simultané sur les sites Toulon DDTM83 et Toulon Claret, où la mesure de référence est réalisée par les stations d'AtmoSud en automatique.

**Tableau 7 : Résultats des triplés d'échantillonneurs passifs (en comparaison avec les analyseurs automatiques)**

	Arles lices		Arles Roquette	
	Analyseur auto. (µg/m <sup>3</sup> )	Triplé d'échantillonneurs passifs (µg/m <sup>3</sup> )	Analyseur auto. (µg/m <sup>3</sup> )	Triplé d'échantillonneurs passifs (µg/m <sup>3</sup> )
Série 1 (21/07/2020 - 04/08/2020)	19	19 19 19	16	17 17 17
Série 2 (04/08/2020 - 18/08/2020)	18	20 20 20	18	20 20 20
Série 3 (17/11/2020 - 01/12/2020)	24	26 25 25	24	24 24 24
Série 4 (01/12/2020 - 15/12/2020)	27	30 29 30	24	26 25 26

L'écart entre les mesures par échantillonnage passif et automatiques est acceptable pour les triplés considérés. De plus, la dispersion des valeurs des triplés est faible.

**Les échantillonneurs passifs utilisés n'ont pas présenté de défaut pouvant entraîner l'invalidité des mesures.**

# ANNEXE 2

## Sources de pollution, effets sur la santé, réglementation et recommandations OMS

### Sources de pollution

Les polluants atmosphériques ont diverses origines.

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

## Effets sur la santé

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

Polluants	Effets sur la santé	Effets sur l'environnement
O <sub>3</sub> <b>Ozone</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Irritation des yeux</li> <li>- Diminution de la fonction respiratoire</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agression des végétaux</li> <li>- Dégradation de certains matériaux</li> <li>- Altération de la photosynthèse et de la respiration des végétaux</li> </ul>
<b>Particules en suspension</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Irritation des voies respiratoires</li> <li>- Dans certains cas, altération des fonctions pulmonaires</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Effets de salissures sur les bâtiments</li> <li>- Altération de la photosynthèse</li> </ul>
NO <sub>x</sub> <b>Oxydes d'azote</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pluies acides</li> <li>- Précurseur de la formation d'ozone</li> <li>- Effet de serre</li> <li>- Déséquilibre les sols sur le plan nutritif</li> </ul>
SO <sub>2</sub> <b>Dioxyde de soufre</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pluies acides</li> <li>- Dégradation de certains matériaux</li> <li>- Dégradation des sols</li> </ul>
COV dont le benzène <b>Composés organiques volatils</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formation de l'ozone</li> </ul>
HAP <b>Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Toxicité et risques d'effets cancérigènes ou mutagènes, en fonction du composé concerné</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peu dégradables</li> <li>- Déplacement sur de longues distances</li> </ul>
<b>Métaux lourds</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Toxicité par bioaccumulation</li> <li>- Effets cancérigènes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contamination des sols et des eaux</li> </ul>
CO <b>Monoxyde de carbone</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prend la place de l'oxygène</li> <li>- Provoque des maux de tête</li> <li>- Létal à concentration élevée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Formation de l'ozone</li> <li>- Effet de serre</li> </ul>

## Réglementation

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

- La directive 2008/50/CE concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe,
- La directive 2004/107/CE concernant l'arsenic, le cadmium, le mercure, le nickel et les hydrocarbures aromatiques polycycliques dans l'air ambiant,
- L'article R221-1 du Code de l'Environnement.

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

Polluants	Type de réglementation	Valeurs réglementaires ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Durée d'exposition
<b>O<sub>3</sub></b> Ozone	Seuil d'information- recommandations	180	Heure
	Seuil d'alerte	240	Heure
	Valeur cible		Maximum journalier de la moyenne sur 8 heures (maximum 25 j / an)
	Objectif de qualité	120	8 heures
<b>PM10</b> Particules	Seuil d'information- recommandations	50	Jour
	Seuil d'alerte	80	Jour
	Valeurs limites	50	Jour (maximum 35 j / an)
		40	Année
Objectif de qualité	30	Année	
<b>PM2.5</b> Particules	Valeur limite	25	Année
	Valeurs cibles	20	Année
	Objectif de qualité	10	Année
<b>NO<sub>2</sub></b> Dioxyde d'azote	Seuil d'information- recommandations	200	Heure
	Seuil d'alerte	400	Heure
	Valeurs limites	200	Heure (maximum 18h / an)
		40	Année
<b>SO<sub>2</sub></b> Dioxyde de soufre	Seuil d'information- recommandations	300	Heure
	Seuil d'alerte	500	Heure (pendant 3h)
	Valeurs limites	350	Heure (maximum 24h / an)
		125	Jour (maximum 3 j / an)
Objectif de qualité	50	Année	
<b>C<sub>6</sub>H<sub>6</sub></b> Benzène	Valeur limite	5	Année
	Objectif de qualité	2	Année
<b>Pb</b> Plomb	Valeur limite	0,5	Année
	Objectif de qualité	0,25	Année
<b>CO</b> Monoxyde de carbone	Valeur limite	10 000	8 heures
<b>BaP</b>	Valeur cible	0,001	Année

Benzo(a)pyrène			
<b>As</b> Arsenic	Valeur cible	0,006	Année
<b>Cd</b> Cadmium	Valeur cible	0,005	Année
<b>Ni</b> Nickel	Valeur cible	0,02	Année

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

Les valeurs recommandées par l'OMS (2005) sont fondées sur des études épidémiologiques et toxicologiques publiées en Europe et en Amérique du Nord. Elles ont pour principal objectif d'être des références pour l'élaboration des réglementations internationales.

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

Polluants	Effets considérés sur la santé	Valeur ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) recommandée par l'OMS	Durée moyenne d'exposition
O <sub>3</sub> <b>Ozone</b>	- Impact sur la fonction respiratoire	100	8 heures
PM10 <b>Particules</b>	- Affection des systèmes respiratoire et cardiovasculaire	50	24 heures
		20	1 an
PM2.5 <b>Particules</b>		25	24 heures
		10	1 an
NO <sub>2</sub> <b>Dioxyde d'azote</b>	- Faible altération de la fonction pulmonaire (asthmatiques)	200	1 heure
		40	1 an
SO <sub>2</sub> <b>Dioxyde de soufre</b>	- Altération de la fonction pulmonaire (asthmatiques)	500	10 minutes
	- Exacerbation des voies respiratoires (individus sensibles)	20	24 heures
Pb <b>Plomb</b>	- Niveau critique de plomb dans le sang < 10 – 150 g/l	0,5	1 an
Cd <b>Cadmium</b>	- Impact sur la fonction rénale	0,005	1 an
CO <b>Monoxyde de carbone</b>	- Niveau critique de CO Hb < 2,5 % - Hb : hémoglobine	100 000	15 minutes



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

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

## Des missions d'intérêt général

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

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

## Recevez nos bulletins

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

## Conditions de diffusion

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

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



Siège social : 146, rue Paradis « Le Noilly Paradis » - 13294 Marseille cedex 06  
Établissement de Martigues : route de la Vierge 13500 Martigues  
Établissement de Nice : 37 bis, avenue Henri Matisse - 06200 Nice  
Tél. 04 91 32 38 00 - Télécopie 04 91 32 38 29 - [contact.air@atmosud.org](mailto:contact.air@atmosud.org)



Suivez-nous sur

