

# Suivi de la qualité de l'air à proximité de l'autoroute A9 au niveau des merlons végétalisés – Saint-Aunès

---

## Rapport annuel 2023

ETU-2023-212 Edition Juin 2024



# 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>1. CONTEXTE ET OBJECTIFS .....</b>	<b>5</b>
1.1. CONTEXTE .....	5
1.2. OBJECTIFS.....	6
<b>2. DISPOSITIF D'ÉVALUATION .....</b>	<b>7</b>
2.1. MOYENS DE MESURES.....	7
2.2. LOCALISATION DES SITES ETUDIÉS EN 2023 .....	10
<b>3. CONCENTRATIONS EN NO<sub>2</sub> .....</b>	<b>11</b>
3.1. SUIVI DES CONCENTRATIONS EN NO <sub>2</sub> EN 2023.....	11
3.1.1. Comparaison au seuil réglementaire.....	11
3.1.2. Variations spatiales .....	14
3.1.3. Concentrations en NO <sub>2</sub> au niveau des merlons.....	15
3.2. ÉVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN NO <sub>2</sub> DEPUIS LE DÉBUT DES MESURES.....	16
<b>4. CONCENTRATIONS EN PARTICULES FINES .....</b>	<b>19</b>
4.1. CONCENTRATIONS EN PARTICULES FINES AU NIVEAU DES MERLONS.....	19
4.2. ÉVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN PARTICULES DEPUIS LE DÉBUT DES MESURES – ESPACE BESSEDES.....	22
<b>5. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES.....</b>	<b>24</b>
<b>TABLE DES ANNEXES .....</b>	<b>26</b>

# SYNTHESE

---



## Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)

### Des concentrations en forte baisse en 2023

Indépendamment du type de site, **les concentrations de NO<sub>2</sub> ont diminué en 2023 pour atteindre un niveau inférieur à celui de 2020 et inférieur à la valeur limite annuelle de 40 µg/m<sup>3</sup>** pour la première année sur l'ensemble des sites.

### Des seuils réglementaires respectés

La **valeur limite annuelle pour le NO<sub>2</sub> fixée à 40 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle est respectée** sur l'ensemble des sites même au plus près du trafic.

### Influence limitée de l'autoroute sur les concentrations

En 2023, comme les années précédentes, les concentrations en NO<sub>2</sub> au plus près du trafic, soit à l'intérieur de l'enceinte d'ASF, sont corrélées avec l'intensité du trafic de l'autoroute indépendamment des conditions météorologiques. Dès que l'on s'éloigne de l'autoroute les concentrations de NO<sub>2</sub> diminuent rapidement.

### Les concentrations réduites de moitié au niveau des merlons

Comme les années précédentes, **l'abattement des concentrations en dioxyde d'azote à l'arrière des merlons est mis en évidence** avec un effet de décroissance des concentrations marqué à l'arrière des merlons. La variabilité des concentrations entre les abords de l'autoroute et l'arrière des merlons est importante, de l'ordre de 60% au niveau du merlon communal et 45% coté merlon irrigué. Les merlons confirment leur efficacité pour réduire les concentrations de NO<sub>2</sub> au niveau des zones habitées avec des résultats inférieurs aux zones directement exposées au trafic routier.

# Particules en suspension (PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>)

## Des seuils réglementaires respectés

La **valeur limite annuelle pour les particules en suspension PM10 fixée à 40 µg/m<sup>3</sup> et pour les particules fines PM2.5 fixée à 25 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle est respectée** sur l'ensemble des sites même au plus près du trafic.

## Influence très faible de l'autoroute sur les concentrations en particules

Comme les années précédentes, les concentrations en particules mesurées dans l'environnement de l'autoroute A9/A709 sont peu influencées par le trafic routier de l'autoroute avec pour :

### les particules PM<sub>10</sub>,

- une variabilité saisonnière moins marquée en 2023, contrairement aux années précédentes où les concentrations étaient plus élevées en hiver.
- comme les années précédentes, des concentrations à Saint-Aunès proches de celles mesurées à Montpellier en fond urbain.

### les particules fines PM<sub>2,5</sub>,

- des variations saisonnières présentes avec des concentrations plus élevées en hiver, bien que moins marquées qu'en 2022.
- des concentrations à Saint-Aunès comparables à celles de Montpellier en fond urbain.

## Effet limité des merlons sur les concentrations en particules fines

Les particules fines, du fait de leurs particularités physiques, notamment de leur poids ne se comportent pas comme les polluants gazeux. Les mesures réalisées avec les microcapteurs, **ne mettent pas en évidence une réduction des concentrations en particules fines**. Cependant les travaux de modélisation réalisés en 2022<sup>1</sup> avaient démontré le rôle des merlons qui en limitant la dispersion horizontale des panaches de particules permettaient une réduction d'environ 10% des concentrations. **Cela est conditionné à l'absence d'autres sources à l'arrière de ces merlons**. En conditions réelles, la présence de terrain de loisirs et de vignes à l'arrière des merlons ont une influence sur les concentrations de particules fines mesurées par microcapteurs, en raison notamment de réenvols de particules lors des activités pratiquées sur ces espaces.

---

<sup>1</sup> [Évaluation de l'efficacité des haies végétalisées sur la qualité de l'air en 2022](#)

# 1. Contexte et objectifs

---

## 1.1. Contexte

En 2016, afin d'améliorer la protection des riverains à la pollution et au bruit, l'association de riverains ADPMA9 a proposé aux Autoroutes du Sud de la France (ASF) d'expérimenter la mise en place de haies arborées le long de l'autoroute, à proximité des habitations sur la commune de Saint-Aunès. L'ADPMA9 s'appuie notamment sur une étude de l'université de Lancaster au Royaume Uni qui démontre qu'il existe un potentiel de réduction des particules PM10 par les végétaux. Dans cette étude, des analyses effectuées au microscope électronique montrent que les particules fines sont « capturées » par les feuilles.

Sur propositions de l'association ADPMA9, ASF a mis en œuvre différents dispositifs de protection et d'évaluation dont une étude menée en partenariat avec Atmo Occitanie, pour une période de 10 années (2017-2027), visant à évaluer l'effet des haies végétalisées sur la qualité de l'air.

En 2017, des merlons de terre placés en bordure de l'autoroute et utilisés principalement pour la protection acoustique des riverains le long d'infrastructures routières ont été végétalisés par les ASF, dans l'objectif d'atténuer la pollution atmosphérique et le bruit.

Pour évaluer l'impact de haies arborées plantées en 2017, sur la réduction de la pollution de l'air provenant de la circulation routière sur l'autoroute A9, 3 types de haies arborées sont plantées selon deux modalités d'irrigation (irrigué-fertilisé et irrigation ponctuelle) en lien avec le volume de biomasse attendu :

- Merlon témoin : mode paysager (extensif) avec irrigation ponctuelle les premières années.
- Merlon irrigué et fertilisé : mode intensif avec irrigation goutte à goutte et fertilisation des végétaux pour accélérer la pousse et le volume de biomasse produite. Les 2 premiers merlons sont plantés au départ avec les mêmes végétaux. La comparaison porte donc uniquement sur le mode de conduite des végétaux.
- Merlon communal : situé sur un terrain communal ; Plantations irriguées composées de différents végétaux (méthode intensive et à vocation plus paysagère).

Les photos sont présentées en annexe.

Les approches d'évaluation menées par les partenaires sont les suivantes :

- évaluation quantitative, pour le suivi de l'évolution de la qualité de l'air menée par Atmo Occitanie,
- évaluation qualitative sur le pouvoir de captation des polluants par les végétaux en lien avec le volume de biomasse pour les différents merlons, menée par le CNRS.

Un comité de pilotage pluridisciplinaire a été constitué, réunissant annuellement les différents acteurs du territoire de l'étude (ville de St-Aunès, association ADPMA9) ainsi que les différents acteurs du projet (ASF, Atmo Occitanie, CNRS, entreprises chargées des espaces verts et de l'irrigation) pour rendre compte de la mise en œuvre des dispositifs et de l'avancée de l'évaluation.

Cette étude s'inscrit dans le PSQA et le projet associatif d'Atmo Occitanie, en répondant plus particulièrement aux objectifs suivants :

Axe 3-3 : "Accompagner les partenaires pour l'évaluation de l'impact sur la qualité de l'air des aménagements urbains et des infrastructures de transport" ;

Axe 4-3 : "Participer avec des organismes publics ou privés, à des études et des recherches contribuant au développement d'outils et de connaissances relatifs à la qualité de l'atmosphère" ;

Axe 4-4 : "Accompagner l'innovation et le transfert technologique".

Ce rapport présente les résultats des concentrations de polluants atmosphériques mesurés en 2023 dans l'environnement des merlons. Les différents rapports d'étude réalisés depuis 2017 sur ce projet sont disponibles sur [www.atmo-occitanie.org](http://www.atmo-occitanie.org).

## 1.2. Objectifs

Les objectifs de cette étude, définis en partenariat avec ASF sont de :

- ✓ Réaliser un suivi régulier des concentrations en polluants sur les sites étudiés lors de l'état initial afin de disposer de données permettant aux équipes de recherche de mesurer l'effet attendu, sur la pollution atmosphérique, de l'augmentation de végétation plantée sur les merlons ;
- ✓ Comparer l'impact des différents merlons végétalisés sur les concentrations en polluants (dioxyde d'azote et particules fines) ;
- ✓ Etudier la dispersion des émissions du trafic autoroutier au niveau des aménagements réalisés à Saint-Aunès (merlons, murs antibruits) ;
- ✓ Améliorer la connaissance de la qualité de l'air aux abords de l'autoroute ;
- ✓ Comparer les concentrations des différents polluants aux valeurs réglementaires.

Dans ce rapport, sont présentés les résultats des mesures de l'année **2023** des échantillonneurs passifs NO<sub>2</sub>, de la station mobile équipée d'analyseurs automatiques de NO<sub>2</sub> et de particules en suspension PM<sub>10</sub> et particules fines PM<sub>2,5</sub> et des microcapteurs de particules PM<sub>10</sub> et de particules PM<sub>2,5</sub>.

## 2. Dispositif d'évaluation

### 2.1. Moyens de mesures

Objectifs	Dispositifs déployés
Suivi de la qualité de l'air sur la zone d'étude et comparaison des concentrations aux valeurs réglementaires	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 28 sites échantillonneurs passifs NO<sub>2</sub></li> <li>- 6 microcapteurs PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub></li> <li>- station mobile : analyseurs de référence pour la mesure du NO<sub>2</sub>, des particules PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>1</sub></li> </ul>
Comparer l'impact des différents merlons sur la qualité de l'air	Sites placés de part et d'autre de chaque merlon : <ul style="list-style-type: none"> <li>- 6 microcapteurs PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub></li> <li>- 6 sites échantillonneurs passifs NO<sub>2</sub></li> </ul>
Etude de la dispersion des émissions de polluants issus du trafic autoroutier	- Sites déployés selon la distance à l'autoroute (échantillonneurs passifs, microcapteurs)

#### Dispositif de mesure en continu du NO<sub>2</sub> et des particules



Site de mesure de la station mobile – Saint-Aunès - Espace Bessèdes

Une station de mesures a été installée au niveau de l'espace Bessèdes, à proximité du merlon communal (voir carte au paragraphe 2.2). Dans cette station, des mesures en continu sont réalisées pour le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) ainsi que pour les particules en suspension PM<sub>10</sub>, et les particules fines PM<sub>2,5</sub> et PM<sub>1</sub>. Elles permettent le suivi de l'évolution des concentrations de ces polluants au cours des différentes journées.

En 2023, les mesures ont eu lieu sur 2 périodes contrastées du point de vue météorologique, du 11 janvier au 31 mars et du 1<sup>er</sup> juillet au 30 septembre.

### Echantillonneurs passifs NO<sub>2</sub>

Les 28 sites de mesures sont répartis en différents lieux du territoire afin de répondre à plusieurs objectifs :

- 7 sites sont positionnés à proximité du trafic routier, principal émetteur de NO<sub>2</sub>, dont les sites équipés de microcapteurs au bord de l'autoroute,
- 8 sites de mesures ont été placés en milieu urbain, non influencé par des axes routiers importants, afin de mesurer la pollution de fond urbaine dans différents quartiers de Saint-Aunès,
- 4 sites sont implantés en milieu urbain mais relativement proches de l'autoroute pour être influencés par le trafic,
- 8 sites sont placés en milieu rural mais relativement proche de l'autoroute pour être influencés par le trafic (moins de 100 mètres),
- 1 site de référence est installé à la station de Prés d'Arènes de Montpellier représentative d'un environnement urbain.

La localisation des sites et les résultats détaillés des mesures de NO<sub>2</sub> sont présentés en annexe 7.

Les mesures se sont déroulées sur 2 périodes météorologiques contrastées : du 11 janvier au 8 février 2023 et du 12 juillet au 6 septembre 2023.

### Microcapteurs de particules en suspension PM10 et particules fines PM2,5

Des mesures en continu de particules en suspension PM10 et particules fines PM2,5 sont réalisées au niveau de chaque merlon par le biais de microcapteurs du 11 janvier au 31 mars et du 19 juillet à 28 septembre 2023.

- 5 microcapteurs ont été positionnés de part et d'autre de chaque merlon au bord de l'autoroute,
- 1 microcapteur a été mis en place à proximité des appareils de référence de la station mobile permettant ainsi la validation des données des microcapteurs. Le protocole de validation détaillé est présenté en annexe 10.

La carte d'implantation est présentée page suivante.

Localisation des mesures de particules par microcapteur - 2023



## 2.2. Localisation des sites étudiés en 2023

La zone d'étude se situe sur la commune de Saint-Aunès à l'Est de Montpellier, au niveau de 3 merlons plantés de haies arborées en bordure des voies de circulation des autoroutes A9 et A709. Sur cette section, le trafic moyen journalier était, en 2022, d'environ 100 000 véhicules répartis sur 12 voies de circulation.

*Localisation des merlons étudiés et de la station mobile – Saint-Aunès*



## 3. Concentrations en NO<sub>2</sub>

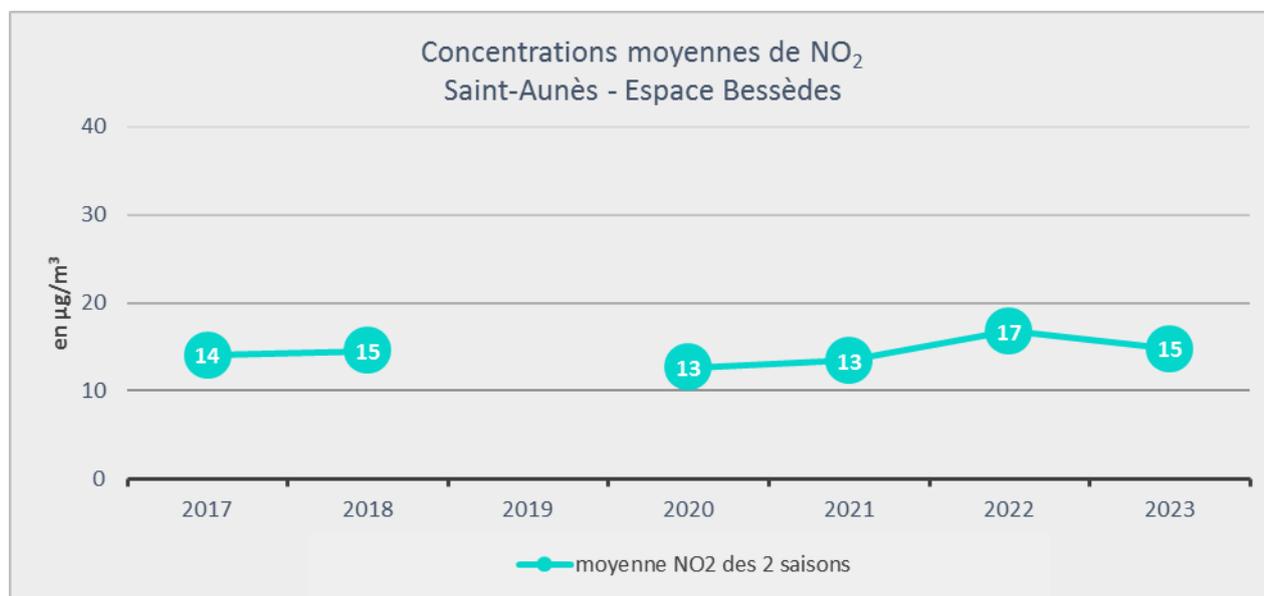
### 3.1. Suivi des concentrations en NO<sub>2</sub> en 2023

#### 3.1.1. Comparaison au seuil réglementaire

##### Concentrations en NO<sub>2</sub> - Station mobile – Espace Bessèdes

Derrière le merlon communal, la station mobile enregistre des concentrations comprises entre 17 µg/m<sup>3</sup> en hiver et 12 µg/m<sup>3</sup> en été. La **moyenne** sur de ces 2 campagnes est de **15 µg/m<sup>3</sup>**, soit **largement inférieure à la valeur limite annuelle en NO<sub>2</sub> fixée à 40 µg/m<sup>3</sup>**.

Comme depuis le début des mesures, **sur le site de l'espace Bessèdes à Saint-Aunès, la valeur limite annuelle en NO<sub>2</sub> est donc très probablement respectée.**

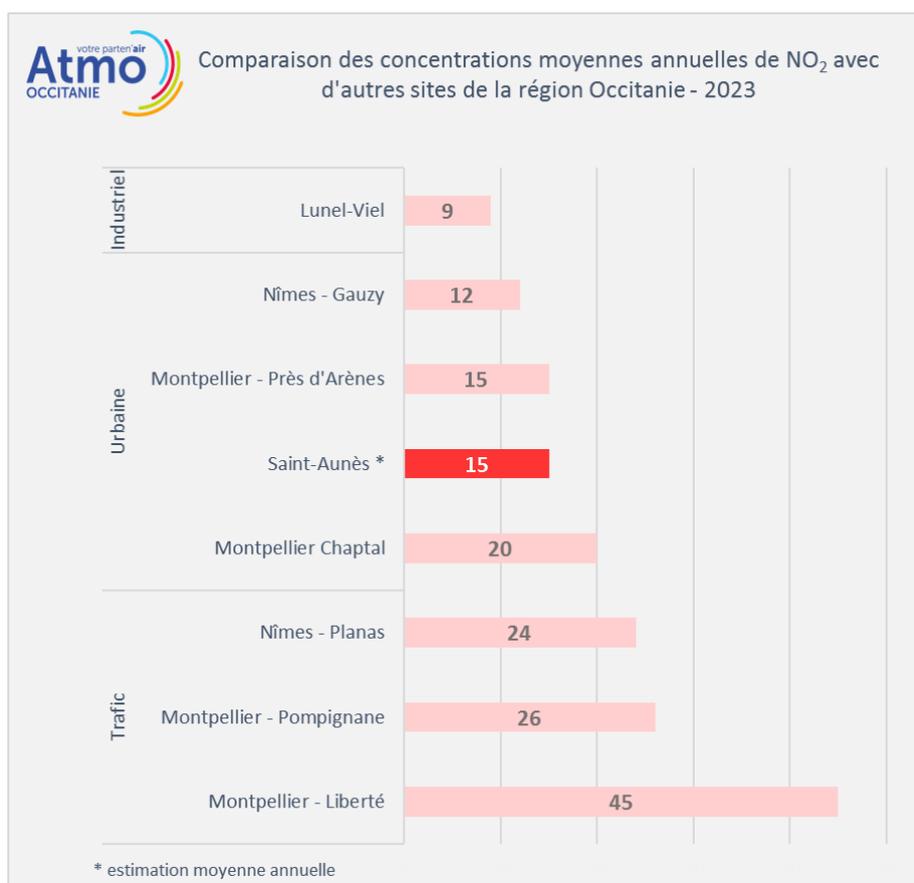


Par rapport à 2022, on note une nette diminution des concentrations en NO<sub>2</sub>, au niveau de la station mobile. Cette tendance est également observée sur les mesures réalisées par tubes passifs (cf. paragraphe suivant).

Par comparaison à d'autres sites de Montpellier, les niveaux de NO<sub>2</sub> mesurés à l'Espace Bessèdes à Saint-Aunès sont :

- proches de ceux mesurés en milieu urbain à Montpellier (15 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle 2023 à Près d'Arènes),
- inférieurs aux concentrations des sites de proximité Trafic de Montpellier (26 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle Avenue de la Pompignane, 45 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle Avenue de la Liberté).

Le graphique suivant illustre cette comparaison avec plusieurs sites de la région et montre que la station de Saint-Aunès est peu influencée par l'autoroute car les concentrations de NO<sub>2</sub> sont équivalentes à des sites de fond urbain.

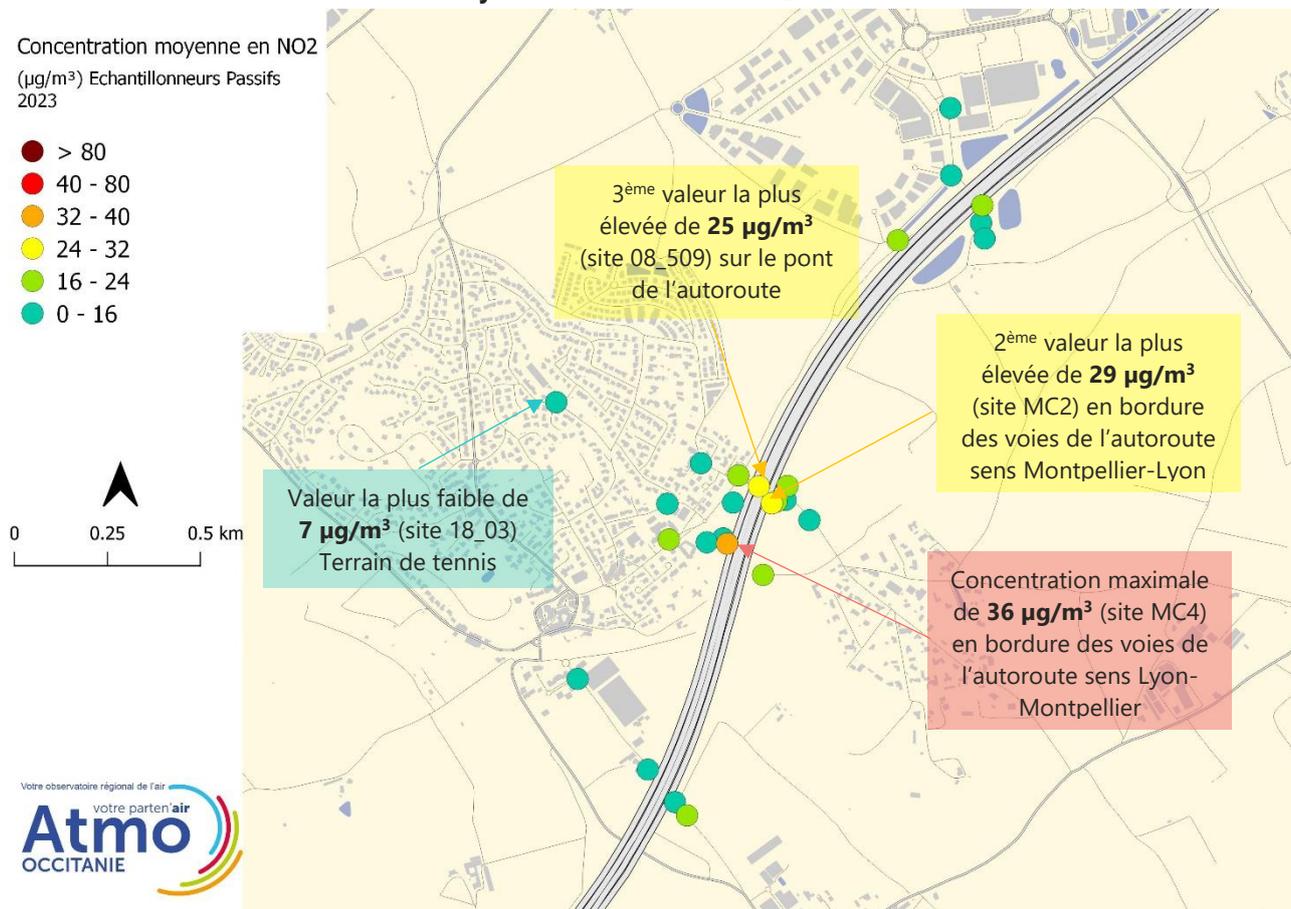


## Campagne de mesure par échantillonneurs passifs NO<sub>2</sub>

La méthode de mesure par échantillonneur passif est présentée en annexe 6.

La carte suivante présente les moyennes annuelles 2023 par site de mesure.

### Estimation des moyennes annuelles en NO<sub>2</sub> – 2023 – Saint-Aunès



**En 2023, la concentration annuelle la plus élevée (36 µg/m<sup>3</sup>) est mesurée à proximité du trafic de l'A9, coté merlon communal sur le site MC4.** Situé dans l'enceinte ASF, dans le sens Lyon-Montpellier, le point de mesure MC4 est comme les années précédentes, le site le plus influencé par la pollution provenant de l'autoroute.

En 2023, la **valeur limite annuelle de 40 µg/m<sup>3</sup> est donc très probablement respectée sur l'ensemble des sites étudiés**, ce qui n'était pas le cas en 2022 et les années précédentes.

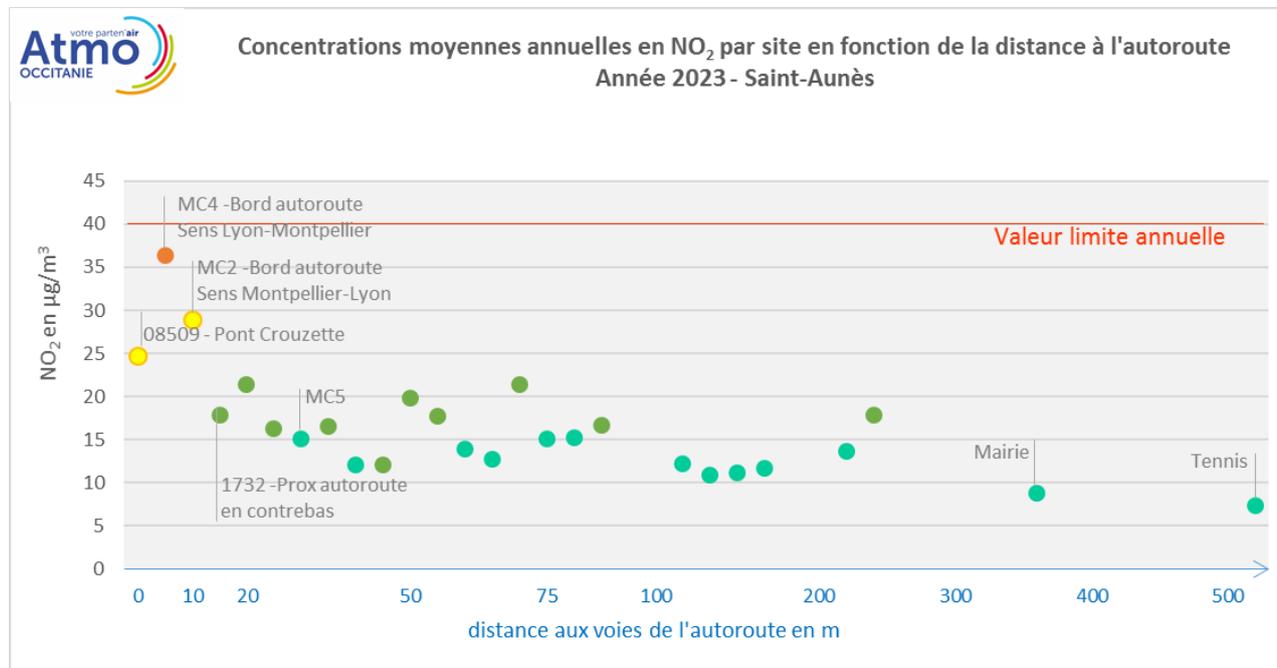
On note pour la deuxième année consécutive une diminution des concentrations en NO<sub>2</sub>, avec en 2023, la concentration maximale la plus faible enregistrée depuis le début des mesures en 2018.

**Pour tous les autres sites, les concentrations annuelles de NO<sub>2</sub> sont comprises entre en 7 µg/m<sup>3</sup> (terrain de tennis) et 29 µg/m<sup>3</sup> (site MC2 – enceinte ASF sens Lyon-Montpellier).**

### 3.1.2. Variations spatiales

Le NO<sub>2</sub> est un polluant qui réagit rapidement dans l'atmosphère, les concentrations mesurées varient fortement en fonction de la distance de la source principale qui est le trafic routier.

Le graphique suivant illustre la décroissance des concentrations en NO<sub>2</sub> par rapport la distance à l'autoroute.



Ainsi **les concentrations mesurées les plus élevées sont mesurées à proximité des voies de l'autoroute (sites MC4 et MC2)**. Dès que l'on s'éloigne des voies de l'autoroute les concentrations diminuent significativement. La forte décroissance observée, entre les sites en bordure des voies de l'autoroute (sites MC4 et MC2) et les sites situés à plus de 10 mètres des voies (ensemble des autres sites) est à relier à la présence de merlons et de murs anti-bruits (comme détaillé dans le paragraphe suivant).

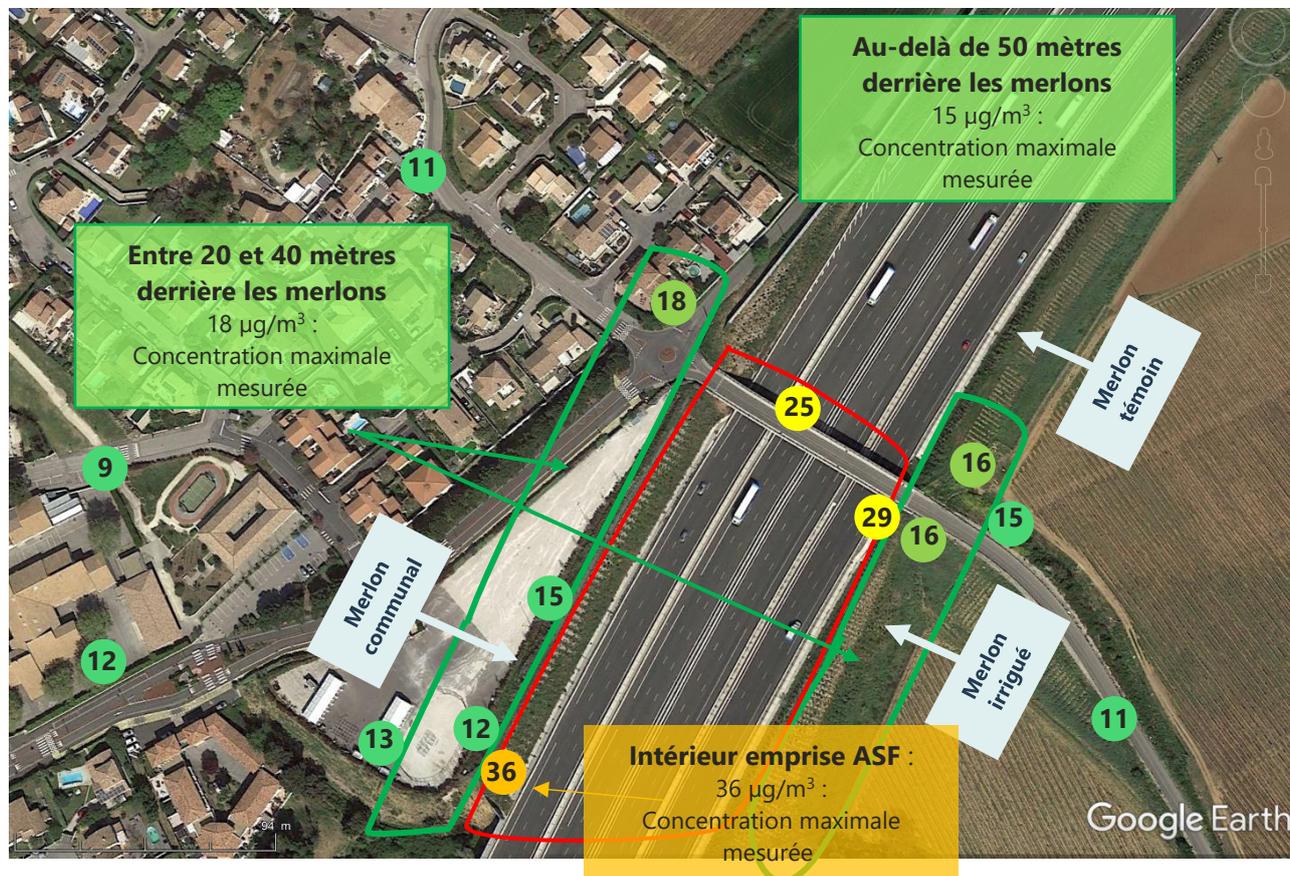
Pour exemple, le site MC5 sur l'espace Bessèdes, derrière le merlon communal enregistre 15 µg/m<sup>3</sup>, tandis que le site 1806 au bout du chemin de la pépinière Ruiz à la même distance (moins de 20 mètres de l'autoroute) enregistre 21 µg/m<sup>3</sup>. A cet endroit il n'y a plus de merlon ni de mur antibruit.

### 3.1.3. Concentrations en NO<sub>2</sub> au niveau des merlons

La carte ci-dessous présente les concentrations en NO<sub>2</sub>, au niveau de chaque merlon.

#### Saint-Aunès – Concentrations moyennes en NO<sub>2</sub>

*Légende :* Les pastilles de couleur indiquent les concentrations en NO<sub>2</sub> en µg/m<sup>3</sup>



Comme vu précédemment, les zones les plus impactées par la pollution au NO<sub>2</sub> se situent à proximité immédiate des voies de circulation des autoroutes, à l'intérieur de l'enceinte ASF.

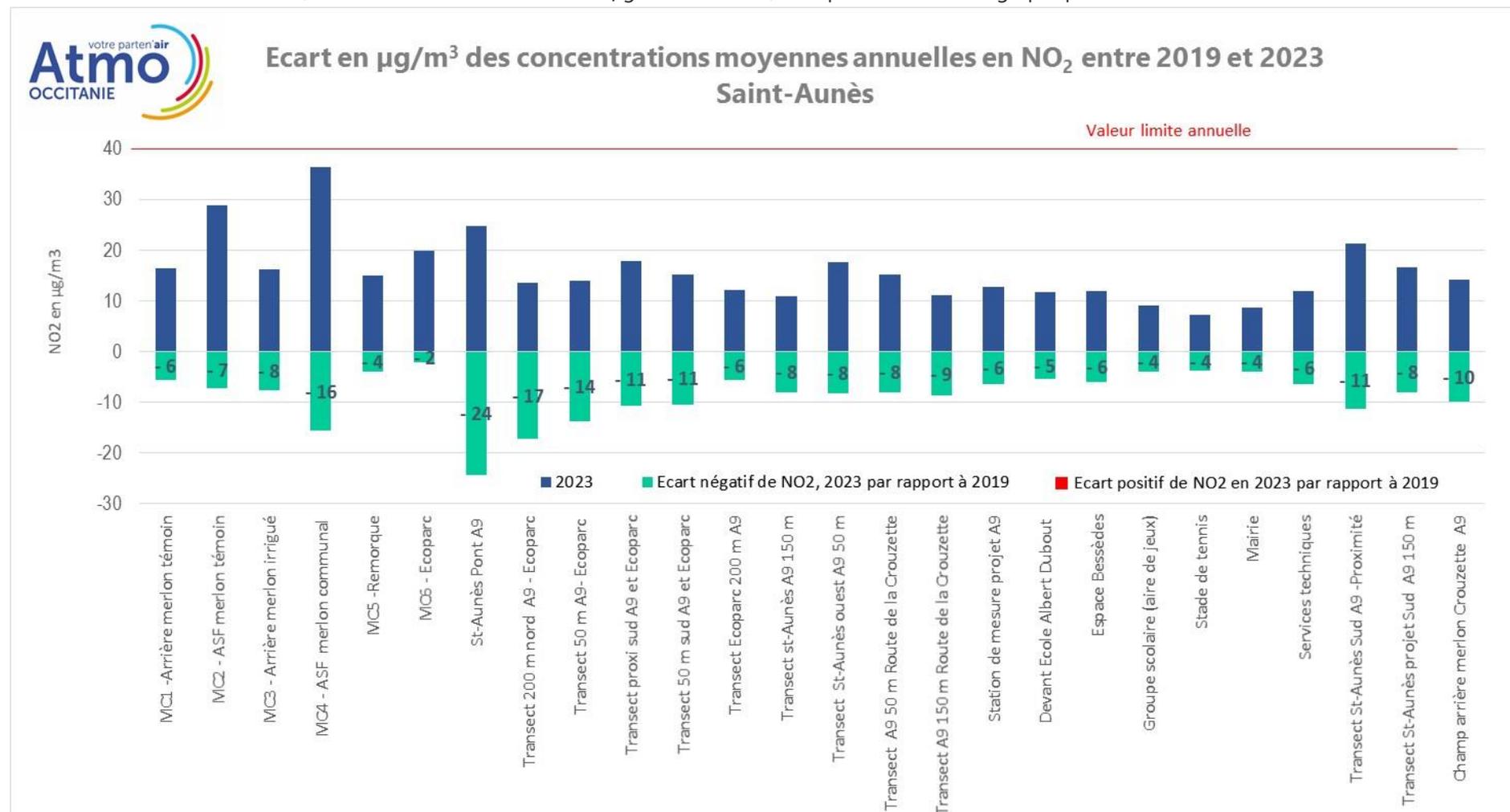
La figure ci-dessus, montre que **derrière les merlons, les concentrations en NO<sub>2</sub> diminuent significativement** :

- **d'environ 65%**, côté **merlon communal**, où l'on enregistre dans l'enceinte ASF, **36 µg/m<sup>3</sup>** et entre 12 et 15 µg/m<sup>3</sup>, derrière le merlon côté espace Bessèdes situé à environ 30 mètres de l'autoroute.
- côté **merlon irrigué et merlon témoin**, les concentrations passent de **29 µg/m<sup>3</sup>** devant le merlon à **16 µg/m<sup>3</sup>** derrière le merlon, soit une **diminution** des concentrations de NO<sub>2</sub> de **45%**.

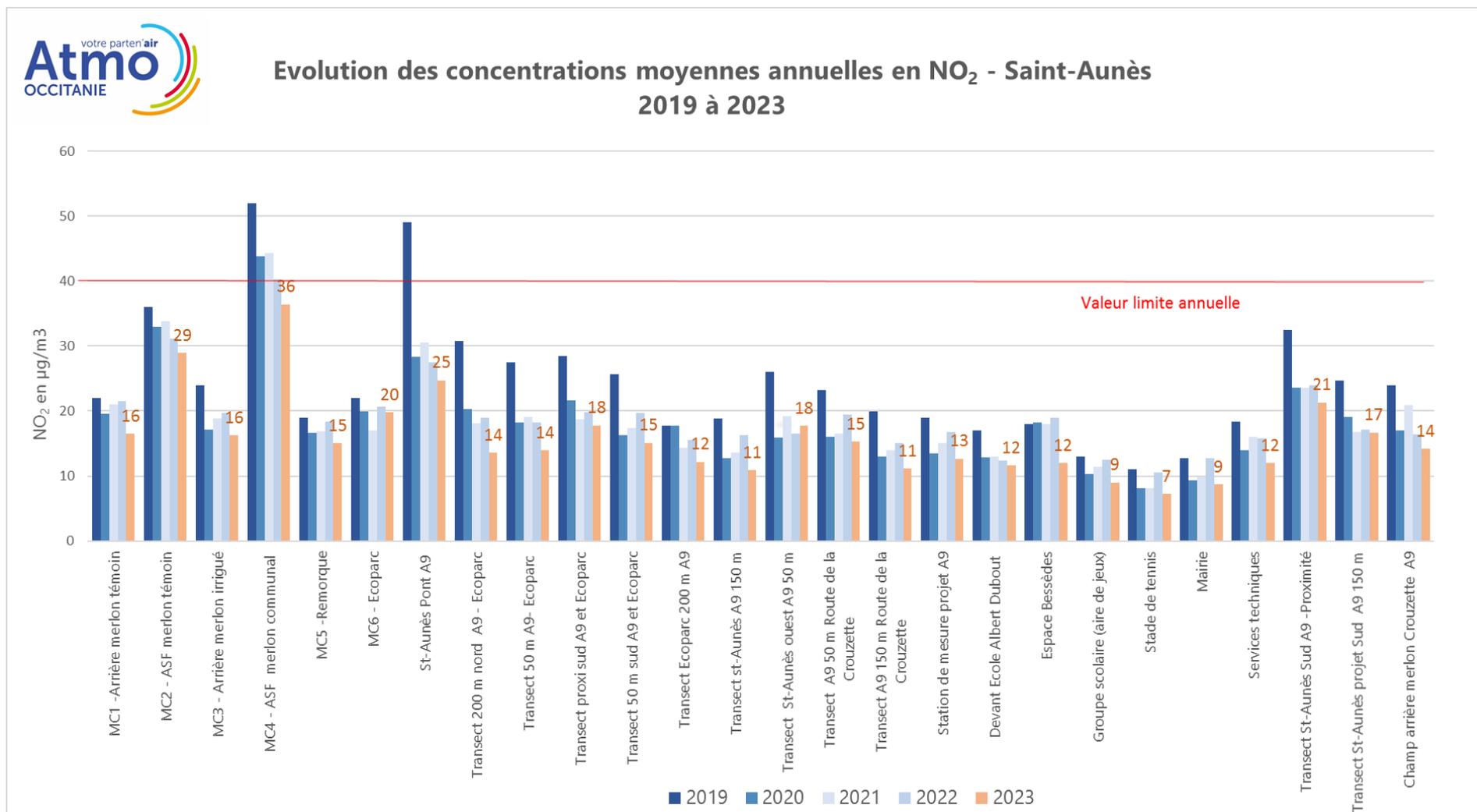
**Le dispositif de mesure permet de mettre en évidence une diminution de l'ordre de 50% des concentrations de NO<sub>2</sub> immédiatement derrière les merlons.** Cette baisse provient en partie de la structure du merlon qui permet de faire obstacle et de dévier les polluants gazeux en hauteur. Dans un second temps, Elle est également due à l'éloignement de l'autoroute (environ 30 mètres à l'arrière des merlons).

## 3.2. Evolution des concentrations en NO<sub>2</sub> depuis le début des mesures

Sur les 26 sites étudiés en 2023, les écarts de concentrations en µg/m<sup>3</sup> avec 2019, sont présentés dans le graphique suivant.

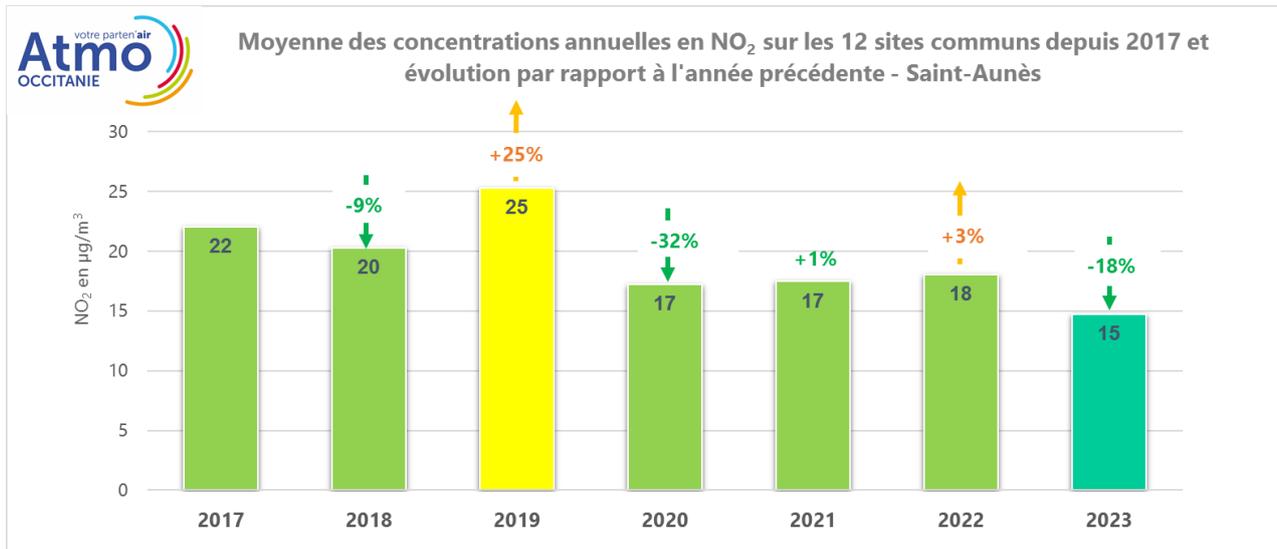


En **2023**, les **concentrations en NO<sub>2</sub> sont en moyenne, moins élevées de 35% par rapport à 2019** qui est la dernière année la plus représentative en termes d'émissions du trafic routier, avant la crise sanitaire.



**En 2023, par rapport à 2022**, on observe une **baisse des niveaux de NO<sub>2</sub>** sur quasi l'ensemble des sites. Les niveaux mesurés sont, pour 25 sites sur 26, inférieurs à 2020, année où les concentrations avaient fortement diminué du fait du ralentissement des activités pendant la crise sanitaire. Cette nouvelle baisse s'explique par la baisse des émissions de NO<sub>x</sub> du transport routier, principal émetteur sur Saint-Aunès, mais aussi des autres secteurs (résidentiel, tertiaire, industrie) avec la baisse de consommation d'énergie, notamment pour le chauffage des bâtiments en lien avec la hausse des prix de l'énergie et un hiver doux.

Depuis le début des mesures en 2017

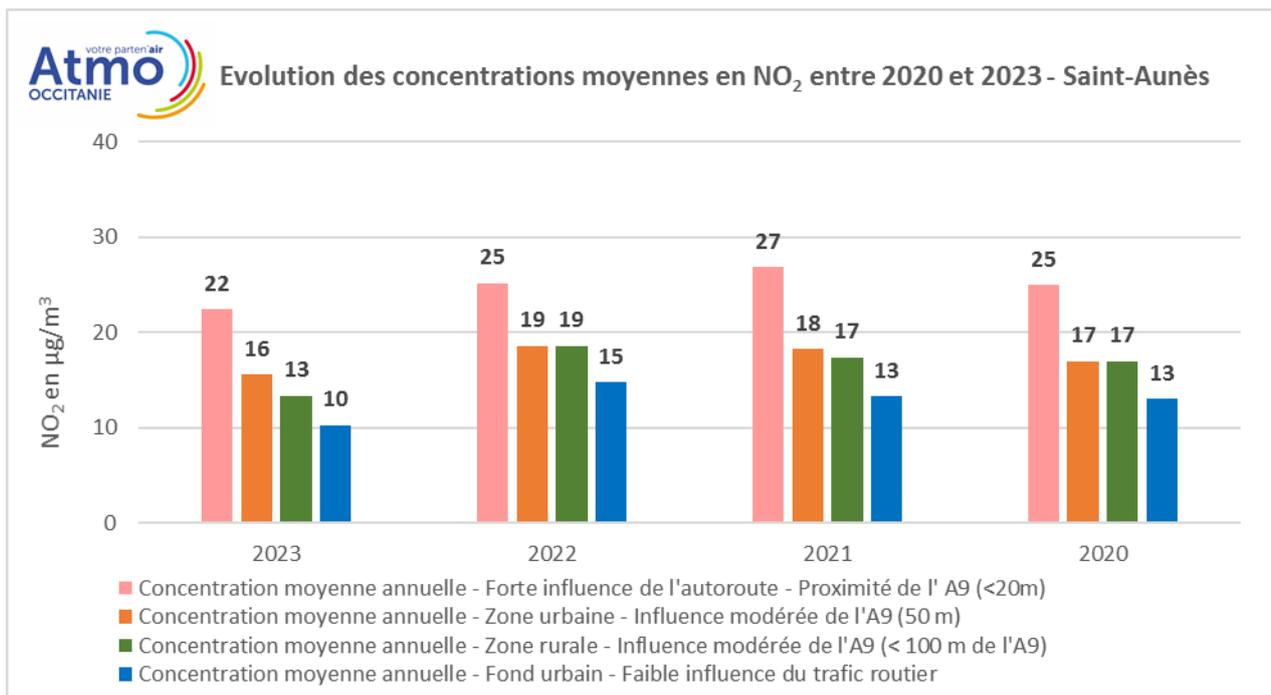


Globalement, **depuis 2017**, sur les 12 sites communs, les concentrations en NO<sub>2</sub> ont diminué de **33%** sur le territoire de Saint-Aunès. En moyenne, les **concentrations les plus élevées** sont mesurées **en 2019** et les **plus faibles en 2023**.

La tendance à la diminution des concentrations de NO<sub>2</sub> se poursuit donc en 2023. C'est la deuxième année, après 2020 année de la crise sanitaire, où la baisse des concentrations de NO<sub>2</sub> est significative.

Selon la typologie du site

Quel que soit le type de site, les **concentrations ont diminué en 2023** pour se situer à un niveau inférieur à celles de 2020.



## 4. Concentrations en particules fines

### 4.1. Concentrations en particules fines au niveau des merlons

Les mesures par microcapteur, permettent un suivi des concentrations en particules, au niveau de chaque merlon. Ces mesures qui sont validées se sont déroulées en hiver du 11 janvier au 31 mars et en été du 19 juillet au 30 septembre 2023.

Localisation des mesures de particules par microcapteur - 2023



Particules en suspension PM10

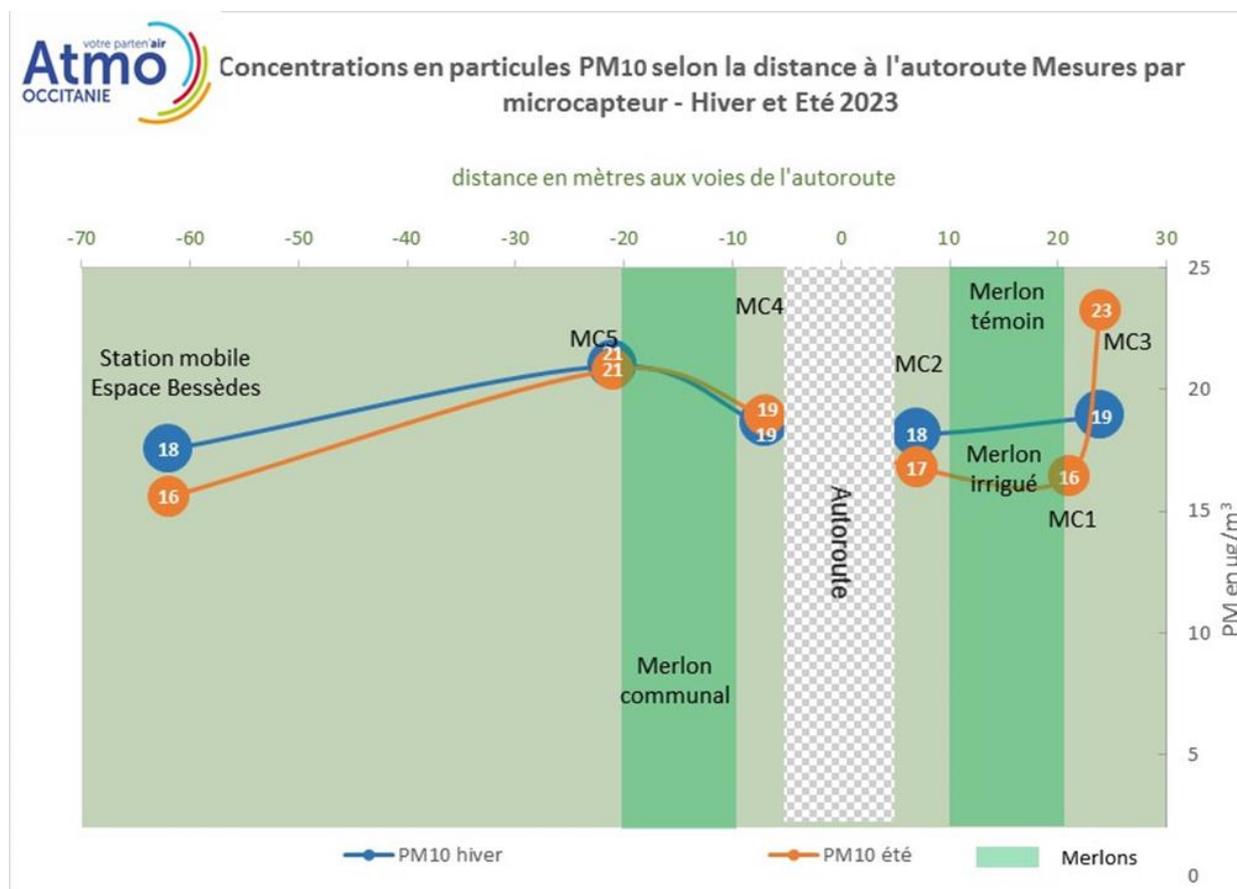
PM10	Concentrations moyennes PM10 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ – Saint-Aunès - 2023							
	Station mobile		Merlons témoin et irrigué			Merlon communal		Montpellier
	Analyseur	MC toit station	MC2	MC1	MC3	MC5	MC4	Station Près d'Arènes
11/01 au 31/03	17,5	17,5	18,2	Capteur disparu	18,9	21	18,6	14,7
19/07 au 28/09	15,6	15,6	16,8	16,4	23,3	20,8	18,9	15,5

MC : microcapteur

En 2023, les concentrations en particules en suspension PM10 proches de l'autoroute varient différemment entre l'hiver et l'été selon les sites, ce qui n'était pas le cas les années précédentes où les concentrations étaient plus élevées en hiver.

Au niveau de station de Saint-Aunès, sur la période hivernale, les concentrations sont par contre plus élevées en hiver indiquant l'impact du chauffage au bois sur ce site proche des quartiers résidentiels.

La figure suivante montre les concentrations sur chaque site au niveau des merlons. Quelques variations existent entre les sites et sont à relier à la topographie des lieux qui influence la dispersion des particules et à la présence de sources potentielles d'émissions de particules à l'arrière de chacun des merlons : viticulture, espace de loisirs (fête et arènes en terre sur l'espace Bessèdes).



Particules fines PM2.5

PM2.5	Concentrations moyennes PM2.5 en µg/m <sup>3</sup> – Saint-Aunès - 2023							
	Station mobile		Merlons témoin et irrigué			Merlon communal		Montpellier
	Analyseur	MC toit station	MC2	MC1	MC3	MC5	MC4	Station Près d'Arènes
11/01 au 31/03	12,7	12,5	12,6	Capteur disparu	13,7	16,4	13,4	11,5
19/07 au 28/09	7,1	7,1	8	8,3	10,5	10,3	8,8	7,8

MC : microcapteur

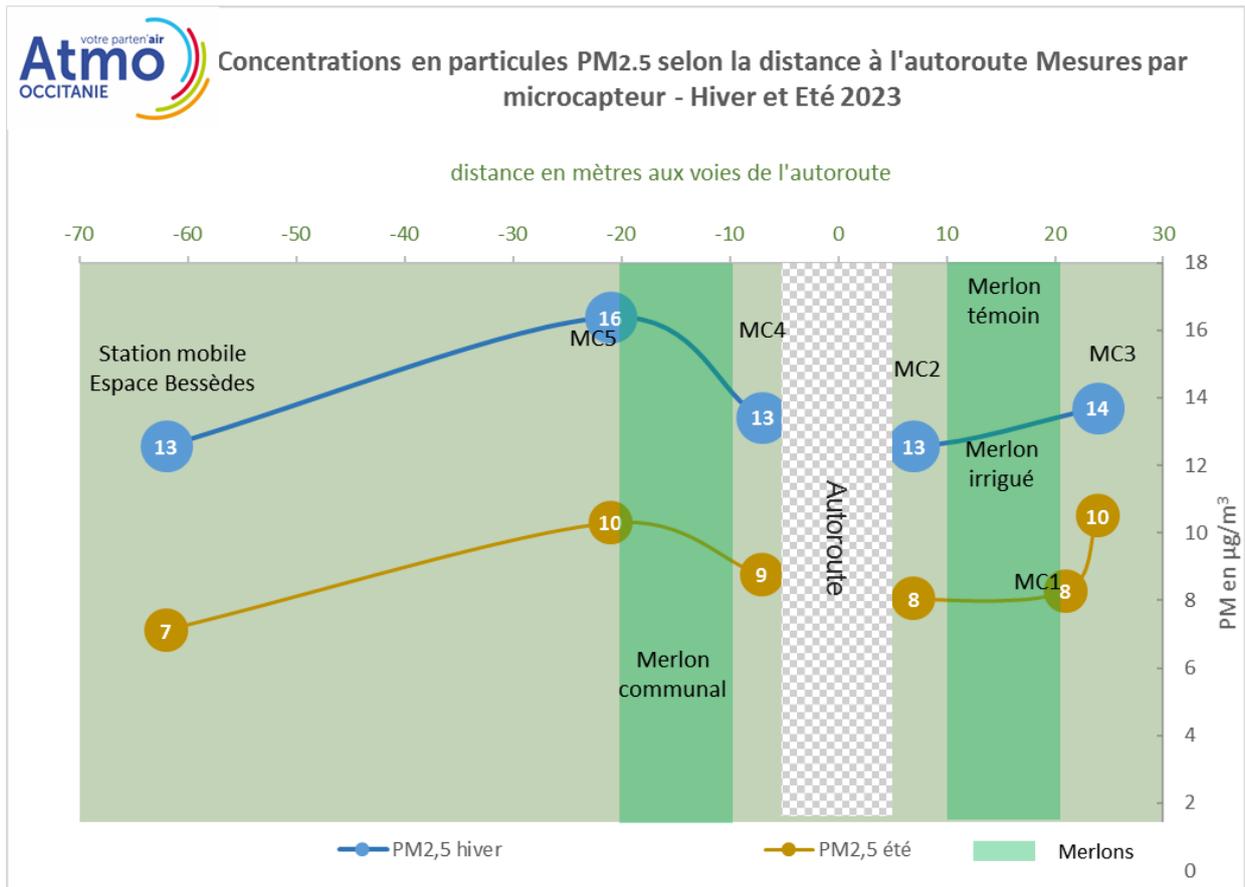
En 2023, les concentrations en particules fines PM2,5 varient peu entre les sites et sont plus élevées en hiver comme les années précédentes. Cela indique la présence de sources d'émissions de particules fines PM2.5 en hiver comme le chauffage résidentiel et notamment le chauffage au bois qui est le principal émetteur de particules fines. Cependant la différence est moins marquée qu'en 2022. La douceur de l'hiver 2023 et la hausse des prix des combustibles ont sans doute limité les émissions de polluants liées au chauffage dans les zones résidentielles.

Sur les 2 saisons, les concentrations en particules fines PM2,5 mesurées à Saint-Aunès sont proches de celles mesurées à Montpellier - Près d'Arènes.

La figure suivante présente les concentrations en particules fines PM2.5 au niveau de chaque microcapteur.

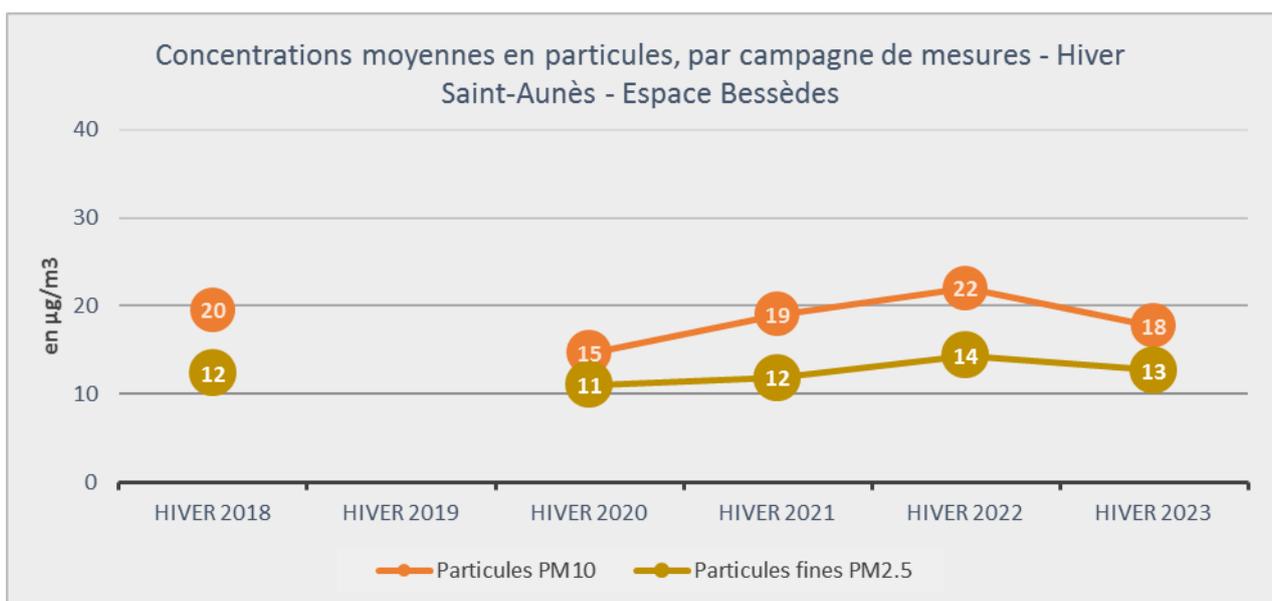
En 2023, il n'est pas observé de décroissance des concentrations en particules fines à l'arrière des merlons. Au niveau du merlon communal, les concentrations sont même en légère hausse et sont certainement à relier à la présence d'autres sources d'émissions à l'arrière des merlons.

Outre les différences entre les sites, les 6 points de mesure présentent des **évolutions temporelles semblables** liées à l'évolution du niveau de fond qui reste influencé par plusieurs sources d'émissions. La proximité de l'autoroute et son impact potentiel sur les concentrations de particules fines n'est pas démontré au regard de ces résultats.

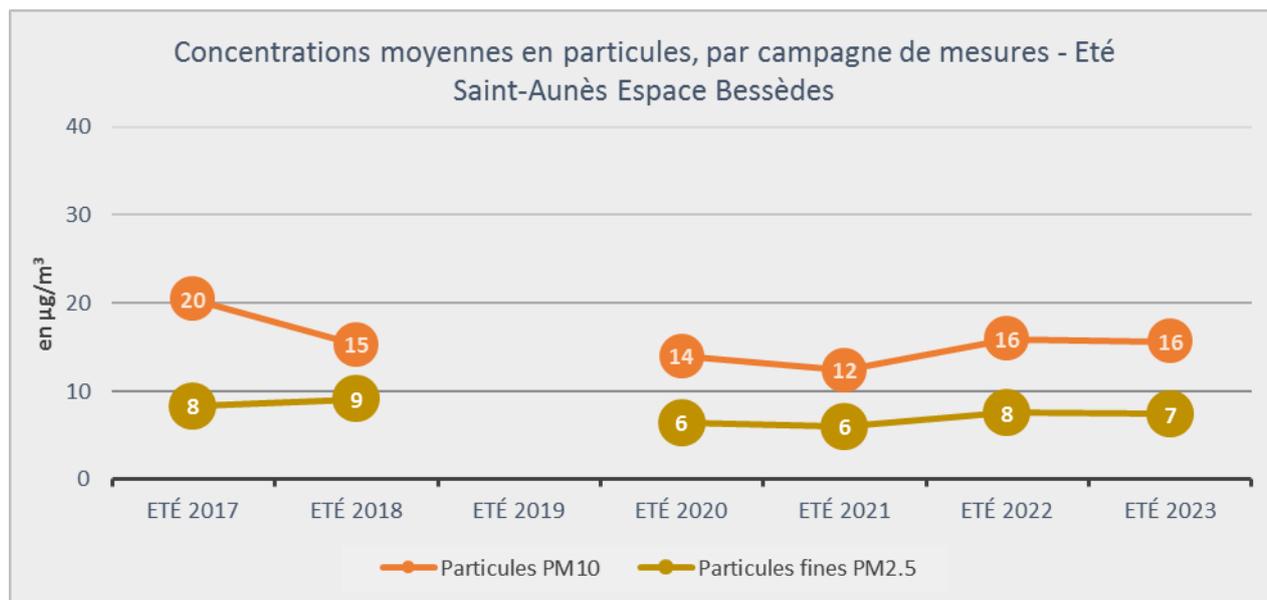


## 4.2. Evolution des concentrations en particules depuis le début des mesures – Espace Bessèdes

Les graphiques suivants présentent les moyennes des concentrations observées pour chaque campagne de mesure à la station mobile de Saint-Aunès.



Depuis 2018, sur le site urbain de Saint-Aunès les niveaux de particules les plus faibles ont été observés lors de l'hiver 2020 pendant la crise sanitaire, et les plus élevés lors de l'hiver 2022.



En été, les concentrations en particules les plus fines (PM2.5) diminuent généralement par rapport à la saison froide, ce qui est observé également à Saint-Aunès, en lien avec les conditions météorologiques plus dispersives et la diminution des émissions issues du chauffage résidentiel.

D'une année à l'autre, on observe des variations qui ne sont pas directement corrélées avec la proximité de sources d'émissions (chauffage résidentiel, trafic routier) mais avec des niveaux de fond associés à des conditions météorologiques plus ou moins favorables à la dispersion des polluants.

## 5. Conclusions et perspectives

### Conclusions

- Des concentrations en polluants en baisse

Cette 7<sup>ème</sup> année de suivi des concentrations en NO<sub>2</sub> et particules fines permet de confirmer une amélioration de la qualité de l'air au niveau de la zone d'étude, et cela depuis 2019. L'ensemble des sites respectent les seuils réglementaires annuels.

Cette baisse des concentrations de polluants atmosphériques, principalement en NO<sub>2</sub> s'est enclenchée en 2020 avec la crise sanitaire. Les **concentrations moyennes en NO<sub>2</sub>** obtenues par les échantillonneurs passifs sont, en 2023, **les plus faibles enregistrées** et inférieures aux niveaux mesurés en 2020. **Pour la première année** depuis le début des mesures, **l'ensemble des sites de mesure du NO<sub>2</sub> respectent la valeur limite annuelle en NO<sub>2</sub> fixée à 40 µg/m<sup>3</sup>.**

Les résultats montrent une **diminution importante des concentrations de NO<sub>2</sub> derrière les merlons**, démontrant l'efficacité de ces structures sur les polluants gazeux en jouant le rôle de barrière et donc de protections des riverains. Ces aménagements, associés à l'amélioration progressive du parc roulant, conduisent à des diminutions significatives des concentrations en NO<sub>2</sub> depuis le début des mesures en 2017.

Les concentrations **en particules en suspension et particules fines**, issues de plusieurs origines comme le chauffage des bâtiments qui est la deuxième source d'émissions de particules fines sur Saint-Aunès, restent relativement stables d'une année à l'autre. Des variations saisonnières sont observées, principalement en lien avec les conditions météorologiques et les activités humaines, telles le chauffage résidentiel en hiver.

Les mesures par microcapteurs, réalisées de part et d'autre de chaque merlon, indiquent cependant quelques différences de concentrations entre les sites. Ces **différences sont à relier à la topographie du site**, mais aussi à **l'effet des merlons sur la dispersion des particules**, qui **favorisent l'élévation des particules et leur dispersion plus en hauteur.**

Cette étude qui se déroule sur le long terme (2017-2026) contribue à la compréhension de la qualité de l'air à Saint-Aunès et offre des perspectives prometteuses pour la mise en œuvre de stratégies efficaces de gestion de la pollution atmosphérique, notamment en terme d'aménagement de protection de la pollution de l'air pour les riverains.

Ainsi les merlons sont un moyen efficace pour protéger les habitants des concentrations de NO<sub>2</sub> issues du trafic routier. Ils constituent des obstacles permettant aux concentrations de s'élever et de se disperser en hauteur. A saint-Aunès cette configuration constitue une réelle protection des habitants contre la pollution au NO<sub>2</sub>.

### ● Perspectives pour les prochaines années

La surveillance sera poursuivie en 2024 avec :

- une nouvelle campagne des particules fines (PM10, PM2,5) par microcapteurs en hiver et en été 2024,
- une campagne de mesure par station mobile des particules fines (PM10, PM2,5, PM1) et du NO<sub>2</sub>,
- une campagne par échantillonneurs passifs NO<sub>2</sub> sur les mêmes sites que ceux étudiés en 2023.

Comme en 2022, une modélisation 3D sera réalisée en 2024. Ces modélisations intégreront le couvert végétal des merlons et devraient permettre de mieux évaluer les effets des végétaux sur la dispersion du NO<sub>2</sub> et des particules.

## TABLE DES ANNEXES

---

- ANNEXE 1 :** Moyens déployés sur les 10 années de l'étude
- ANNEXE 2 :** L'inventaire régional des émissions
- ANNEXE 3 :** Les polluants
- ANNEXE 4 :** Conditions météorologiques
- ANNEXE 5 :** Mesures par analyseur automatique
- ANNEXE 6 :** Mesures par échantillonneurs passifs NO<sub>2</sub>
- ANNEXE 7 :** Résultats par campagne – Echantillonneurs passifs NO<sub>2</sub>
- ANNEXE 8 :** Concentrations en NO<sub>2</sub>
- ANNEXE 9 :** Concentrations en Particules PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> et PM<sub>1</sub>
- ANNEXE 10 :** Protocole de mesure par microcapteur PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>
- ANNEXE 11 :** Résultats des mesures PM<sub>10</sub> par microcapteur
- ANNEXE 12 :** Modélisation 3D MISKAM

## ANNEXE 1 : Moyens déployés sur les 10 années de l'étude

Les données d'observations seront collectées sur une période de 10 années (2017 à 2026). Les campagnes de mesures se déroulent chaque année à 2 saisons aux conditions météorologiques contrastées.

### Dispositifs de mesures déployés

Le tableau suivant, présente, le dispositif d'évaluation déployé sur la zone d'étude entre 2017 et 2023 ainsi que les périodes de mesure.

	Mesures par microcapteurs	Mesures par analyseurs automatiques (station mobile – Espace Bessèdes)	Mesures par tubes passifs NO <sub>2</sub>
<b>2017 : état initial</b>	26/04 au 04/09/2017	13/03 au 23/05/2017 14/06 au 04/09/2017	01/03 au 26/04/2017 21/06 au 16/08/2017
<b>2018 : état initial</b>	23/01 au 30/03/2018 et 12/07 au 24/10/2018	22/01 au 06/04/2018 et 12/07 au 24/10/2018	18/01 au 15/03/2018 et 11/07 au 06/09/2018
<b>2019</b>	22/02 au 14/05/2019 et 02/08 au 26/09/2019	-	22/02 au 14/05/2019 et 02/08 au 26/09/2019
<b>2020</b>	*	12/02 au 30/09/2020**	07/02 au 17/03/2020*** 10/07 au 03/09/2020
<b>2021</b>	01/07/2021 au 31/08/2021	05/02/2021 au 09/04/2021 01/07/2021 au 31/08/2021	05/02/2021 au 01/04/2021 01/07/2021 au 27/08/2021
<b>2022</b>	21/01/2022 au 31/03/2022 09/07/2022 au 30/09/2022	20/01/2022 au 06/04/2022 24/06/2022 au 31/08/2022	18/01/2022 au 16/03/2022 22/06/2022 au 18/08/2022
<b>2023</b>	11/01/2023 au 31/03/2023 19/07/2023 au 30/09/2023	11/01/2023 au 30/03/2023 01/07/2023 au 30/09/2023	11/01/2023 au 08/01/2023 12/07/2023 au 06/09/2023
<b>2024 à 2026</b>	X	X	X

\* En 2020, suite à l'arrêt du suivi des microcapteurs par l'entreprise Ecologicsence, il n'a pas été possible d'installer des microcapteurs sur les sites.

\*\* Les mesures automatiques n'ont pas été interrompues entre les campagnes hiver et été.

\*\*\* Les mesures par échantillonneurs passifs se sont arrêtées le 18 mars 2020 suite à la mise en place du premier confinement.

Les objectifs par dispositif sont présentés dans le tableau suivant :

Objectifs de chaque dispositif		
<p><b>Analyseurs automatiques NO<sub>2</sub> et particules fines</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variations horaires des concentrations</li> <li>- Détection des particules les plus fines (spectromètre d'aérosol optique)</li> <li>- Assurance qualité : validation des mesures par échantillonneurs et microcapteurs par la comparaison aux mesures automatiques (méthode de référence) /Echantillonneurs passifs et microcapteurs</li> </ul>	
<p><b>Microcapteurs</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Complémentaires au dispositif de mesures</li> <li>- Variations horaires des concentrations</li> <li>- Mesures sur plusieurs sites sur les merlons au niveau des haies</li> </ul>	
<p><b>Echantillonneurs passifs NO<sub>2</sub></b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Variations spatiales des concentrations</li> <li>- Multiplication des points de prélèvements dont sites sur les merlons permettant de couvrir une large zone</li> </ul>	

## ANNEXE 2 : L'inventaire régional des émissions polluantes et des GES

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,
- 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.

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

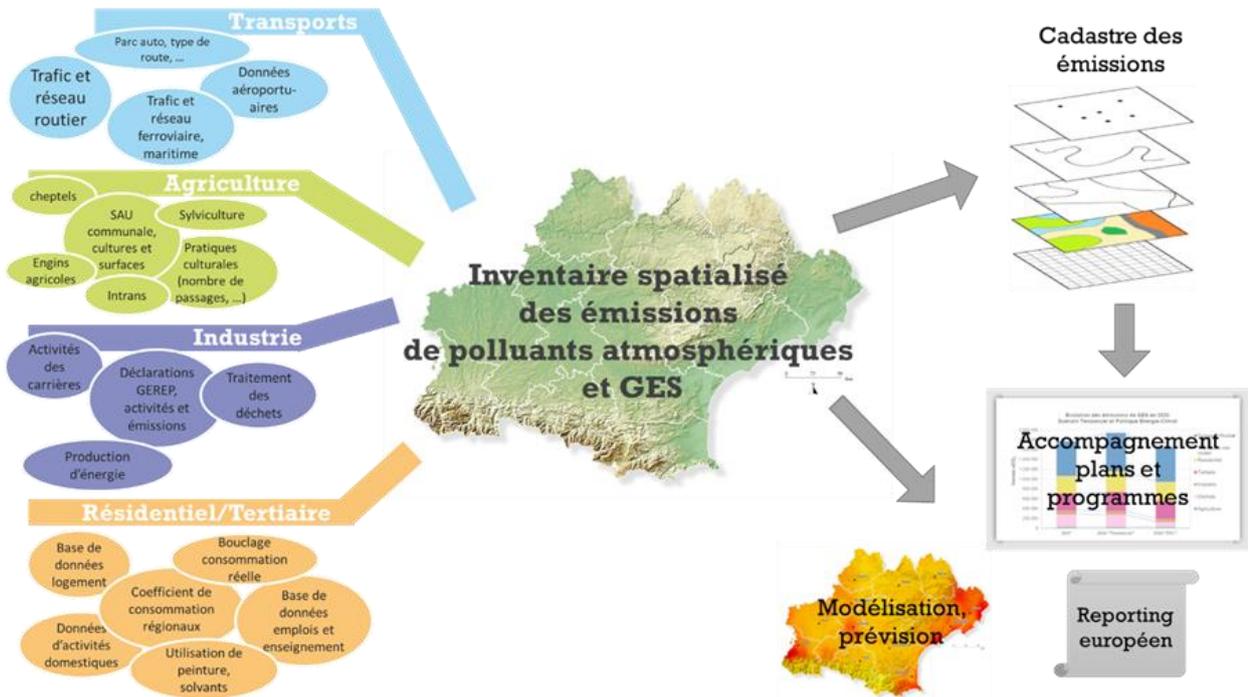
Avec :

E : émission relative à la substance « s » et à l'activité « a » pendant le temps « t »

A : quantité d'activité relative à l'activité « a » pendant le temps « t »

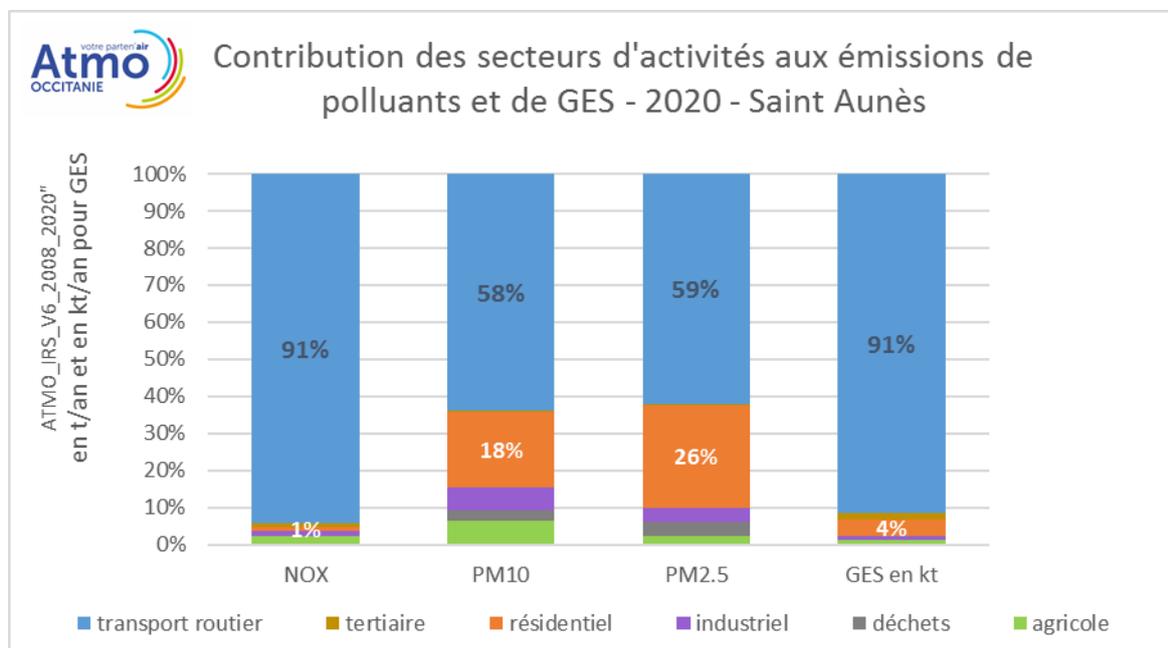
F : facteur d'émission relatif à la substance « s » et à l'activité « a »

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



## ANNEXE 3 : Polluants étudiés

Sur la période de l'étude (2017-2026), les polluants mesurés sont des polluants principalement émis par la pollution routière.



### Les oxydes d'azote

Le monoxyde d'azote NO et le dioxyde d'azote NO<sub>2</sub> sont émis lors de la combustion incomplète des combustibles fossiles. Le NO se transforme rapidement en NO<sub>2</sub> au contact des oxydants présents dans l'air, comme l'oxygène et l'ozone.

En **2020**, le secteur du **transport routier contribue** pour **91% aux émissions de NOx** sur Saint-Aunès.

### Les particules fines PM1, PM2.5 et les particules en suspension PM10 dont le diamètre est respectivement inférieur à 1, 2,5 et 10 micromètres.

Elles ont plusieurs origines :

- les émissions directes dans l'atmosphère provenant de sources anthropiques (transport, chauffage résidentiel, industries, ...) ou naturelles (remise en suspension de particules par vent fort, 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 axes routiers.

En 2020, le secteur du **transport routier contribue pour 58% aux émissions de particules en suspension PM10** sur Saint-Aunès. Le secteur résidentiel représente 18 % des émissions de particules PM10 et le secteur Autres transports (ferroviaire) 13 % des émissions.

En 2020, le secteur du **transport routier contribue également pour 59% aux émissions de particules fines PM2.5**. Le **secteur résidentiel est le deuxième contributeur** avec 26% des émissions.

En 2020, la contribution du transport routier est légèrement plus faible qu'en 2019 en raison de la crise sanitaire qui a limité les déplacements et les activités économiques.

## ANNEXE 4 : Conditions météorologiques pendant l'étude

Les directions et vitesses du vent influent sur les conditions de dispersion des polluants dans l'atmosphère. Les épisodes pluvieux vont également permettre le lessivage de l'atmosphère et limiter les concentrations de particules et de NO<sub>2</sub> dans l'air.

Les données météorologiques (température, pluviométrie, vitesse et direction du vent) sont issues de la station Météo France de Mauguio, la plus proche de la zone d'étude, à environ 7 kilomètres au Sud de la commune de Saint-Aunès.

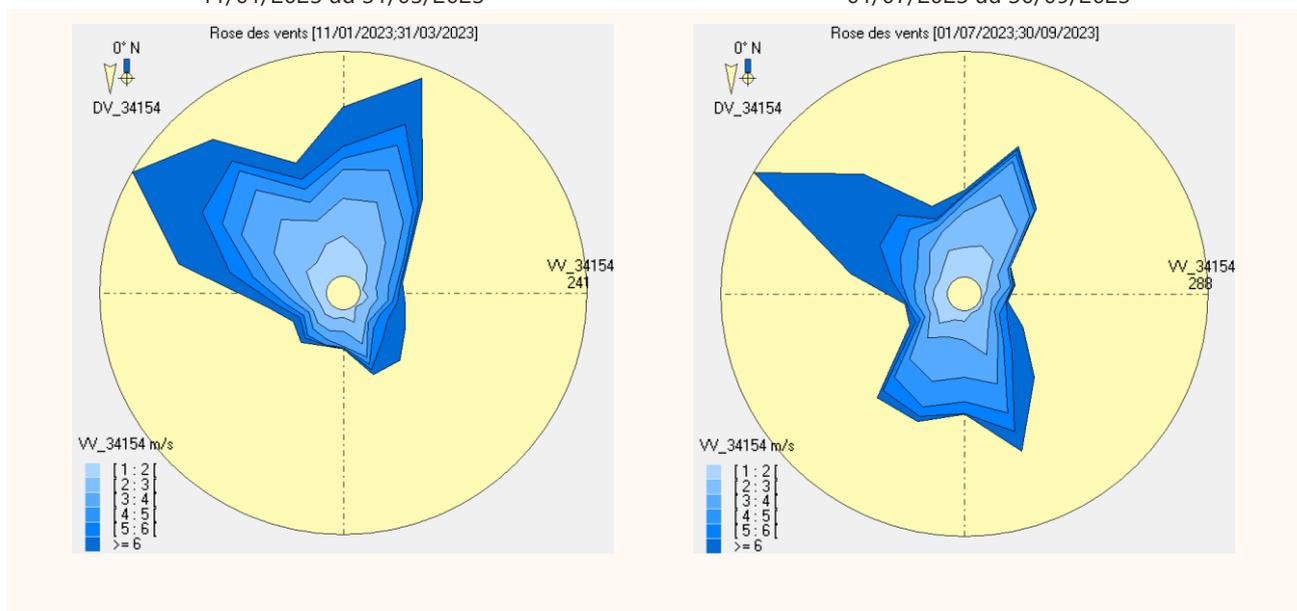
### 1. Régime des vents

- Sur la première période de l'étude (11/01 au 31/03/22), les vents sont variables, faibles (50% du temps les vents sont inférieurs à 15 km/h) et modérés à fort 26% du temps proviennent majoritairement du NO.
- Sur la période estivale, les régimes de vent sont différents. Les vents de NE à NO sont majoritaires (45% du temps). Les vents du SSE à SSO sont également importants (environ 29% du temps). Ces vents sont majoritairement faibles (moins de 15 km/h 56% du temps).
- Les régimes de vent observés en 2023 sont similaires à ceux des années précédentes.

**Rose des vents Météo France Mauguio (34)**  
Pourcentage des occurrences par direction et classe de vent

11/01/2023 au 31/03/2023

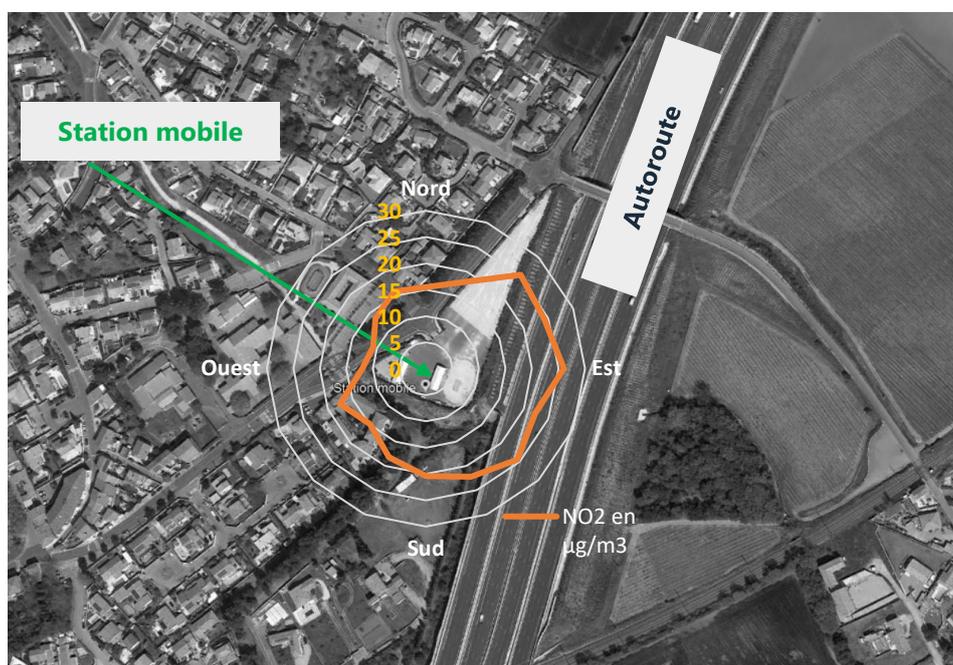
01/07/2023 au 30/09/2023



## Influence du vent sur les concentrations en NO<sub>2</sub>

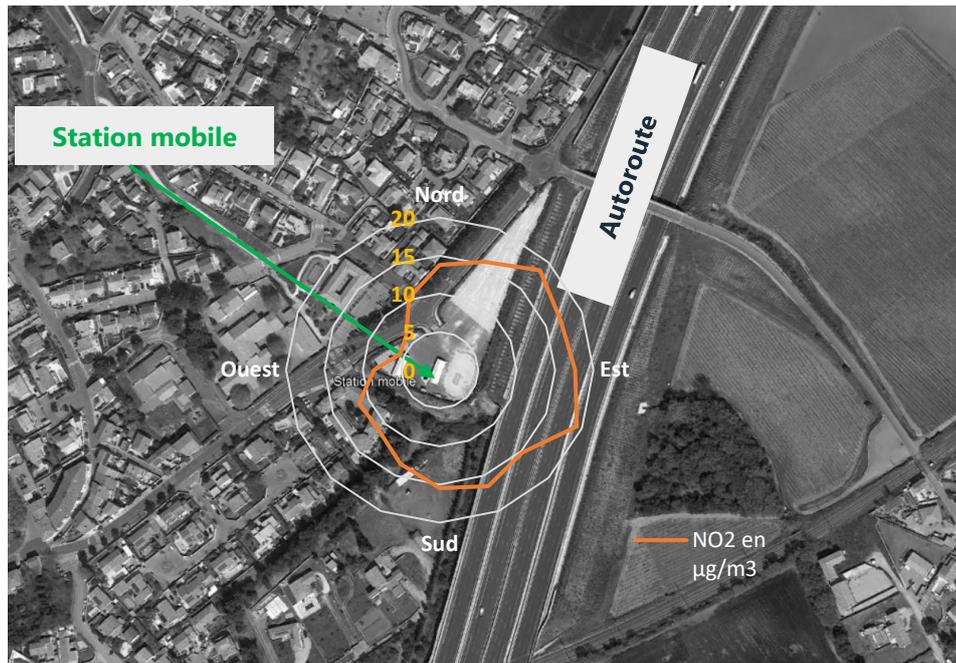
Les roses de pollution suivantes, indiquent, par campagne de mesure, quels secteurs de vent sont associés aux concentrations en NO<sub>2</sub>.

- Lors de la **campagne hivernale**, toutes directions de vent confondu, **les moyennes à la station de mesure, sont plus élevées qu'en été.**
- **En hiver**, les moyennes de NO<sub>2</sub> les plus élevées sont observées par direction Nord-Est à Sud-Sud-Est et comprises entre 18 et 24 µg/m<sup>3</sup>. En effet, pour cette direction, la station de mesure se trouve sous le vent du panache des émissions de l'autoroute. A contrario, par vent d'ouest et de Nord, la station n'est plus sous le panache des émissions de l'autoroute et les concentrations de NO<sub>2</sub> sont plus faibles.



Saint-Aunès - Rose de pollution en NO<sub>2</sub> pour des vents > 1 m/s - 11 janvier au 31 mars 2023

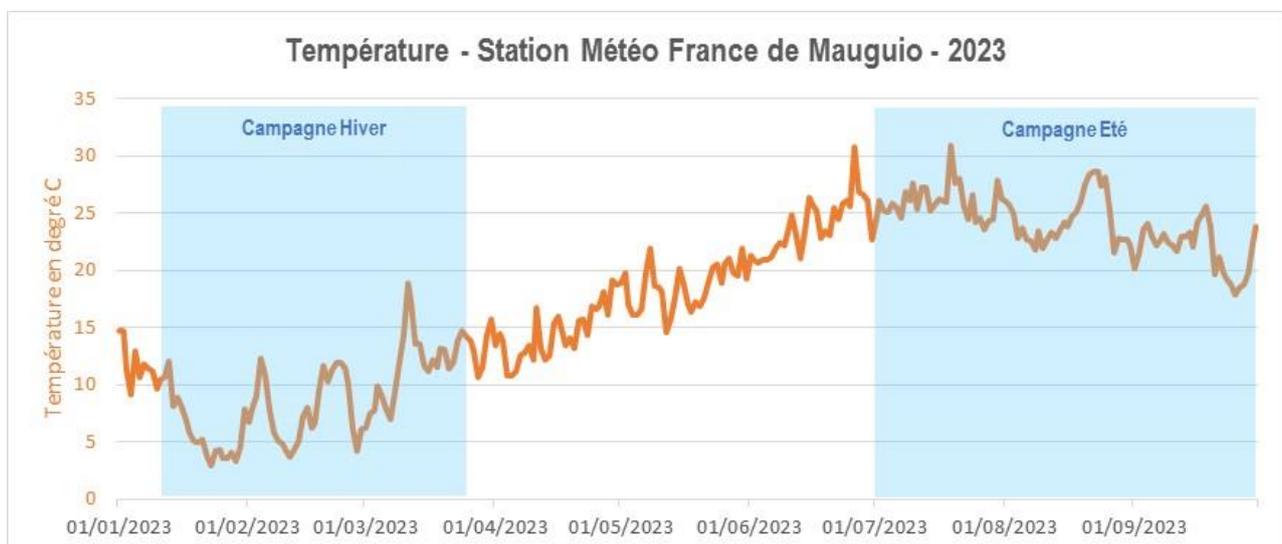
- **En été**, c'est aussi en présence de vents venant du **secteur Nord-Est à Sud-Sud-Est**, que **les concentrations moyennes de NO<sub>2</sub> relevées à la station de mesure sont les plus élevées.** L'influence du trafic autoroutier est donc clairement mise en évidence pour les concentrations moyennes en NO<sub>2</sub> les plus élevées. Cette direction de vent a été présente 12% du temps pendant la période estivale



Saint-Aunès - Rose de pollution en NO<sub>2</sub> pour des vents > 1 m/s - 1<sup>er</sup> juillet au 31 août 2023

- A contrario, c'est **lorsque le vent vient de l'Ouest (34% du temps durant les 2 campagnes d'étude 2023) que les concentrations en NO<sub>2</sub> sont les plus faibles** (entre 6 et 11 µg/m<sup>3</sup>), car la station n'est plus sous le vent du panache de l'autoroute.

## 2. Température

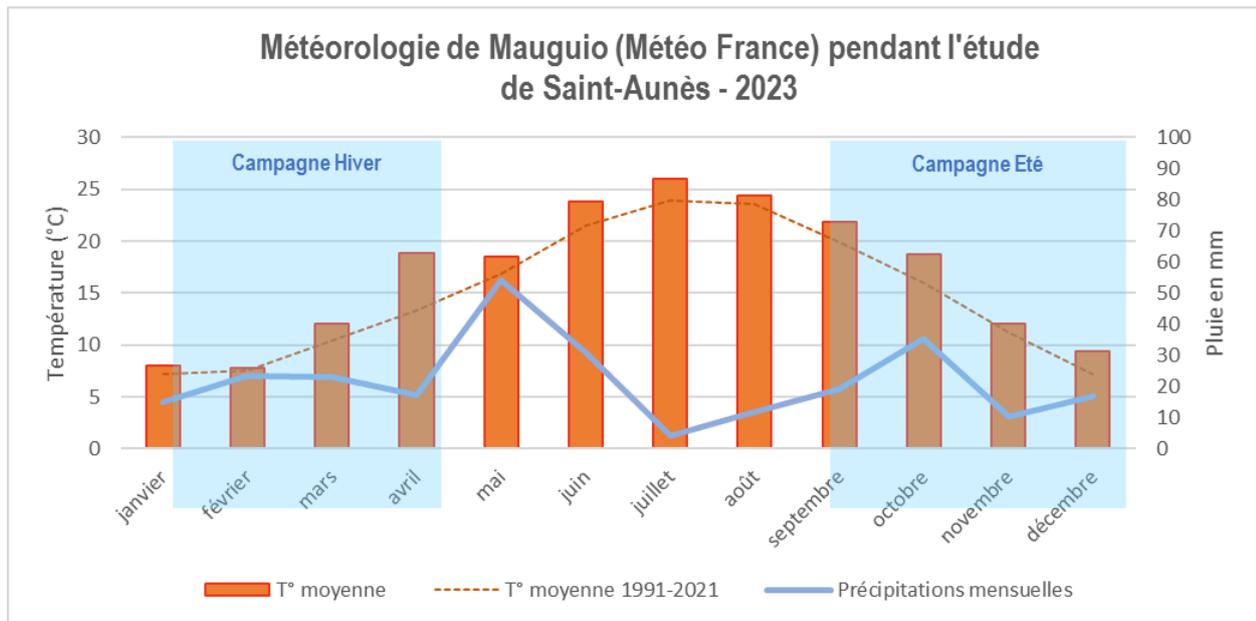


### 3. Météorologie mensuelle

En 2023, sur l'ensemble de la période d'étude, les cumuls mensuels de précipitation sont très faibles quelle que soit la saison variant de 15 mm (janvier) à 4 mm (juillet). Sur la période d'étude d'hiver, il y a eu 49 mm de précipitations et sur la période estivale 35 mm.

Pour information, **la moyenne de ces 20 dernières années (1991-2021)** sur la zone de Montpellier est 739 mm par an. En 2023, le total de précipitations enregistré à la station Météo France de Mauguio a été de **261 mm**, soit **très en dessous de la moyenne de ces 20 dernières années**.

En 2022, le cumul était également en deçà de la moyenne avec un total de 560 mm.



# ANNEXE 5 : Mesures par analyseurs automatiques

## 1. Mesure des particules PM10, PM2,5 et PM1

### GRANULOMÈTRE OPTIQUE POUR LE SUIVI TEMPS RÉEL ET CONTINU DES FRACTIONS PM-2,5 ET PM-10 FIDAS 200

Catégorie : [Analyseurs](#)

Secteur : [Environnement](#)

Modèle : Granulomètre optique FIDAS 200

Fabricant : PALAS



Le granulomètre FIDAS 200 est le seul analyseur optique au monde à avoir été certifié par le TÜV pour la mesure réglementaire en continu et en temps réel des fractions PM-10 et PM-2,5, simultanément.

De plus, depuis 2016, l'analyseur a été reconnu conforme par le LCSQA pour la surveillance des polluants réglementaires PM-10 et PM-2,5.

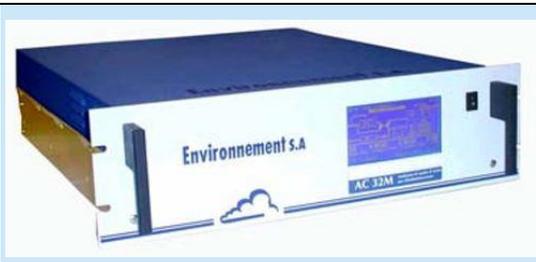
L'analyseur fournit également en temps réel et simultanément les informations :

- concentration en nombre
- granulométrie entre 0,18 et 18 µm selon 64 classes de taille
- fractions massiques PM1, PM4 et TSP
- paramètres météorologiques : température, humidité relative, pression, direction et vitesse du vent

Sur tous les modèles, un porte-filtre 47mm est présent sous la cellule de mesure optique. En y installant un filtre absolu il est possible de réaliser des analyses chimiques à posteriori pour caractériser les sources.

Le système FIDAS 200 existe en plusieurs versions selon les utilisations (FIDAS 200 E, FIDAS 200 S), toutes reconnues conformes par le LCSQA.

## 2 - Mesure du dioxyde d'azote

<b>Analyseur</b>	
<b>Nom et polluant mesuré</b>	AC32M (mesures de NOx)

Les mesures de NO<sub>x</sub> ont été réalisées conformément à la norme **NF EN 14211**.

## ANNEXE 6 : Mesures par échantillonneurs passifs

Un échantillonneur passif est un capteur contenant un adsorbant adapté au "piégeage" spécifique de certains polluants gazeux. Cette méthode de mesure permet d'installer un grand nombre de capteurs sur une zone d'étude et ainsi d'étudier la variation spatiale des concentrations.

Les mesures par échantillonneurs passifs sont réalisées conformément au guide de recommandation du LCSQA<sup>2</sup> "Adaptation des plans d'échantillonnage aux objectifs de campagne".

### 1. Principe général

Ces méthodes de mesure ont été validées par le laboratoire européen ERLAP (European Reference Laboratory of Air Pollution) et par le groupe de travail national ad hoc (Echantillonneurs passifs pour le dioxyde d'azote » ; ADEME/LCSQA/Fédération ATMO ; 2002).

Le principe général de l'échantillonneur passif consiste en un capteur contenant un adsorbant ou un absorbant adapté au piégeage spécifique d'un polluant gazeux. Le polluant gazeux est transporté par diffusion moléculaire à travers la colonne d'air formée par le tube jusqu'à la zone de piégeage où il est retenu et accumulé sous la forme d'un ou plusieurs produits d'adsorption/d'absorption. Dans la pratique, l'échantillonneur est exposé dans l'air ambiant, puis ramené au laboratoire où l'on procède ensuite à l'extraction et à l'analyse des produits d'adsorption/d'absorption.

### 2. Limites

Cette technique ne convient pas pour les échantillonnages de courte durée, sauf pour les concentrations élevées de polluants. Des erreurs sont possibles lors de fluctuations rapides de concentration (par exemple lors de pics de pollution). C'est pourquoi la quasi totalité des tubes étudiés sera placée dans des situations dites "urbaines", à savoir à une certaine distance (quantifiée) des voies de plus fort trafic.

L'incertitude liée à cette technique, qui peut être importante, n'est pas quantifiable de manière simple. Compte tenu de cette incertitude, il est primordial de ne pas ensuite attribuer aux interprétations et cartographies produites davantage de précision que cette technique ne le permet.

Un certain nombre de paramètres météorologiques a une influence, non seulement sur la teneur en polluant (exemples simples : la pluie lave l'atmosphère, un vent fort disperse les polluants...), mais également sur la mesure par échantillonneurs passifs : ces derniers sont dépendants de la vitesse du vent et, dans une moindre mesure, de la température et de l'humidité de l'air. Il est donc essentiel de bien connaître les principaux paramètres météorologiques, quinzaine par quinzaine.

---

<sup>2</sup> Laboratoire Central de Surveillance de la qualité de l'Air

### 3. Représentativité temporelle

Définir la représentativité d'une campagne consiste à définir dans quelles conditions (temporelles, spatiales et météorologiques), on peut considérer que les concentrations mesurées sont scientifiquement valides et comparables aux valeurs réglementaires, d'une part et à d'autres campagnes de mesure, d'autre part.

Dans le cadre de mesures indicatives, les Directives Européennes demandent une couverture minimale de 14% du temps (soit 8 semaines pour une année). Ainsi, dans le cas d'une étude par échantillonneurs passifs, et compte tenu des capteurs utilisés, ATMO Occitanie choisit fréquemment de travailler :

- soit pendant deux saisons contrastées,
- soit pendant toutes les saisons et, à chacune de ces saisons, de procéder à des mesures pendant au moins 1 mois.

### 4. Tubes passifs pour le NO<sub>2</sub>

Dans le cas du NO<sub>2</sub>, ce polluant est piégé par absorption dans une solution de triéthanolamine.

Cet dispositif se présente sous la forme d'un petit tube de dimensions calibrées, à l'extrémité duquel sont placées deux grilles imprégnées d'une substance ayant la propriété de fixer le dioxyde d'azote. Le tube est placé verticalement sur un support, l'extrémité inférieure du tube étant ouverte. Le support du tube est placé dans une boîte ouverte (voir photographie ci-contre), afin de le protéger des intempéries et de limiter l'influence du vent. L'air circule dans le tube selon la loi de diffusion de Fick. Le tube est exposé durant 14 à 28 jours.

Éléments composant le tube



Tube dans sa boîte de protection



Après cette période d'exposition, le dioxyde d'azote est analysé a posteriori par un dosage colorimétrique qui permet de connaître la concentration du NO<sub>2</sub> dans l'air ambiant. La préparation, la pose, le ramassage puis l'analyse des tubes sont réalisés par ATMO Occitanie.

## ANNEXE 7 : Résultats par campagne – Mesures par échantillonneurs passifs NO<sub>2</sub>

Localisation des sites de mesures par échantillonneurs passifs NO<sub>2</sub> – Saint-Aunès - 2023



Dates des tournées		
Série 1	11/01/2023	08/02/2023
Série 2	12/07/2023	10/08/2023
Série 3	10/08/2023	06/09/2023

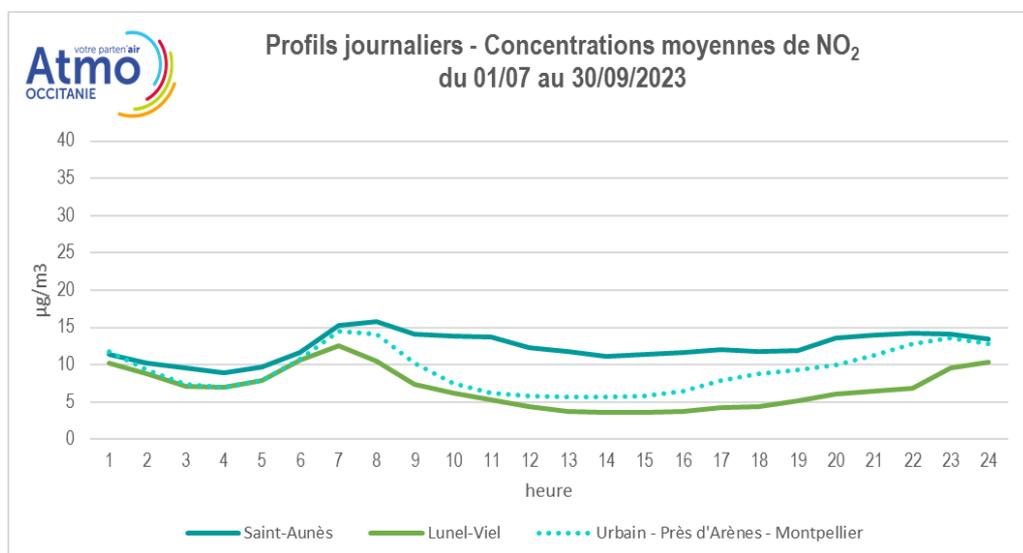
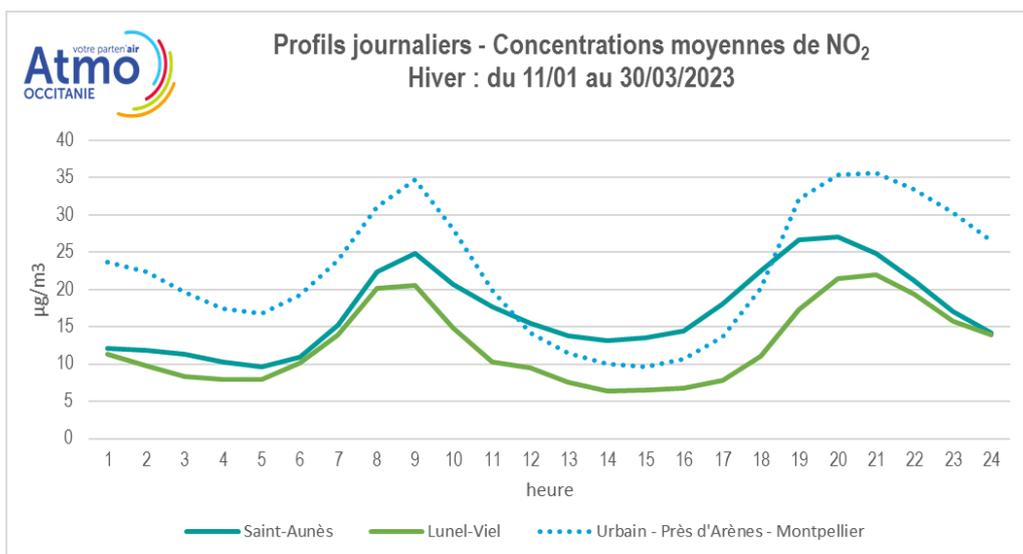
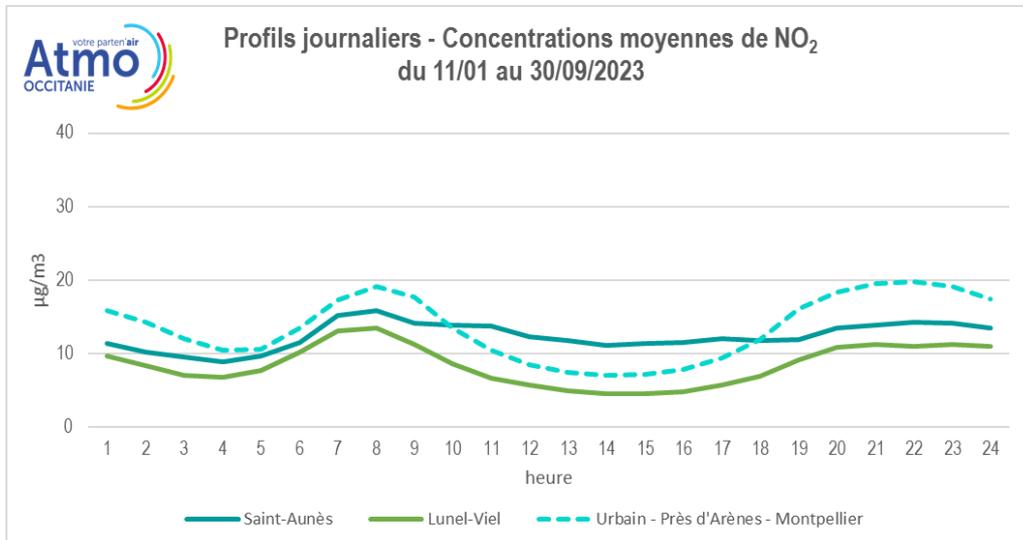
\* Les données des séries 1 à 3 ne sont pas corrigées. Seule la moyenne est corrigée. La correction est effectuée avec les mesures fixes et par échantillonneurs passifs des stations de Montpellier Près d'Arènes et Liberté et de la Station mobile à Saint-Aunès situées dans des environnements Trafic. Les concentrations présentées ont été corrigées d'un facteur (1,3596x-4,7805) des concentrations initiales, la mesure des analyseurs servant de référence. Les sites en codes « D » indiquent une disparition.

N° site	Emplacement	Type site : T : trafic U : Urbain	Serie 1*	Serie 2*	Serie 3*	Moyenne corrigée en µg/m <sup>3</sup>
MC1	Intérieur ASF derrière le merlon sens Montpellier - Lyon	T	21	11	15	16
MC2	Intérieur ASF devant le merlon sens Montpellier - Lyon	T	28	22	24	29
MC3	Derrière le merlon dans la descente (accès depuis le pont)	T	19	13	14	16
MC4	Intérieur ASF devant le merlon sens Lyon - Montpellier	T	D	22	39	36
MC5	Terrain remorque Espace Bessèdes au bord du merlon	U	D	12	17	15
MC6	ZA Leroy Merlin sur réverbère	Urbain influencé T	15	15	24	20
Mtp_08_509	Transect St-Aunès pont A9	T	22	19	24	25
Mtp_17_30	Transect St-Aunès 200 m au nord	U	16	9	16	14
Mtp_17_31	Transect St-Aunès 50 m au nord	Urbain influencé T	16	11	D	14
Mtp_17_32	Transect St-Aunès proximi A9	T	24	13	13	18
Mtp_17_33	Transect St-Aunès 50 m au sud	Rural influencé Trafic	16	13	16	15
Mtp_17_34	Transect St-Aunès 200 m au sud	Rural influencé Trafic	15	11	12	12
Mtp_17_41	Transect St-Aunès projet ouest A9 150 m	U	12	8	15	11
Mtp_17_42	Transect St-Aunès projet ouest A9 50 m	Urbain influencé T	14	12	24	18
Mtp_17_43	Transect St-Aunès projet est A9 50 m	Rural influencé Trafic	18	11	15	15
Mtp_17_44	Transect St-Aunès projet est A9 150 m	Rural influencé Trafic	14	8	12	11
Mtp_17_45	Station de mesure projet A9	U	12	9	17	13
Mtp_17_46	Bord d'autoroute, face BAUDIN derrière bac rétention d'eau	Rural influencé Trafic	13	16	18	16
Mtp_17_50	Groupe scolaire Albert Dubout (devant)	U	12	D	12	12
Mtp_18_01	prox A9	Urbain influencé T	12	9	15	12

N° site	Emplacement	Type site : T : trafic U : Urbain	Serie 1*	Serie 2*	Serie 3*	Moyenne corrigée en µg/m <sup>3</sup>
<b>Mtp_18_02</b>	Groupe scolaire (aire de jeux)	U	10	7	10	<b>9</b>
<b>Mtp_18_03</b>	Stade de tennis	U	8	7	7	<b>7</b>
<b>Mtp_18_04</b>	Transect St-Aunès 200 m au sud	U	10	8	8	<b>9</b>
<b>Mtp_18_05</b>	Transect St-Aunès projet proximi A9	Rural influencé Trafic	11	9	15	<b>12</b>
<b>Mtp_18_06</b>	Transect St-Aunès projet proximi A9	Rural influencé Trafic	27	12	19	<b>21</b>
<b>Mtp_18_07</b>	Transect St-Aunès projet est A9 150 m	Rural influencé Trafic	19	14	14	<b>17</b>
<b>Mtp_18_08</b>	Transect St-Aunès projet proximi A9	T	18	10	14	<b>14</b>

## ANNEXE 8 : Concentrations en NO<sub>2</sub>

### Profils journaliers - Concentrations moyennes de NO<sub>2</sub>

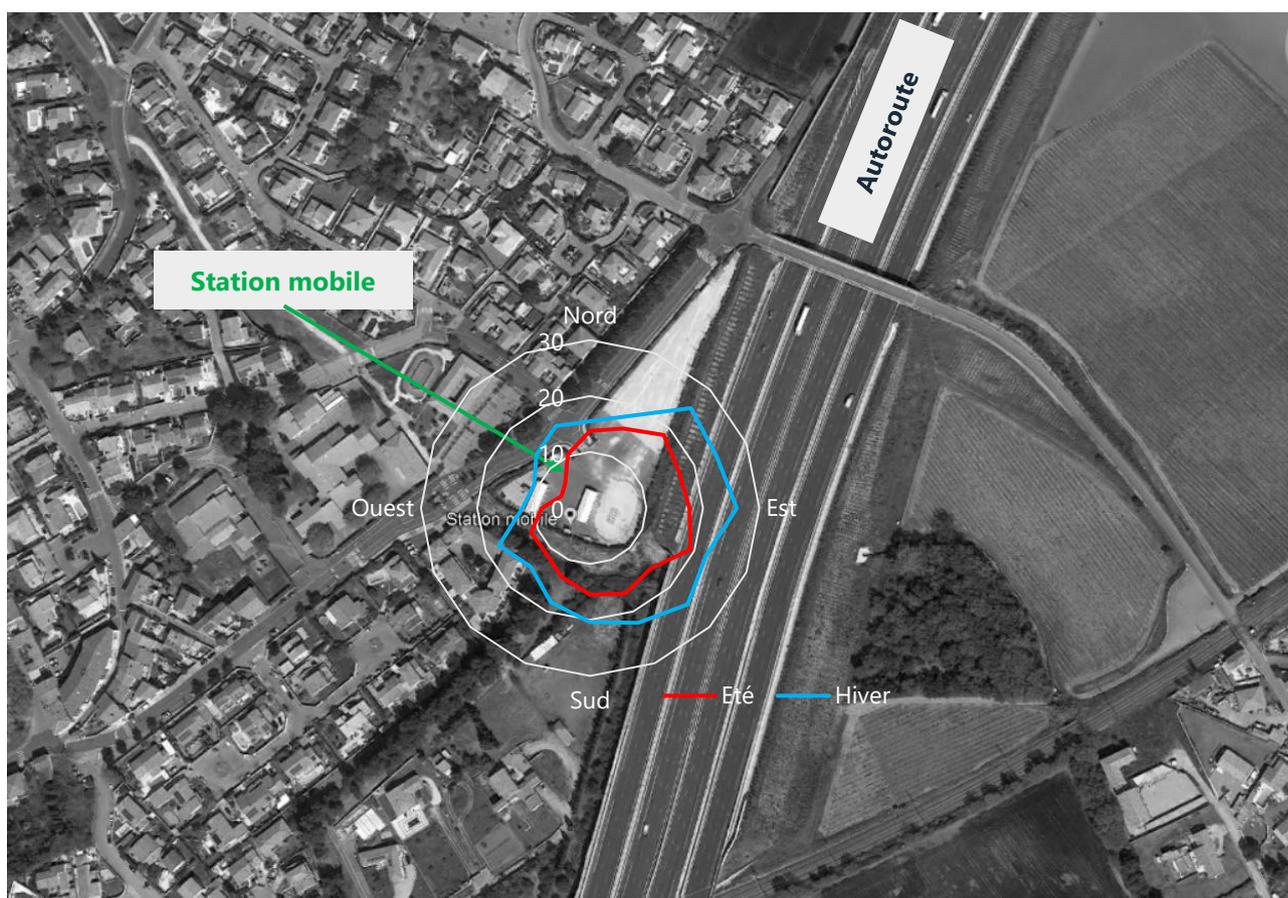


En 2023, les concentrations horaires en NO<sub>2</sub> à Saint-Aunès sont :

- en moyenne inférieures au site urbain de Près d'Arènes à Montpellier, lors des pics de trafic du matin et du soir,
- plus élevées en hiver par rapport à l'été, avec les pics du matin et du soir plus marqués.
- Supérieures en été au concentrations de Près d'Arènes avec absence de pics marqués dans la journée.

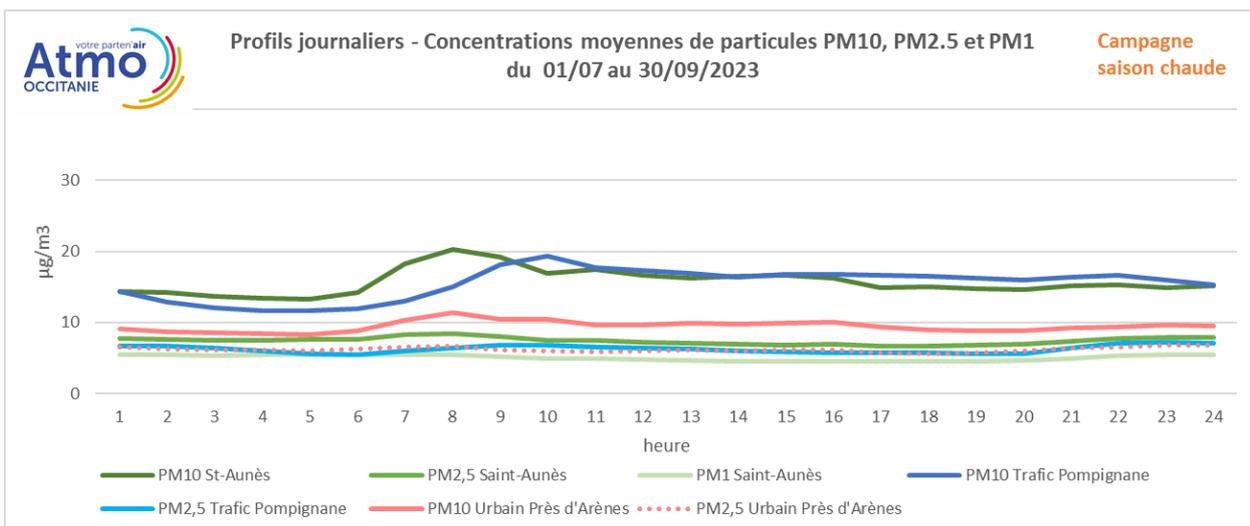
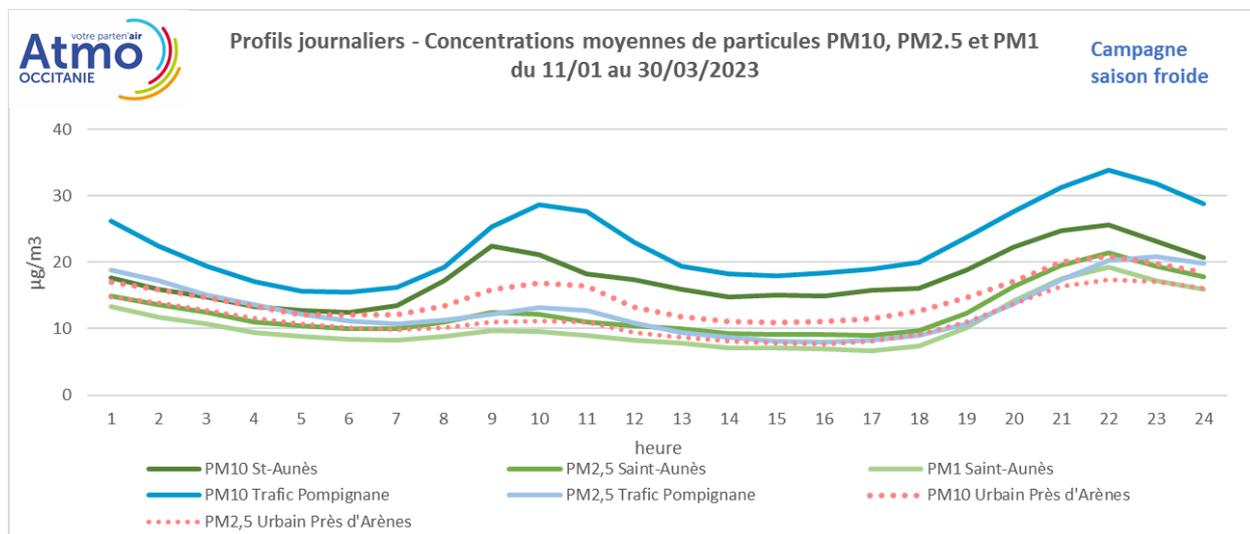
### Influence du vent sur les concentrations en NO<sub>2</sub>

Saint-Aunès - Rose de pollution en NO<sub>2</sub> pour des vents > 1 m/s  
Hiver : 11/01 au 30/03/23 - Été : 01/07 au 30/09/23



- Toutes directions de vent confondu, **les moyennes à la station de mesure, sont plus élevées en hiver par rapport à l'été,**
- Les moyennes de NO<sub>2</sub> les plus élevées sont donc observées en hiver, par direction de NNE et SSE, lorsque le vent place la station sous le panache des émissions de NO<sub>x</sub> de l'autoroute. En hiver les conditions météorologiques peu dispersives contribuent également à l'augmentation des concentrations.
- **Quelle que soit la saison, c'est en présence de vents venant du secteur Nord-Est, que les concentrations moyennes de NO<sub>2</sub> relevées à la station de mesure sont les plus élevées.**
- A contrario, c'est **lorsque le vent vient de l'Ouest que les concentrations en NO<sub>2</sub> sont les plus faibles** (entre 5 et 11 µg/m<sup>3</sup>), car la station n'est plus sous le vent du panache de l'autoroute.

## ANNEXE 9 : Concentrations en particules PM10, PM2.5 et PM1



En cohérence avec l'influence de plusieurs types de sources d'émissions sur les concentrations en particules (trafic routier, chauffage résidentiel, autres transports et industries), l'impact du trafic aux heures de pointe est moins marqué pour les particules que pour le NO<sub>2</sub>.

**En 2023**, les concentrations horaires en particules à Saint-Aunès sont :

- en hiver, inférieures au site de trafic de la Pompignane à Montpellier,
- en été, supérieures lors du pic de circulation du matin au site de trafic de la Pompignane puis assez similaires dans la journée avec ce site,
- plus élevées en hiver par rapport à l'été, avec les pics du matin et du soir plus marqués sur la saison hivernale. Pendant cette période, les émissions de chauffage contribuent aux augmentations des concentrations de particules en soirée. L'influence des conditions météorologiques moins dispersives contribuent également à l'accumulation des particules aux heures les plus froides.

## ANNEXE 10 : Protocole de mesure par microcapteurs

Un protocole de mesure a été développé par Atmo Occitanie afin d'assurer la qualité des données issues de ces nouveaux équipements.

### Objectifs

Pour chaque nouvelle campagne de mesure par micro-capteurs, un protocole de mesure est mis en place. Il inclut une phase de validation préalable, avant mesures sur le terrain et une phase de validation finale réalisée après la fin des mesures sur le terrain permettant de valider les données mesurées pour l'ensemble de la campagne de mesure.

### Le protocole de validation défini par Atmo Occitanie se déroule en 3 étapes :

#### Phase de validation préalable

- Tests métrologiques
- Intercomparaison de 15 jours minimum entre les micro-capteurs entre eux et avec analyseur de référence sur site de mesure test à Pérols
- Validation du bon fonctionnement des micro-capteurs : corrélation avec analyseur de référence
- Micro-capteurs défectueux écartés et remplacés pour la phase de mesure
- Sélection du micro-capteur pour le couple micro-capteur/analyseur de référence

#### Mesures sur la zone d'étude

- Déploiement des micro-capteurs retenus sur la zone d'étude
- Installation d'un couple de référence : micro-capteur et analyseur de référence

#### Phase de validation finale

- Intercomparaison de 15 jours minimum entre les micro-capteurs entre eux et avec analyseur de référence sur site de mesure test à Pérols
- Validation de l'ensemble des données de la phase de mesure
- Corrections éventuelles des données

Pour chaque campagne de mesure par micro-capteur, il est donc réalisé :

- une **phase de validation préalable à la campagne de mesure** qui permet de vérifier que les micro-capteurs sont corrélés avec un analyseur de référence et qu'ils sont reproductibles entre eux. Cette phase d'intercomparaison entre l'analyseur de référence et les micro-capteurs est réalisée sur le site d'Atmo Occitanie à Pérols. A l'issue de cette étape, le micro-capteur qui présente les meilleurs résultats d'essais est sélectionné pour mise en parallèle avec l'analyseur de référence sur la zone d'étude.
- une **phase de validation finale après la campagne de mesure**, où la même intercomparaison est réalisée afin de s'assurer que les micro-capteurs sont toujours reproductibles entre eux et qu'ils n'ont pas présenté de dérive significative par rapport à l'analyseur de référence. Cette étape permet de valider les données mesurées pendant la phase de mesures sur site.

## Mesures sur la zone d'étude : Protocole de validation des données

Lors de chaque campagne d'étude, les mesures brutes sont remontées dans la base de données XAIR et agrégées pour constituer une moyenne ¼ horaire.

Chaque jour ouvré, lors de la validation quotidienne, un technicien vérifie le bon fonctionnement des micro-capteurs. Lors de cette phase, très peu de données sont invalidées.

Mesures micro-capteur : moyenne par minute

Récupération des données sur Poste central XR

- Données brutes par minute
- Données compensées par minute et construction moyenne 1/4 horaire

Validation technique quotidienne

- Invalidation des données aberrantes

## 5.1. Validation finale des données

Cette phase de validation des données se déroule après les tests de fin de campagne qui ont validé le bon fonctionnement des micro-capteurs et notamment leur reproductibilité.

Validation de niveau 1

- Invalidation des données horaires brutes si HR  $\neq$  0 à 101 % et/ou T  $\neq$  -10 à +50 °C
- Invalidation des données aberrantes

Validation de niveau 2

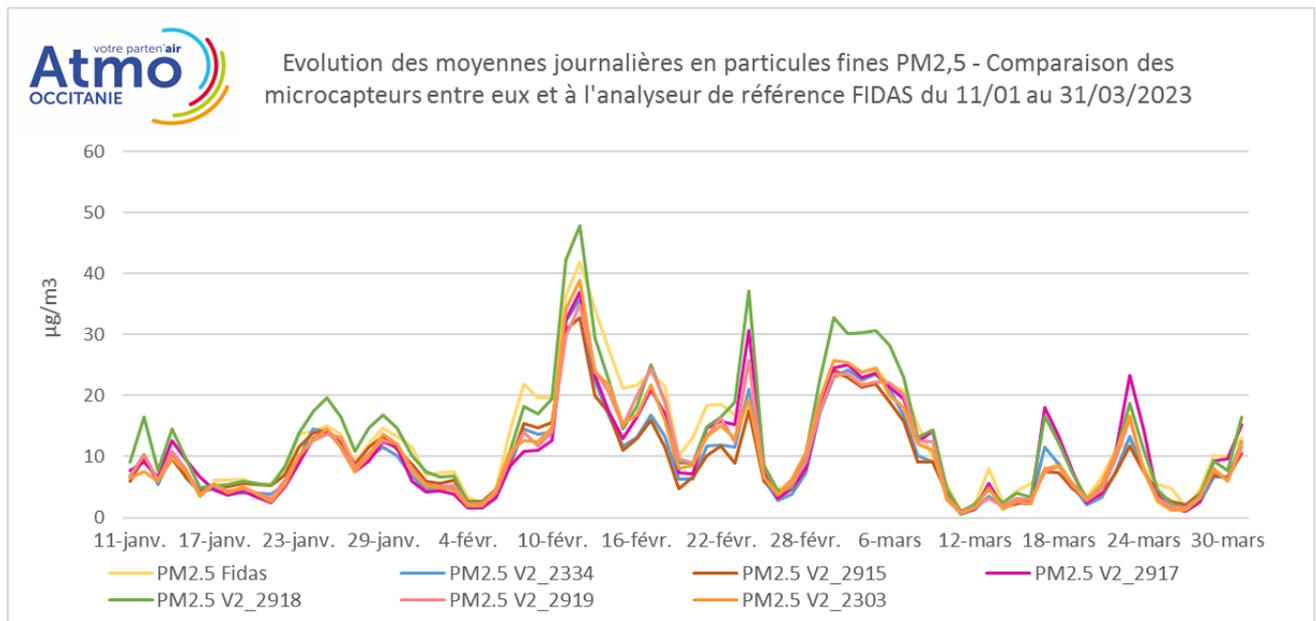
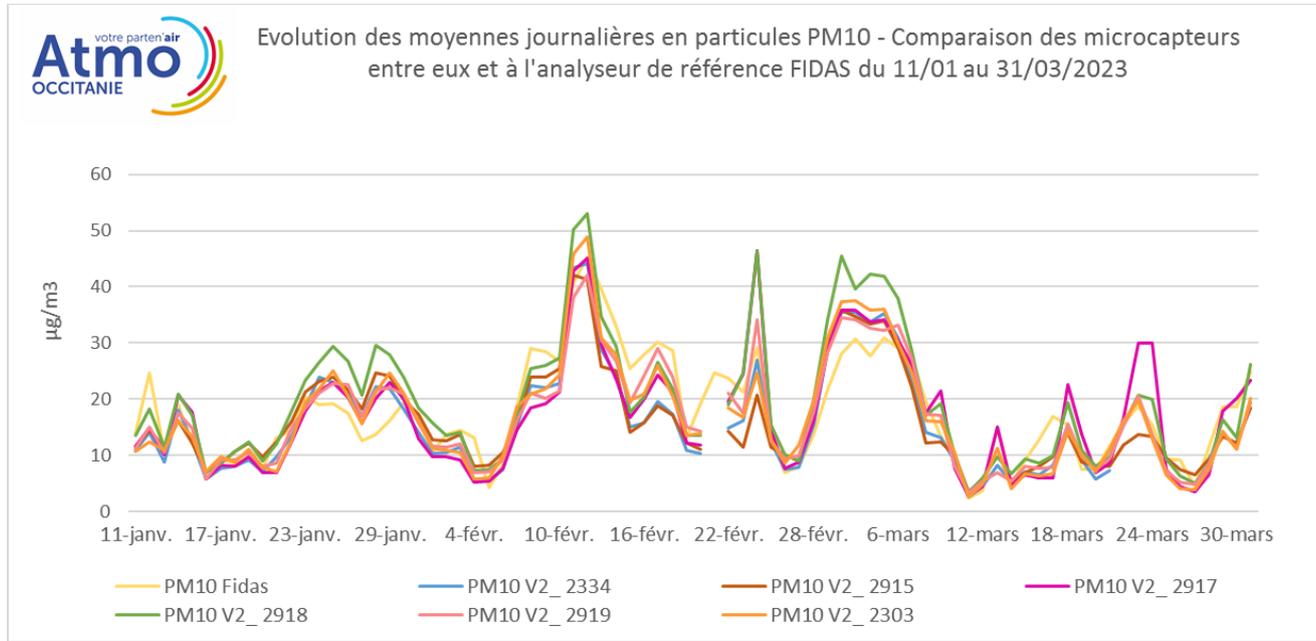
- Invalidation de toutes les données des micro-capteurs si le Z-score du couple de référence est supérieur à 3

Recalcul des moyennes horaires et journalières

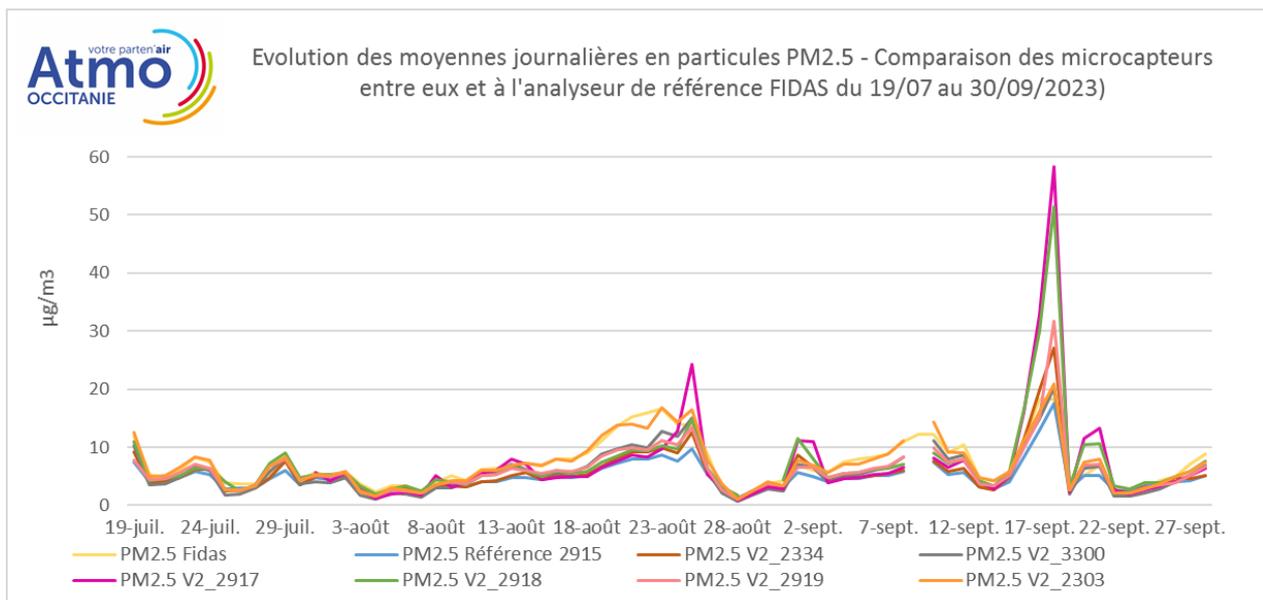
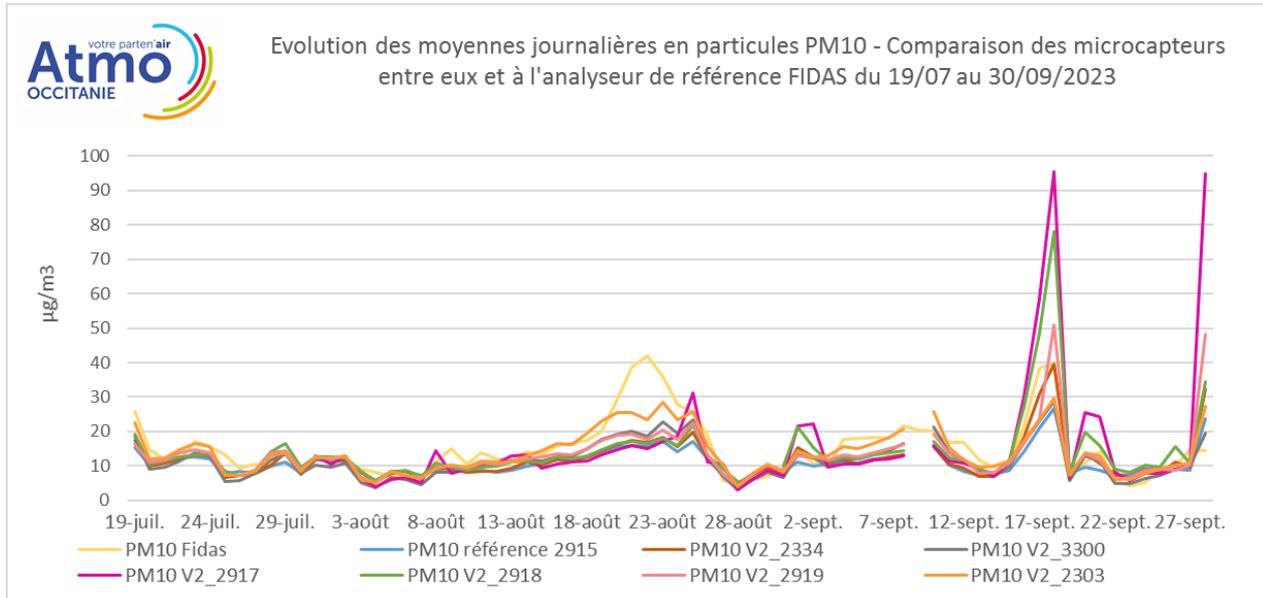
## ANNEXE 11 : Résultats des mesures par microcapteurs

Les données horaires présentées ci-après ne sont pas corrigées comme les moyennes des périodes présentées dans le rapport qui sont corrigées par rapport au couple FIDAS/MC de référence.

### Campagne hiver 2023



● Campagne été 2023



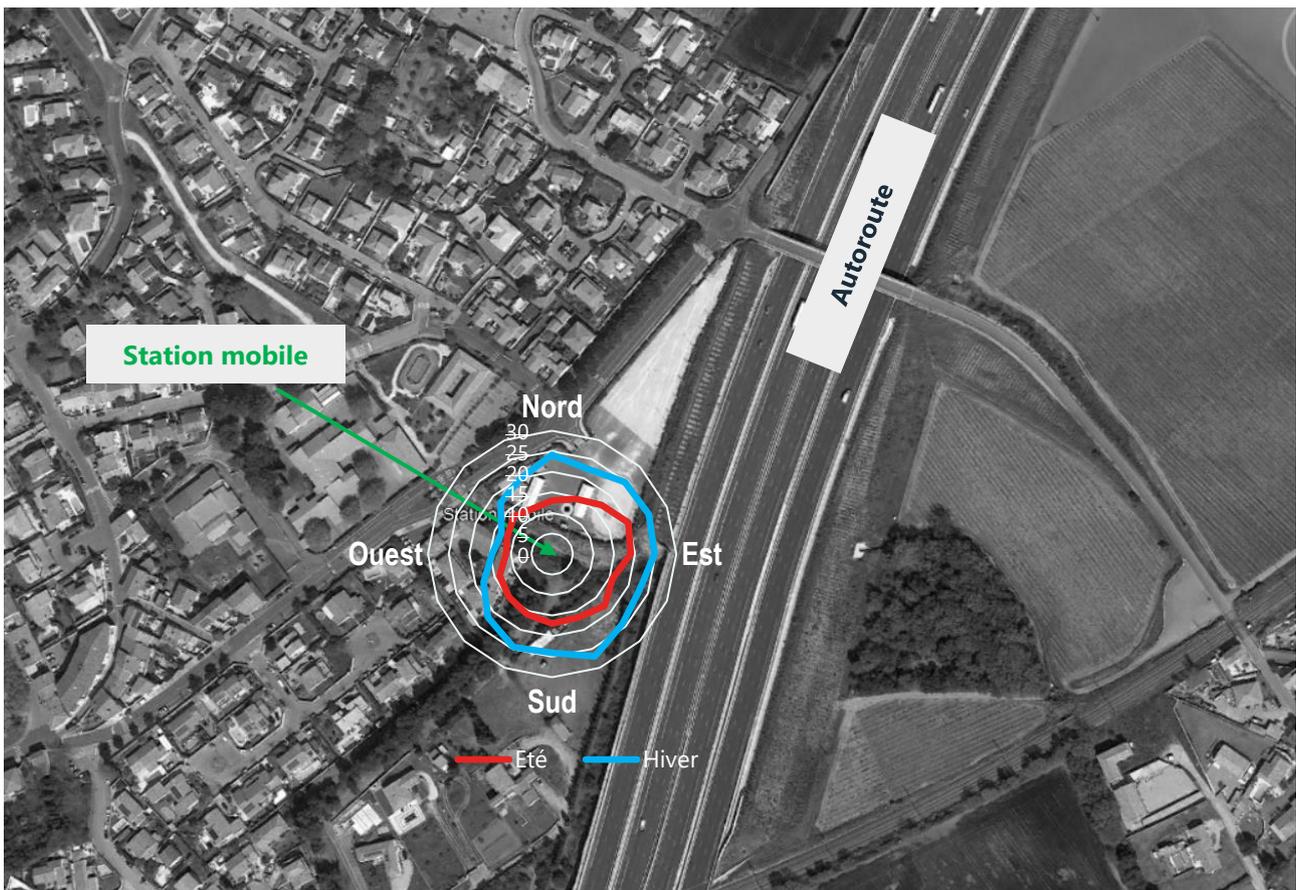
● Quelle que soit la période de mesure, les mesures par microcapteur sont bien corrélées entre elles ainsi qu'avec la mesure de référence par FIDAS.

## Influence du vent sur les particules PM10

Les roses de pollutions, ci-après, indique, quels secteurs de vent sont associés aux concentrations en particules PM10.

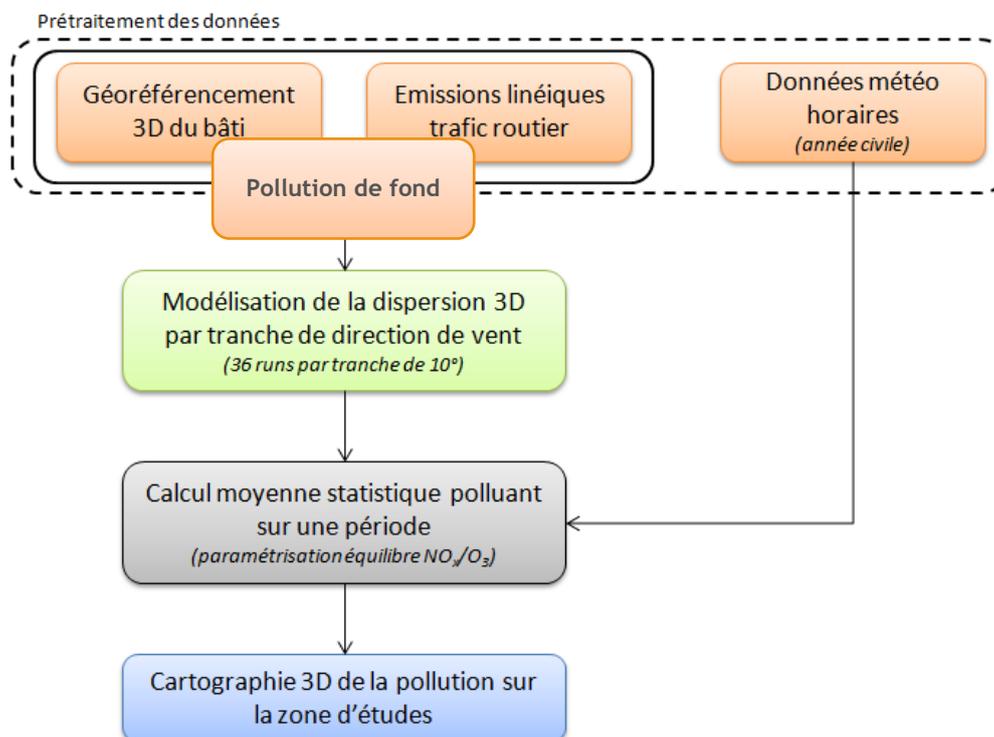
- Quelle que soit la direction de vent, c'est en hiver que les concentrations en particules en suspension PM10 sont les plus élevées.
- Quelle que soit la saison, **c'est en présence de vents venant de l'Est que les concentrations en particules PM10 sont les plus élevées sur le site de la station de Saint-Aunès.** Les concentrations en particules sont donc influencées par les émissions de l'autoroute lorsque le vent provient de cette direction, plaçant la station sous l'influence du panache de l'autoroute.
- A contrario, c'est **lorsque le vent est orienté entre l'Ouest et le Nord-Nord-Ouest que les concentrations en particules PM10 sont les plus faibles.** Cependant, les concentrations en particules diminuent moins que les concentrations en NO<sub>2</sub> pour ces directions, ce qui **confirme l'effet d'autres sources d'émissions sur les concentrations en particules.**

**Saint-Aunès - Rose de pollution en particules en suspension PM10 pour des vents > 1 m/s**  
Hiver : 20/01 au 06/04/22 - Été : 24/06 au 30/09/22



## ANNEXE 12: Modélisation 3D

### Principe du logiciel 3D MISKAM

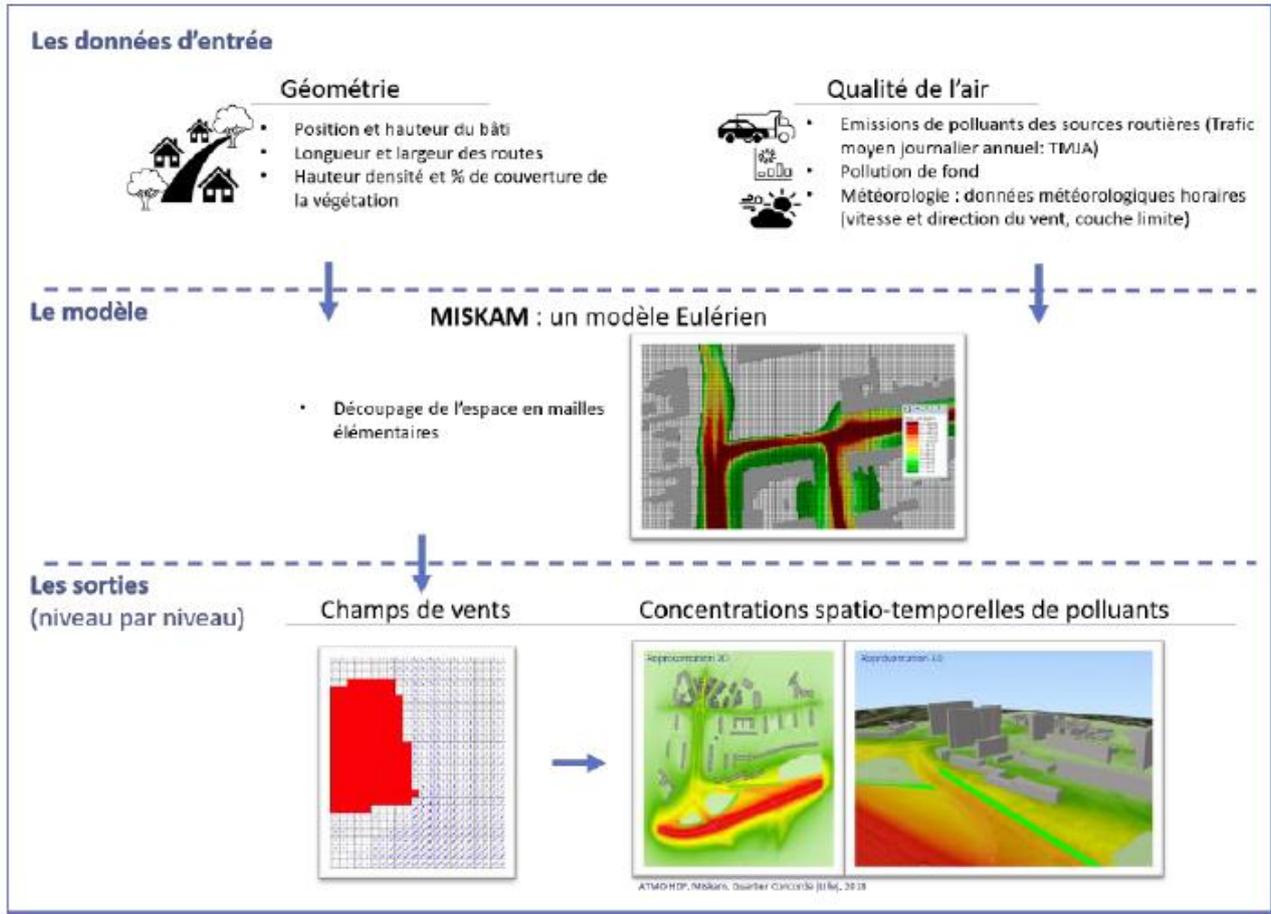


Le modèle MISKAM est un modèle 3D développé en Allemagne par le Dr. J. Eichhorn de l'institut de physique atmosphérique de l'université de Mayence. C'est un modèle tridimensionnel d'écoulement de micro-échelle, couplé à un modèle de dispersion eulérien, qui intègre les contraintes de dispersion des polluants du fait de la présence d'obstacles sur le domaine d'étude.

Ce modèle permet de modéliser les particules, le dioxyde d'azote, le benzène et le monoxyde de carbone sur des pas de temps à définir (moyenne annuelle, maximum horaire, etc). Il permet également de calculer des percentiles et des fréquences de dépassement de valeurs réglementaires.

Le principe du logiciel est de modéliser par tranche de direction de vent et par type d'atmosphère (de stable à très instable) la dispersion des polluants autour des obstacles dans une zone d'étude limitée (un quartier).

Une fois ces calculs "directionnels" effectués, MISKAM estime alors une moyenne annuelle (ou sur une période plus courte) en effectuant un croisement entre les données météorologiques de l'année (ou de la période) et les calculs "directionnels". Les paramétrisations des processus chimiques interviennent aussi au niveau de cette étape.



**Figure 1 : Principes du logiciel MISKAM**

## Données d'entrées

Les données d'entrées nécessaires à la modélisation fine échelle sur la zone d'étude de Saint-Aunès sont :

- les émissions du trafic routier,
- la topographie du domaine d'étude,
- la pollution de fond,
- les données météorologiques.

La **pollution de fond** est ajoutée aux simulations pour estimer les concentrations moyennes qui entrent dans le domaine, notamment lorsque des sources importantes se situent à proximité. Cela permet d'étudier le poids des seules sources de proximité en enlevant ces concentrations.

Les **données météorologiques** sont les données de la station Météo France de Mauguio.

## Emissions du secteur transport

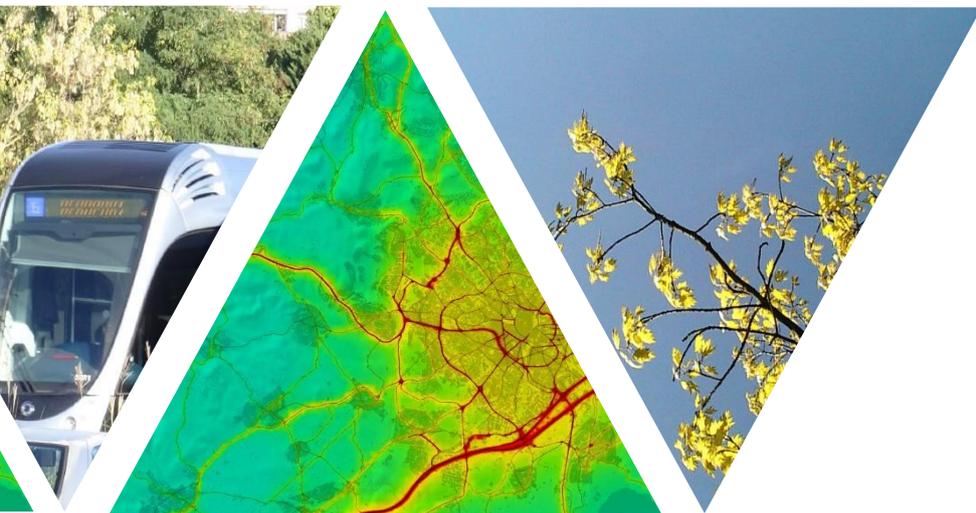
Dans MISKAM seules les émissions issues du transport routier sont modélisées. L'outil de calcul des émissions Circul'air, intègre la méthodologie COPERT 5. Les émissions du trafic routier intégrées dans MISKAM sont calculées à partir de données présentées dans le tableau suivant.

Le calcul des émissions tient compte des **données d'entrées** suivantes :

Conditions de trafic	- Nombre de véhicules en Trafic moyen Journalier annuel par typologie (PL, VP, Bus, 2 roues), VUL,...) - Vitesse de circulation moyenne - Type de voie (route nationale, autoroute, voie urbaine etc.) - Fluidité/congestion du trafic (4 catégories) - Surémissions dues aux PL liées aux pentes et au taux de charge (optionnel)
Milieu routier	Type de voie (route nationale, autoroute, voie urbaine etc.)
Températures moyennes	Températures moyennes minimales et maximales prises en compte pour le calcul de l'évaporation des polluants organiques volatils
Classes de véhicules	Le Parc roulant français du CITEPA de l'année modélisée

En **sortie de calcul**, les données suivantes sont disponibles :

Données de sorties	En sortie du calcul, les véhicules sont subdivisés en 242 types parmi les catégories VP, VUL, PL, bus, 2 roues intégrant le carburant utilisé, la taille du moteur, la technologie et les réglementations d'émissions (normes Euros). Les émissions à l'échappement, à l'évaporation et celles provenant de l'usure des pièces métalliques sont précisées pour les particules et les métaux.
Polluants étudiés	Teneur en polluants (gaz, particules, métaux lourds,...) en g ou mg/kg sur chaque route : NO <sub>x</sub> , PM <sub>10</sub> , PM <sub>2.5</sub>



# 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