

Votre observatoire régional de la

**QUALITÉ de l'AIR**

**RAPPORT  
FINAL 2017**

**Octobre 2018**

**ÉTUDE PILOTE**  
**Effet des haies**  
**végétalisées sur la**  
**qualité de l'air**  
**Etat initial sur la zone**  
**d'étude de Saint-Aunès**



[contact@atmo-occitanie.org](mailto:contact@atmo-occitanie.org) – [www.atmo-occitanie.org](http://www.atmo-occitanie.org)

Atmo  
OCCITANIE  
votre parten'air

The logo for Atmo Occitanie, featuring the text "Atmo" in a large, bold, blue font, with "OCCITANIE" in a smaller, blue font below it. To the right of the text is a stylized graphic consisting of several curved lines in blue, green, and yellow, resembling a sun or a wave. Above the "Atmo" text, the phrase "votre parten'air" is written in a smaller, blue font.

*Evaluation de l'efficacité des haies végétalisées sur la qualité de l'air*

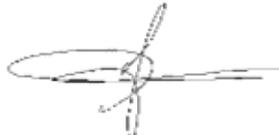
*Commune de Saint-Aunès – Année 2017*

-----

**Rapport état initial**

Responsable de projet :  
Corinne CABERO

Avec l'aide de :  
Joël BRAUCOURT, Kamel MOUELLEF, Antoine THIBERVILLE  
et l'ensemble de l'équipe technique

	<b>Rédaction</b>	<b>Vérification</b>	<b>Approbation</b>
<b>Nom</b>	Corinne CABERO	Antoine THIBERVILLE / Sylvain NICOLAU	Dominique TILAK / Pierre-Yves ROBIC
<b>Qualité</b>	Ingénieur d'études	Ingénieurs d'études	Directrice Générale / Directeur adjoint Etudes
<b>Visa</b>			

# SOMMAIRE

<b>I – SYNTHÈSE DES RESULTATS</b> .....	<b>4</b>
1.1 – UNE ZONE D’ETUDE INFLUENCEE PAR LA PROXIMITE DE L’AUTOROUTE.....	4
1.2 – L’EFFICACITE DES MERLONS POUR LA PROTECTION DES RIVERAINS.....	4
<b>II – DESCRIPTIF DE L’ETUDE</b> .....	<b>5</b>
2.1 – CONTEXTE.....	5
2.2 – OBJECTIFS ET DISPOSITIFS DEPOSES.....	6
2.3 – TERRITOIRE D’EVALUATION ET LOCALISATION DES SITES ETUDIES.....	6
2.4 – POLLUANTS ETUDIES.....	7
2.5 – ECHELLE TEMPORELLE.....	8
2.6 – LES MERLONS VEGETALISES COMME DISPOSITIFS DE PROTECTION DES RIVERAINS.....	8
2.6.1 – PRESENTATION DE LA ZONE D’ETUDE.....	8
2.6.2 – MESURES PAR STATION MOBILE.....	9
2.6.3 – MESURES PAR MICROCAPTEUR.....	9
2.6.4 – MESURE PAR ECHANTILLONNEUR PASSIF DU DIOXYDE D’AZOTE NO <sub>2</sub> .....	10
2.7 – CONDITIONS METEOROLOGIQUES PENDANT LA PERIODE D’ETUDE.....	10
2.7.1 – REGIME DES VENTS.....	11
2.7.2 – PLUVIOMETRIE.....	11
<b>III – ETAT INITIAL DES CONCENTRATIONS EN DIOXYDE D’AZOTE NO<sub>2</sub></b> .....	<b>12</b>
3.1 – LE POIDS DU TRAFIC ROUTIER DANS LES EMISSIONS DE NOX.....	12
3.2 – VARIATIONS SAISONNIERES.....	12
3.3 – RESULTATS DES MESURES.....	13
3.4 – INFLUENCE DU TRAFIC ROUTIER DE L’A9 SUR LES CONCENTRATIONS DE NO <sub>2</sub> .....	14
3.4.1 – ROSES DE POLLUTION.....	14
3.4.2 – VARIABILITE JOURNALIERES DES CONCENTRATIONS DE NO <sub>2</sub> .....	15
3.4.3 – EVOLUTION SUR LA SEMAINE DE LA POLLUTION LIEE AU TRAFIC ROUTIER.....	15
3.4.4 – VARIATIONS SAISONNIERES DES CONCENTRATIONS DE NO <sub>2</sub> SUR LA ZONE D’ETUDE.....	17
3.5 – SPATIALISATION DES CONCENTRATIONS DE NO <sub>2</sub> .....	17
3.5.1 – CONCENTRATIONS OBSERVEES PENDANT LA CAMPAGNE D’ETUDE.....	17
3.5.2 – COMPARAISON AUX SEUILS REGLEMENTAIRES.....	18
3.5.3 – VARIATIONS SPATIALES SELON LA PROXIMITE DU TRAFIC.....	19
3.6 – JOURNEE PARTICULIERE DU 16 MARS 2017.....	20
<b>IV – ETAT INITIAL DES CONCENTRATIONS EN PARTICULES PM10 ET PM2,5</b> .....	<b>21</b>
4.1 – LE POIDS DU TRAFIC ROUTIER DANS LES EMISSIONS DE PARTICULES FINES.....	21
4.2 – VARIATIONS SAISONNIERES.....	21
4.3 – RESULTATS DES MESURES.....	22
4.3.1 – PM10.....	22
4.3.2 – PM2,5.....	22
4.4 – INFLUENCE DES SOURCES D’EMISSIONS DE PARTICULES SUR LES CONCENTRATIONS.....	23
4.4.1 – ROSES DE POLLUTION.....	23
4.4.2 – EVOLUTION DES CONCENTRATIONS DE PARTICULES SUR LA SEMAINE.....	24

4.4.3 – INFLUENCE DE LA POLLUTION DE FOND .....	25
<b>4.5 – JOURNEES PARTICULIERES.....</b>	<b>26</b>
4.5.1 – DEPASSEMENT DU SEUIL D'INFORMATION LES 16 ET 17 MARS 2017 .....	26
4.5.2 – JOURNEES PARTICULIERES DES 1 ET 2 AOUT 2017.....	27
<b><u>V – ESTIMATION DE L'EFFET DES MERLONS VEGETALISES SUR LA QUALITE DE L'AIR .....</u></b>	<b><u>29</u></b>
<b>5.1 – IMPACT SUR LES CONCENTRATIONS DE NO<sub>2</sub>.....</b>	<b>29</b>
5.1.1 – IMPACT AU NIVEAU DES QUARTIERS .....	29
5.1.2 – IMPACT DIRECT DES MERLONS SUR LA POLLUTION DE NO <sub>2</sub> .....	30
.....	31
5.1.3 – IMPACT DES MERLONS SUR LES CONCENTRATIONS MAXIMALES DE NO <sub>2</sub> .....	32
<b>5.2 – IMPACT DES MERLONS SUR LES CONCENTRATIONS DE PARTICULES PM10 ET PM2,5 .....</b>	<b>34</b>
5.2.1 – DIFFERENCE ENTRE LES MOYENNES JOURNALIERES.....	34
5.2.2 – AUTRES STATISTIQUES (14/04/17 AU 04/09/17) .....	35
5.2.3 – DIFFERENCE DE CONCENTRATIONS EN PARTICULES ENTRE LE DEVANT ET L'ARRIERE DU MERLON .....	36
<b>5.3 – IMPACT DU MERLON SUR LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE.....</b>	<b>39</b>
5.3.1 – ETAT DE L'ATMOSPHERE .....	39
5.3.2 – LA DIRECTION ET VITESSE DU VENT .....	40
<b><u>VI – PERSPECTIVES.....</u></b>	<b><u>41</u></b>
<b><u>TABLE DES ANNEXES.....</u></b>	<b><u>42</u></b>
<b><u>LEXIQUE.....</u></b>	<b><u>42</u></b>

# I – SYNTHÈSE DES RESULTATS

## 1.1 – Une zone d'étude influencée par la proximité de l'autoroute

Le **trafic routier** est, sur la commune de Saint-Aunès, le **principal émetteur** de **NOx et de particules PM10 et PM2,5** avec respectivement 90 et 80% des émissions totales en raison de la présence de l'autoroute A9 sur ce territoire.

L'état initial de la qualité de l'air réalisé confirme l'influence des émissions du trafic routier sur les concentrations de NO<sub>2</sub> et de particules. Les concentrations sont notamment corrélées avec l'intensité du trafic de l'autoroute indépendamment des conditions météorologiques.

Les niveaux observés sont proches de ceux rencontrés à Montpellier sur les stations urbaines pour le NO<sub>2</sub> et de proximité trafic pour les particules avec toutefois des concentrations mesurées qui respecteraient les seuils réglementaires annuels.

## 1.2 – L'efficacité des merlons pour la protection des riverains

L'efficacité des merlons, est avérée sur les concentrations en NO<sub>2</sub> qui diminuent significativement derrière les merlons. Le merlon jouerait donc un rôle de **protection pour les riverains** en termes de pollution de l'air, avec un taux d'abattement du NO<sub>2</sub> pouvant atteindre 31 à 50% derrière le merlon.

**Cependant, cet effet n'a pas été observé pour les concentrations en particules.**

Des investigations complémentaires sont donc à mener pour comprendre ces différences entre le comportement du NO<sub>2</sub> et celui des particules PM10 et PM2,5. Plusieurs facteurs sont d'ores et déjà identifiés :

- la **limite de détection** des microcapteurs : les particules très fines inférieures à 1 µm ne sont pas mesurées. Hors, ce sont ces particules qui sont majoritairement émises lors de la combustion et se trouvent donc au plus près du trafic.
- la **topographie des sites** : les merlons constituent des obstacles qui modifient la circulation de l'air et l'écoulement des polluants en créant des tourbillons au niveau du sol et des zones de recirculation.

Les mesures sur le long terme permettront de confirmer ces premiers résultats et de vérifier si les merlons végétalisés permettent de limiter les niveaux de concentration et l'exposition des populations environnantes.

## II – DESCRIPTIF DE L'ETUDE

### 2.1 – Contexte

Les travaux suivants ont été initiés par l'association de riverains de Saint-Aunès (ADPMA9) dont les actions concernent la protection de l'air et du bruit dans le cadre du dédoublement de l'autoroute A9 sur la commune de Saint-Aunès.

Pour améliorer la protection des riverains à la pollution et au bruit, l'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 afin de limiter les nuisances. L'ADPMA9 s'appuie notamment sur une étude<sup>1</sup> de l'université de Lancaster au Royaume Uni qui démontre qu'il existe un potentiel de réduction des particules PM10 par les végétaux.

En effet, des analyses effectuées au microscope électronique montrent que les particules fines sont « capturées » par les feuilles. L'efficacité des arbres en bord de route pour atténuer les risques pour la santé de la pollution aux particules fines est donc à évaluer.

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.

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.

En 2017, les premières équipes d'experts intervenant pour évaluer et quantifier les effets des végétaux sur la qualité de l'air sont ATMO Occitanie et le CNRS.

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

- évaluation quantitative, menée par ATMO Occitanie,
- évaluation qualitative sur le pouvoir de captation des polluants, 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<sup>2</sup> et le projet associatif d'ATMO Occitanie, en répondant plus particulièrement aux objectifs suivants :

- **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"
- **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"

---

<sup>1</sup> Impact of roadside tree lines on indoor concentrations of traffic derived particulate matter, Lancaster Environment Centre, Lancaster University, UK, 2013

<sup>2</sup> Programme de Surveillance de la Qualité de l'Air

## 2.2 – Objectifs et dispositifs déployés

Le dispositif d'évaluation mis en œuvre est présenté par objectif dans le tableau suivant.

Objectifs	Dispositifs déployés
Evaluation initiale de la qualité de l'air sur la zone d'étude	10 sites échantillonneurs passifs NO <sub>2</sub>
Comparaison des différents modes de conduite des haies végétalisées (irrigation intensive et ponctuelle) et évaluation de l'effet des dispositifs de protection des riverains sur la qualité de l'air	6 sites PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> et NO <sub>2</sub> installés de part et d'autre de chaque merlon, 2 sites de références PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> et NO <sub>2</sub> 1 site avec moyen mobile PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> et NO <sub>2</sub> ,
Comparaison selon la période de l'année	2 périodes de mesure : saison froide et saison chaude
Evaluation de l'effet des végétaux sur la qualité de l'air	Suivi des concentrations en polluants pendant 10 années
Evaluation des dépôts sur les végétaux	Sorties numériques par modélisation annuelle des dépôts secs au niveau de chaque merlon
Identification des évolutions à apporter au dispositifs de protection végétalisés pour assurer la protection des riverains	Rapport d'étude annuel

Ce premier rapport répond à l'évaluation quantitative de l'état initial en matière de qualité de l'air et servira d'année de référence pour comparaison avec les prochaines campagnes d'évaluation.

## 2.3 – Territoire d'évaluation et localisation des sites étudiés

Le territoire de l'évaluation se situe sur la commune de Saint-Aunès.

Localisation de la zone d'étude



## Implantation des sites de mesures sur la commune de Saint-Aunès



### 2.4 – Polluants étudiés

Les polluants mesurés sont, sur la zone d'étude, des polluants caractéristiques de la pollution routière.

- 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.
- Les **particules en suspension** PM<sub>2,5</sub> et PM<sub>10</sub> dont le diamètre est respectivement inférieur à 2,5 et 10 micromètres. Plus les particules en suspension sont fines et plus elles pénètrent profondément dans les poumons et engendrent des troubles respiratoires. Elles ont plusieurs origines :
  - les **émissions directes** dans l'atmosphère provenant de sources anthropiques (raffineries, usines d'incinération, **transport**...) 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 rues.

## 2.5 – Echelle temporelle

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 contrastées.

	Mesures indicatives de <b>PM 10, PM 2,5 et NO<sub>2</sub></b> par appareils automatiques (microcapteurs) sur 8 sites pendant 2 mois en été et 2 mois en hiver	Mesure complémentaire de <b>PM 10, PM 2,5 et NO<sub>2</sub></b> par moyen mobile sur 1 site pendant 2 mois en été et 2 mois en hiver	Mesures indicatives de <b>NO<sub>2</sub></b> par échantillonneurs passifs
Etat 0 (2017)	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
Etat 1 (2018)	x	x	x
Etat 2 (2019)	x		
Etat 3 (2020)	x		
Etat 4 (2021)	x		
Etat 5 (2022)	x	x	x
Etat 6 (2023)	x		
Etat 7 (2024)	x		
Etat 8 (2025)	x		
Etat 9 (2026)	x	x	x

## 2.6 – Les merlons végétalisés comme dispositifs de protection des riverains

### 2.6.1 – Présentation de la zone d'étude

La zone d'étude se situe sur la commune de Saint-Aunès au niveau de 3 merlons plantés de haies arborées bordure des voies de circulation de l'autoroute A9. Sur cette section le trafic moyen journalier est d'environ 97 000 véhicules. Pendant l'étude, le dédoublement de l'autoroute A9 a été mis en service (30 mai 2017), ouvrant 12 voies à la circulation au lieu de 6 jusqu'alors, sans modification du nombre de véhicules journaliers.

Pour analyser l'impact de haies arborées sur la réduction de la pollution de l'air provenant de la circulation routière sur l'autoroute A9, 3 types de haies arborées selon deux modalités (irrigué-fertilisé et irrigation ponctuelle) sont étudiées 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 irrigué avec des végétaux différents (méthode intensive et à vocation plus paysagère)

## 2.6.2 – Mesures par station mobile

La station mobile a été positionnée sur un terrain de la ville de Saint-Aunès derrière le merlon communal.

Les mesures ont eu lieu du 13 mars au 4 septembre 2017, avec une coupure de 3 semaines en mai-juin en raison de l'utilisation du terrain pour la fête foraine de Saint-Aunès. Pendant cette période la station mobile a été déplacée aux services techniques et n'a pas fonctionné.

Les paramètres mesurés sont les suivants :

Paramètres mesurés
NO <sub>2</sub>
PM10
PM2,5
Paramètres météorologiques (vent)

Station mobile



## 2.6.3 – Mesures par microcapteur

Localisation des sites microcapteurs au niveau des merlons végétalisés



Les sites étudiés par microcapteur, sont présentés sur la carte de la page précédente. 4 autres sites d'étude non présents sur la carte sont implantés pour comparaison, il s'agit de :

- site Services techniques à 70 mètres derrière un merlon, au sud de Saint-Aunès près du stade,
- site de l'Ecoparc (sans merlon)
- site de Près d'Arènes qui est la station de référence urbaine du réseau de Montpellier,

Les photos de chaque site sont présentés en annexe 1.

## **2.6.4 – Mesure par échantillonneur passif du dioxyde d'azote NO<sub>2</sub>**

En complément du dispositif de mesures en continu, **13 sites de mesures** ont été installés sur la zone d'étude (*voir carte page 65*) pour le suivi du NO<sub>2</sub> :

- La majorité des sites (8) positionnés à proximité du trafic routier, principal émetteur de NO<sub>2</sub>.
- 4 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.
- 1 site est placé en milieu rural mais relativement proche de l'autoroute pour être influencé par le trafic (moins de 100 mètres).

3 sites de référence, situés hors de la zone d'étude pour comparaison :

- 1 site de référence rural, non influencé par les activités anthropiques, pour comparaison aux sites de l'étude (bord de l'étang de l'Or),
- 1 site de référence trafic, avenue Mendès France à Montpellier,
- 1 site de référence urbaine, à la station de Près d'Arènes de Montpellier.

Les mesures se sont déroulées sur 2 périodes (01/03 – 26/04 et 21/06 – 16/08). Afin de pouvoir comparer les moyennes obtenues par les échantillonneurs passifs aux normes annuelles correspondantes, la représentativité temporelle est vérifiée en comparant ces données aux mesures en continu menées sur la région Occitanie, à proximité d'axes routiers et en fond urbain.

Des corrections sont alors effectuées sur les mesures de NO<sub>2</sub> par échantillonneurs passifs (cf. détail en annexe 7).

## **2.7 – Conditions météorologiques pendant la période d'étude**

La direction et vitesse 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 (cf *annexe 6*), la plus proche de la zone d'étude, à environ 7 kilomètres au Sud de la commune de Saint-Aunès.

### 2.7.1 – Régime des vents

- Sur la première période de l'étude (mars à mai 2017), les vents sont modérés (entre 8 et 20 km/h) et proviennent essentiellement du Nord. On note également la présence de vent d'Ouest et de Sud-Est.
- Sur la période estivale (1<sup>er</sup> juin au 4 septembre 2017), les régimes de vent sont différents. Les vents de Nord et d'Ouest/Nord-Ouest sont majoritaires (50% du temps). Les vents du Sud sont également importants (environ 20% du temps). Ces vents sont d'intensités moyennes.

**Ces vents sont représentatifs de l'année 2017, tant par leur direction dominante que par leur intensité.**

### 2.7.2 – Pluviométrie

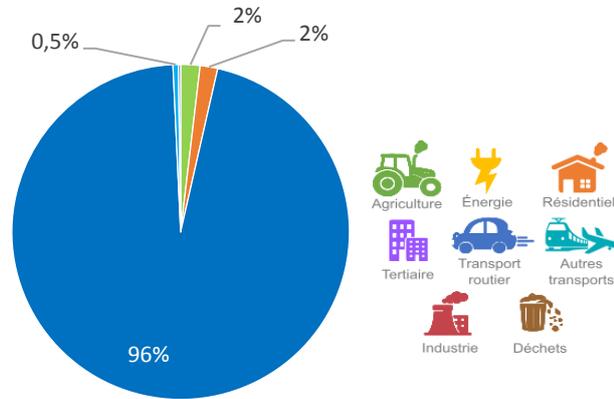
Sur l'ensemble de la période d'étude, les cumuls mensuels de précipitation varient de 11 mm (mois d'août) à 76 mm (mois de mars). Le cumul total de précipitations est de 180 mm, soit **similaire aux moyennes de ces 20 dernières années sur la zone de Montpellier pour cette période.**

## III – ETAT INITIAL DES CONCENTRATIONS EN DIOXYDE D'AZOTE NO<sub>2</sub>

### 3.1 – Le poids du trafic routier dans les émissions de NOx

Le secteur du **trafic routier** représente 96% des émissions de NOx (NO + NO<sub>2</sub>) sur la commune de Saint-Aunès et 72% sur le département de l'Hérault.

L'autoroute A9 est la principale source d'émissions des NOx du secteur du transport routier sur la commune de Saint-Aunès, avec une moyenne de 97 000 véhicules par jour.



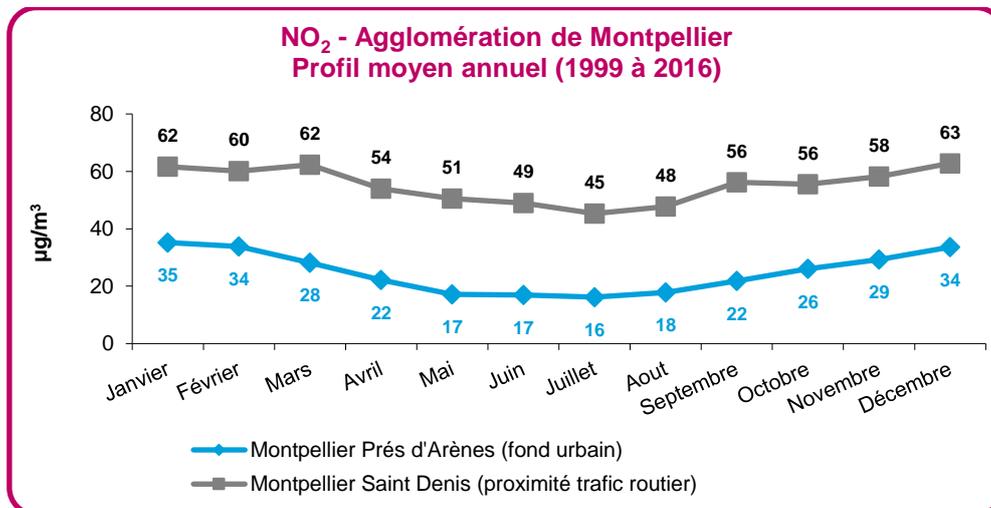
Part des émissions de NOx par secteur d'activité  
Commune de Saint-Aunès - 2012  
Source : Atmo Occitanie

### 3.2 – Variations saisonnières

Généralement, les concentrations en NO<sub>2</sub> sont **plus élevées** en **saison froide** car :

- les conditions de dispersion (situation anticyclonique) sont moins favorables à une bonne dispersion des polluants,
- les émissions de NO<sub>2</sub> dues à la combustion (notamment les chauffages individuels et collectifs) augmentent.

C'est effectivement le cas sur les stations pérennes installées sur la région de Montpellier, en milieu urbain comme à proximité du trafic routier, comme le montre le graphique ci-dessous.



### 3.3 – Résultats des mesures

Les mesures effectuées pendant 21 semaines entre le 14 mars et le 4 septembre 2017 ne peuvent être représentatives des moyennes annuelles, car la période hivernale n'est que partielle et c'est au cours de cette période que les concentrations en NO<sub>2</sub> sont généralement les plus importantes (cf.3.2). Elles permettent cependant d'effectuer un premier état des lieux et d'approfondir les connaissances de la qualité de l'air dans la zone d'étude de Saint-Aunès.

Le tableau ci-après présente les résultats enregistrés sur le site d'étude de Saint-Aunès ainsi que sur d'autres stations automatiques de la région (voir carte de localisation des stations en annexe 8).

	Fond urbain influencé trafic	Prox. Trafic routier	Prox. Trafic routier	Fond urbain	Fond périurbain	Réglementation
NO <sub>2</sub>	Station mobile Saint-Aunès	Toulouse Port Embouchure	Montpellier St-Denis	Montpellier Près d'Arènes	Lunel-Viel	Valeurs réglementaires
Moyenne (14/03 au 04/09/17) (µg/m <sup>3</sup> )	15	45	42	16	10	Objectif de qualité : Moyenne annuelle : 40 µg/m <sup>3</sup>
Moyenne 2017 (µg/m <sup>3</sup> )	-	49	44	20	13	Valeur limite : 40 µg/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle
Maximum horaire 2017 (µg/m <sup>3</sup> )	90 (16 mars 21h)	220 (27/11/17)	151 (17/11/17)	149 (15/03/17)	106 (20/01/17)	Pas plus de 18 heures de dépassements par an
Nombre de dépassement moyenne horaire 2017 >200 µg/m <sup>3</sup>	Aucun dépassement	1	Aucun dépassement			seuil d'information

Sur le site d'étude de Saint-Aunès, les concentrations moyennes de NO<sub>2</sub> enregistrées sont :

- inférieures à celles mesurées sur les sites de proximité trafic routier de Montpellier et Toulouse,
- proches des concentrations relevées en fond urbain (Montpellier - Près d'arènes),
- supérieures à celles mesurées en fond périurbain (Lunel-Viel).

La concentration moyenne de NO<sub>2</sub> mesurée sur la période de l'étude à Saint-Aunès est de 15 µg/m<sup>3</sup>, **soit inférieure aux seuils réglementaires annuels** (objectif de qualité et valeur limite : 40 µg/m<sup>3</sup>).

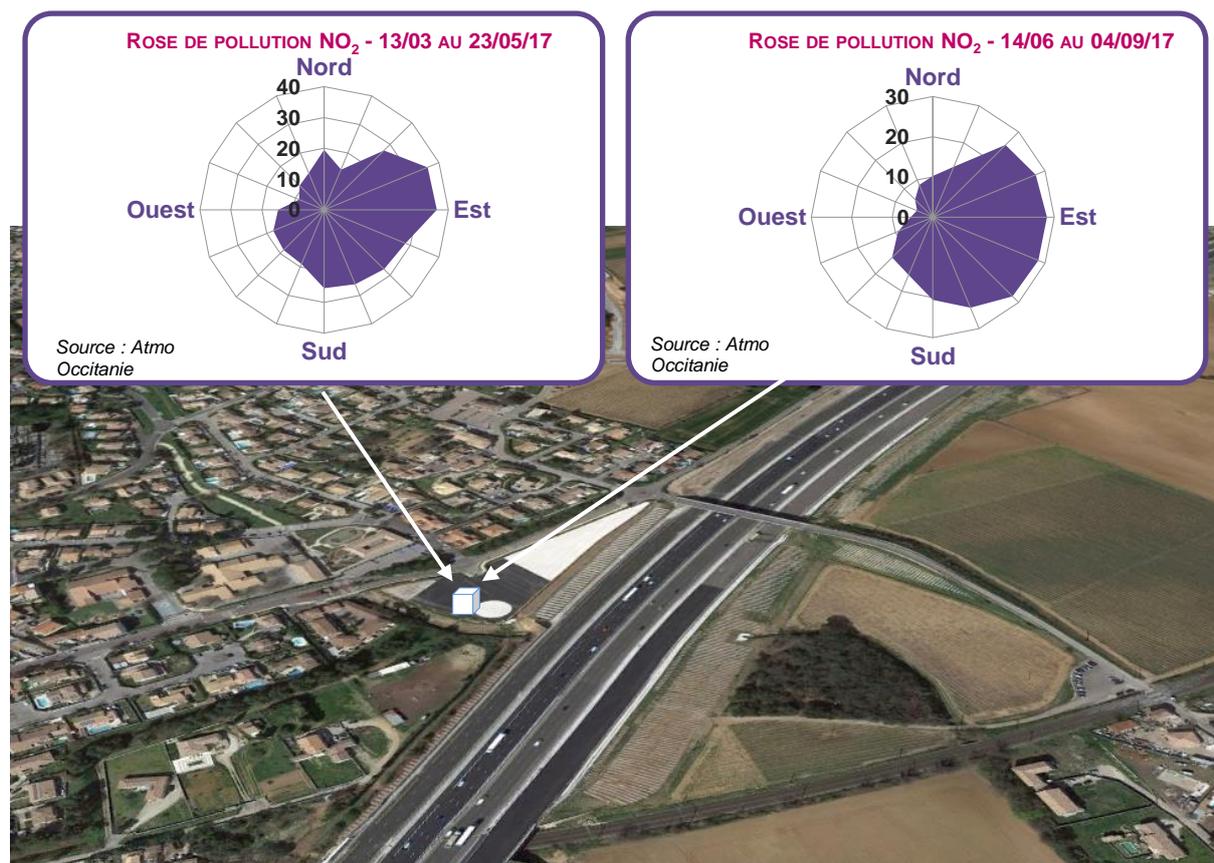
Sur le site d'étude, il est fortement probable que les seuils réglementaires annuels pour le NO<sub>2</sub> soient respectés car, l'écart entre les moyennes des 2 périodes (campagne d'étude et annuelle) pour les autres sites sont faibles.

## 3.4 – Influence du trafic routier de l'A9 sur les concentrations de NO<sub>2</sub>

### 3.4.1 – Roses de pollution

Les roses de pollution suivantes représentent les concentrations moyennes de NO<sub>2</sub> mesurées sur le site de Saint-Aunès en fonction de la direction du vent.

Elles montrent que les concentrations sont plus importantes par vents de secteur Est en lien avec la présence de l'autoroute à l'Est du site de mesure, démontrant l'influence de cet axe sur les concentrations mesurées.

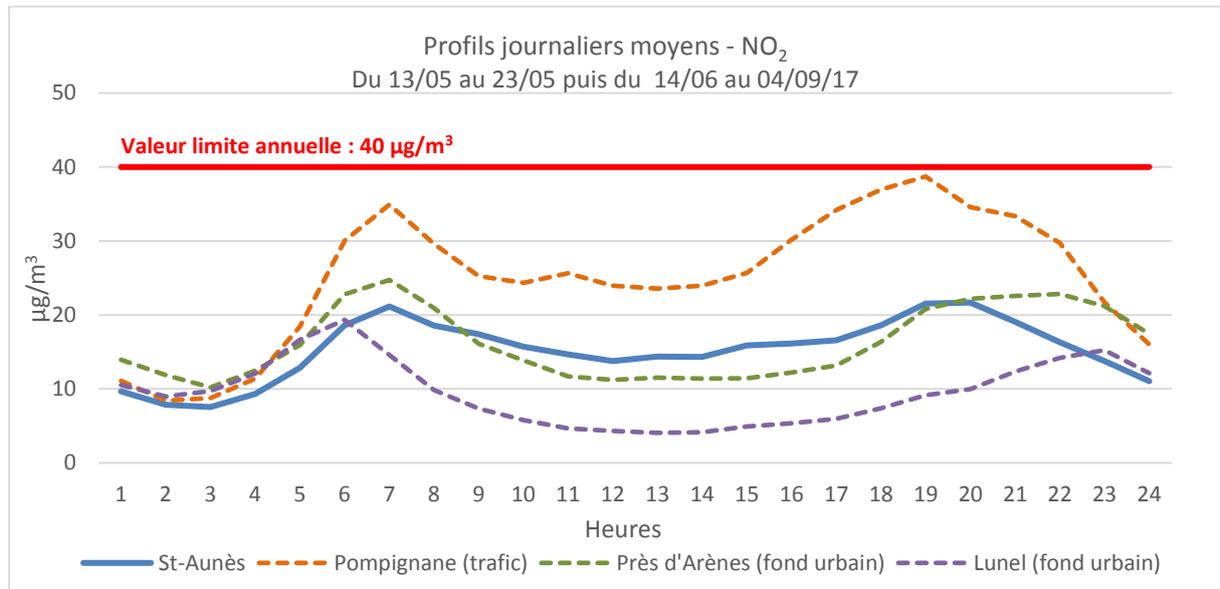


Sur les roses de pollution, l'échelle des concentrations de NO<sub>2</sub> est en µg/m<sup>3</sup>.

### 3.4.2 – Variabilité journalières des concentrations de NO<sub>2</sub>

Les concentrations de NO<sub>2</sub> suivent généralement le rythme de la pollution urbaine et sont globalement plus élevées aux heures de pointe du trafic routier.

Les moyennes journalières des concentrations en NO<sub>2</sub> enregistrées sur le site d'étude et sur 3 stations pérennes de l'Hérault (Pompignane, Prés d'arènes, Lunel-Viel) sont présentées ci-après.



Les profils journaliers moyens à Saint-Aunès et sur la région de Montpellier présentent les mêmes caractéristiques, à savoir des augmentations de NO<sub>2</sub> en début de matinée et en fin d'après-midi, c'est-à-dire au moment des "heures de pointe" du trafic routier.

Toutefois, par rapport à la station trafic de la Pompignane à Montpellier, l'intensité des pics de concentration en NO<sub>2</sub> à la station d'étude de Saint-Aunès est plus faible, principalement en raison de son éloignement au trafic routier (55 mètres de l'autoroute A9) et de la présence de merlons, jouant le rôle d'écran.

### 3.4.3 – Evolution sur la semaine de la pollution liée au trafic routier

La figure suivante indique, pour la station de Saint-Aunès, un profil hebdomadaire proche de celui de la station de fond urbain de Prés d'Arènes de Montpellier.

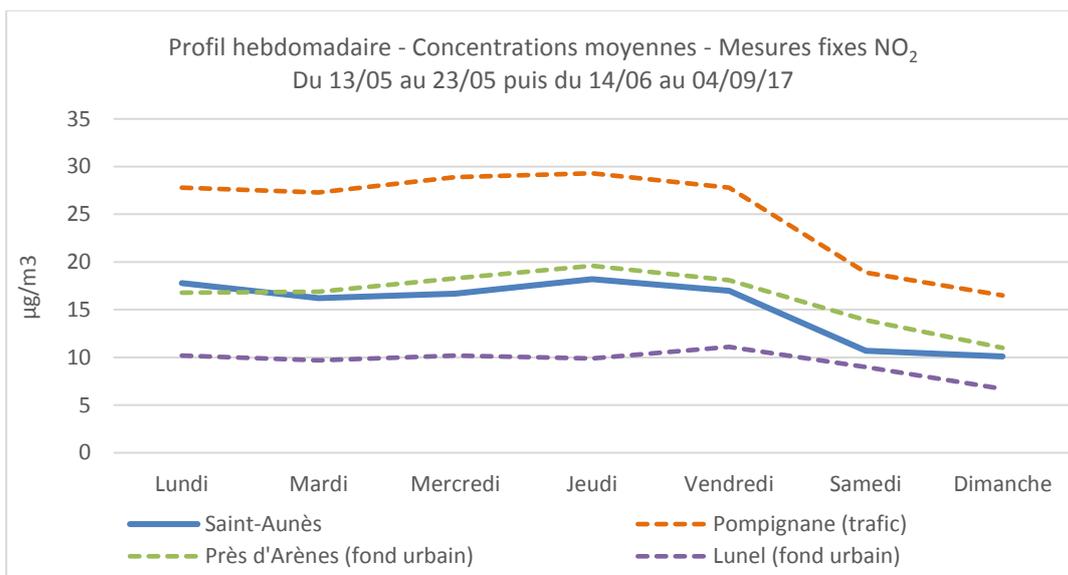
Pour chacun des sites fixes, les concentrations diminuent significativement le week-end. Sur le site de Saint-Aunès, ces concentrations sont parfaitement corrélées avec le trafic de l'autoroute A9 qui diminue en fin de semaine.

Préalable à la lecture des données NO<sub>2</sub> issues des microcapteurs :

*Le jeu de données utilisé pour les statistiques présentées correspond aux données valides, répondant aux critères de validation indiqués par le constructeur :*

- supérieures à 40 µg/m<sup>3</sup> et inférieures à 451 µg/m<sup>3</sup>
- température ambiante de -5°C à 40 °C et Humidité relative = 5 à 95 %

*Les moyennes présentées n'utilisent donc que des données supérieures à 40 µg/m<sup>3</sup>, ce qui explique que les concentrations moyennes NO<sub>2</sub>, par microcapteur, soient plus élevées que les concentrations moyennes obtenues par d'autres méthode de mesure. Cependant, les tests effectués par ATMO Occitanie montrent que les cycles jour/nuit et jour de semaine –profil hebdomadaire) sont bien représentés. Les profils obtenus sont donc cohérents.*

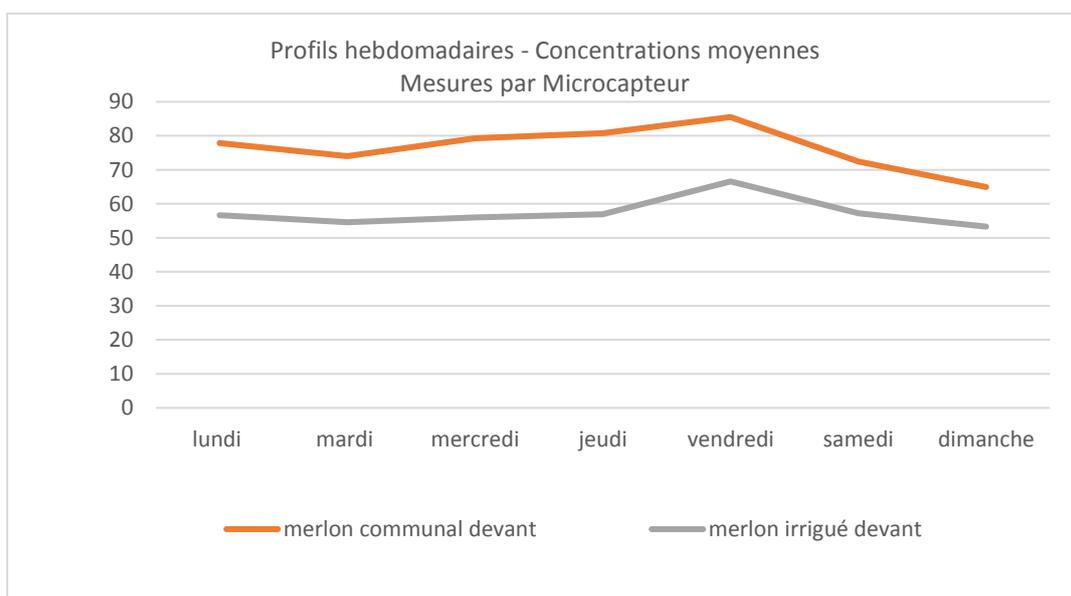


**Préalable à la lecture des données NO<sub>2</sub> issues des microcapteurs :**

Le jeu de données utilisé pour les statistiques présentées correspond aux données valides, répondant aux critères de validation indiqués par le constructeur :

- supérieures à 40 µg/m<sup>3</sup> et inférieures à 451 µg/m<sup>3</sup>
- température ambiante de -5°C à 40 °C et humidité relative = 5 à 95 %

Les moyennes présentées n'utilisent donc que des données supérieures à 40 µg/m<sup>3</sup>, ce qui explique que les concentrations moyennes NO<sub>2</sub>, par microcapteur, soient plus élevées que les concentrations moyennes obtenues par d'autres méthode de mesure. Cette représentation graphique a pour objet d'illustrer la variabilité moyennes des concentrations au cours de la journée. Les représentations graphiques effectuées par ATMO Occitanie montrent que les cycles jour/nuit et jour de semaine (profil hebdomadaire) sont cohérents avec ce qui est habituellement observé à proximité d'axes de circulation. Les concentrations moyennes ne sont pas représentatives des niveaux moyens sur ces zones. Elles sont surestimées et ne font d'ailleurs pas l'objet d'exploitation directe dans le rapport.

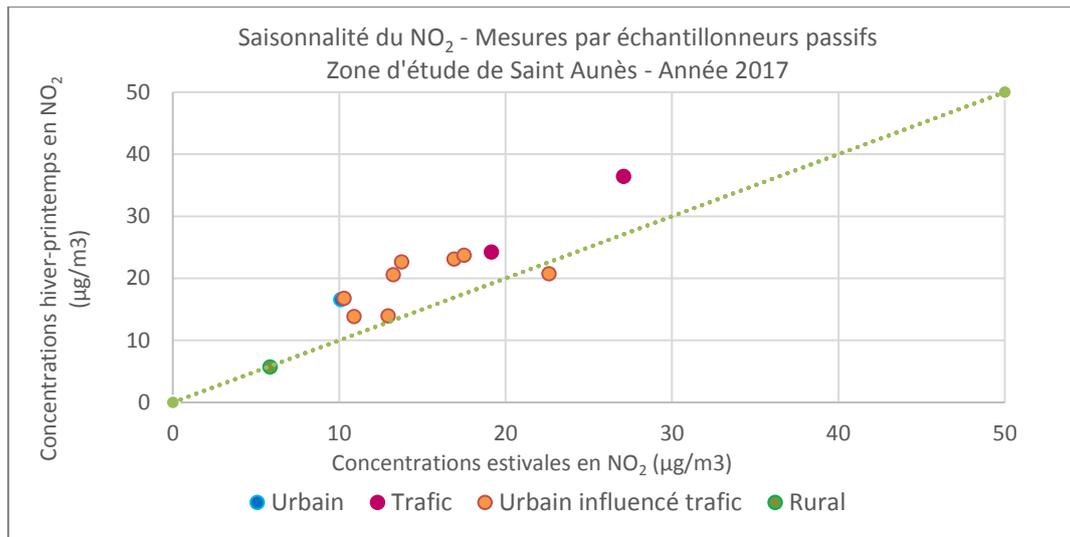


Pour les sites situés au plus près du trafic, les concentrations augmentent le vendredi et diminuent le week-end. Ces évolutions sont cohérentes avec les variations de trafic observées sur l'autoroute A9.

### 3.4.4 – Variations saisonnières des concentrations de NO<sub>2</sub> sur la zone d'étude

Pour la quasi-totalité des sites, les concentrations mesurées par tubes passifs en NO<sub>2</sub> sont plus élevées sur la période hiver-printemps (01/03 au 26/04/17). En moyenne, la pollution de fond sur cette période est de 22 µg/m<sup>3</sup> contre 16 µg/m<sup>3</sup> en été (ratio hiver-printemps/été=1,4). Cet écart s'explique par des conditions météorologiques défavorables pour la dispersion des polluants, auxquelles s'ajoutent les émissions dues aux chauffages particuliers et collectifs.

Pour les sites de proximité du trafic routier, fortement influencés par la circulation proche, les variations de NO<sub>2</sub> sont principalement dues à l'évolution du trafic routier.



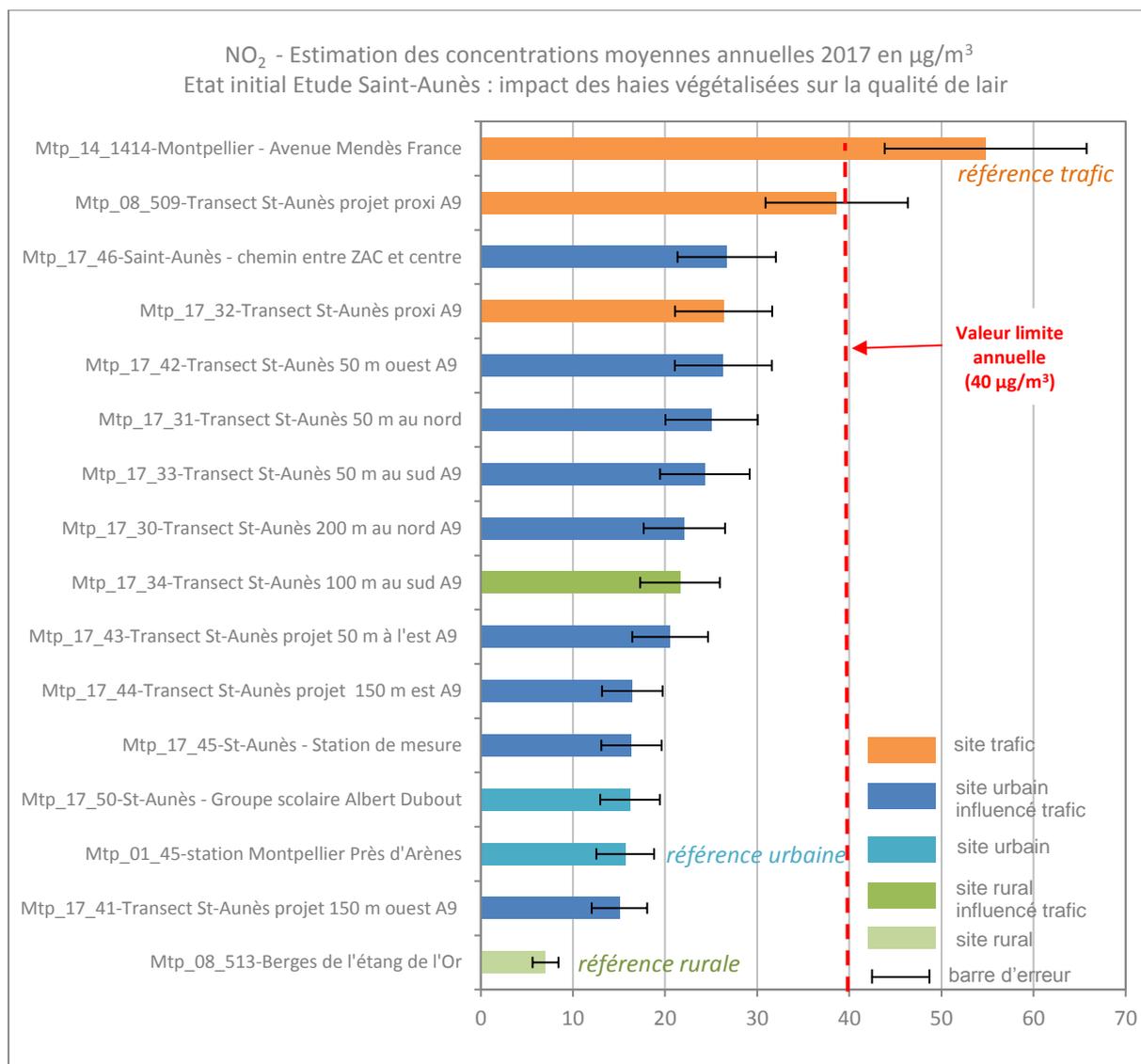
### 3.5 – Spatialisation des concentrations de NO<sub>2</sub>

Afin d'évaluer, les variations spatiales de la pollution issue du trafic routier, une campagne par tubes échantillonneurs a été réalisée sur différents types de sites (proximité trafic, urbain, périurbain et rural).

#### 3.5.1 – Concentrations observées pendant la campagne d'étude

Les résultats complets de mesures du NO<sub>2</sub> sont présentés en *annexe 7*.

Le graphique page suivante présente les moyennes annuelles 2017 de l'ensemble des sites de mesures de la campagne ainsi que pour 3 sites de référence de la région de Montpellier (trafic, urbain et rural) et le site de référence situé sur la commune de Mauguio.



### 3.5.2 – Comparaison aux seuils réglementaires

Un seul des sites étudiés (08\_509) sur le site d'étude, situé proche du trafic de l'autoroute, est susceptible de dépasser la valeur limite (voir photographie ci-dessous) en raison de sa proximité au trafic de l'autoroute et du nombre important de véhicules (en moyenne 90 000 véhicules par jour).

Les concentrations enregistrées sur l'ensemble des autres sites de mesures de la zone d'étude respectent la valeur limite annuelle pour la protection de la santé.

Hors de la zone d'étude, le site de référence trafic de Montpellier ne respecte pas la valeur limite annuelle.



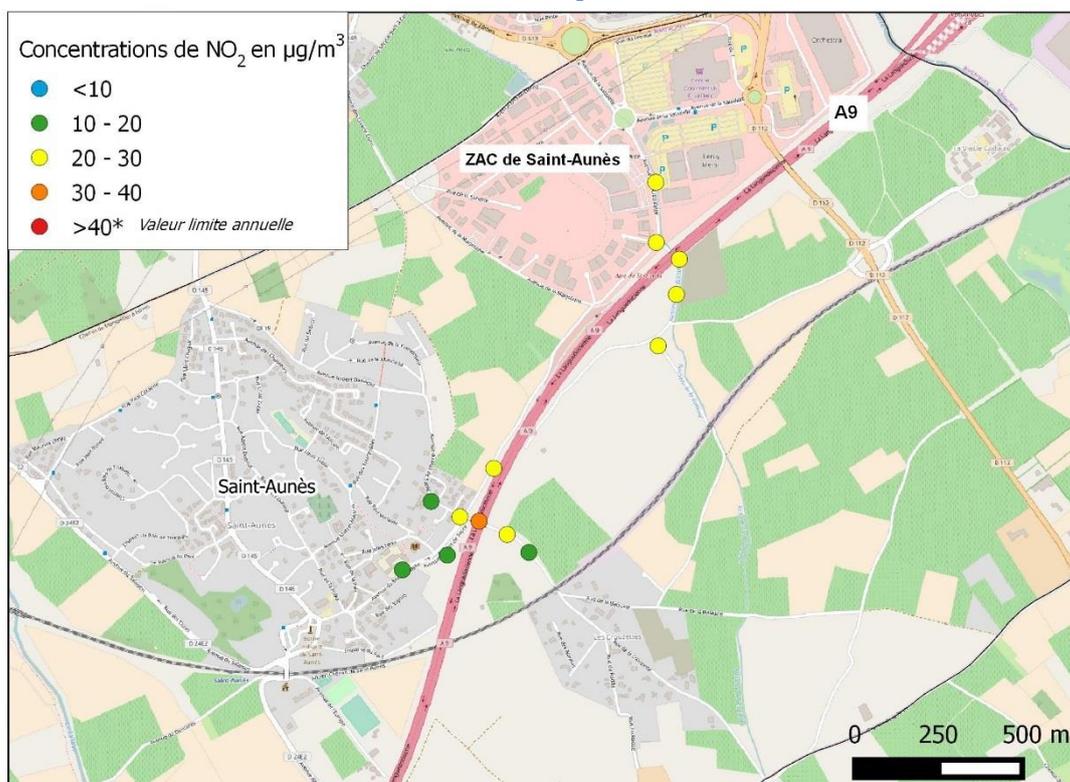
Saint-Aunès – Pont A9, Rue de la Cruzette  
(Site Mtp\_08\_509)

### 3.5.3 – Variations spatiales selon la proximité du trafic

- Les concentrations enregistrées à proximité immédiate du trafic routier sont les plus élevées. La valeur maximale ( $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) est observée sur le pont de l'autoroute en raison de la proximité des voies.
- Les concentrations diminuent avec la distance au trafic routier : cette décroissance est particulièrement visible au niveau du transect de Saint-Aunès (rue de la Cruzette), où les concentrations diminuent significativement dès que l'on s'éloigne de l'autoroute en raison de la présence des merlons et murs antibruit qui ont tendance à retenir la pollution au niveaux des axes de circulation.
- Au contraire, la décroissance est moins rapide dans la ZAC de Saint-Aunès, en raison de la configuration ouverte qui fait que les concentrations restent influencées par la présence de l'autoroute sur une plus large distance.

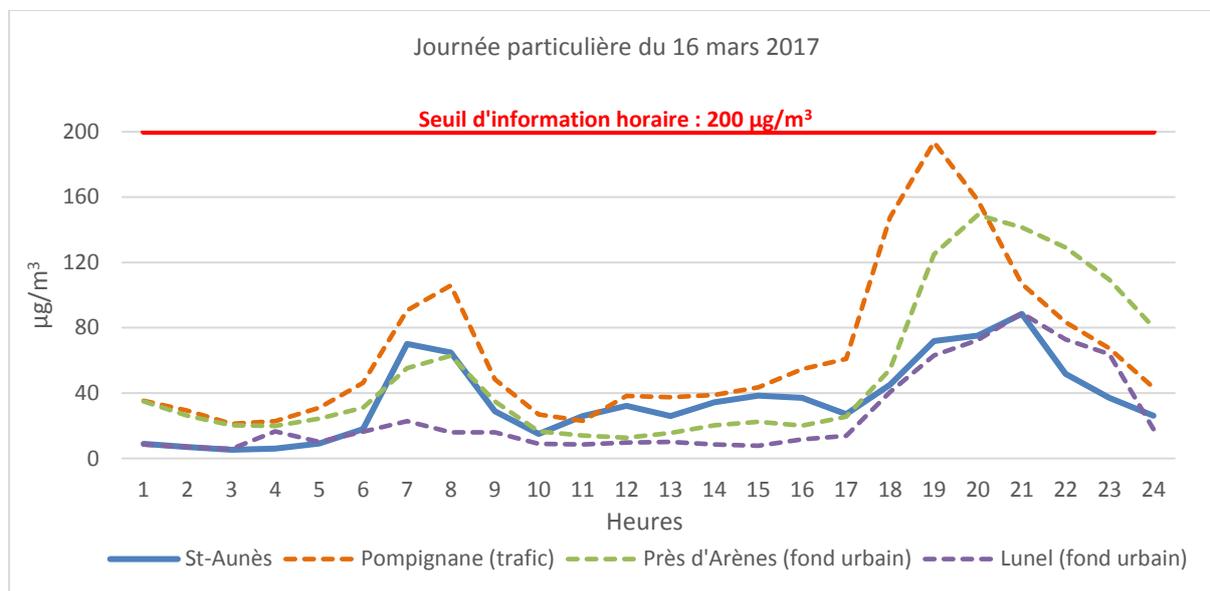
Les transects sont présentés au paragraphe 5.1.

*Estimation des concentrations annuelles en  $\text{NO}_2$  sur la commune de Saint-Aunès en 2017*



### 3.6 – Journée particulière du 16 mars 2017

Le jeudi 16 mars 2017 ont été enregistrées sur le site de Saint-Aunès les concentrations les plus élevées de la campagne de mesure ( $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne journalière et  $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne horaire).

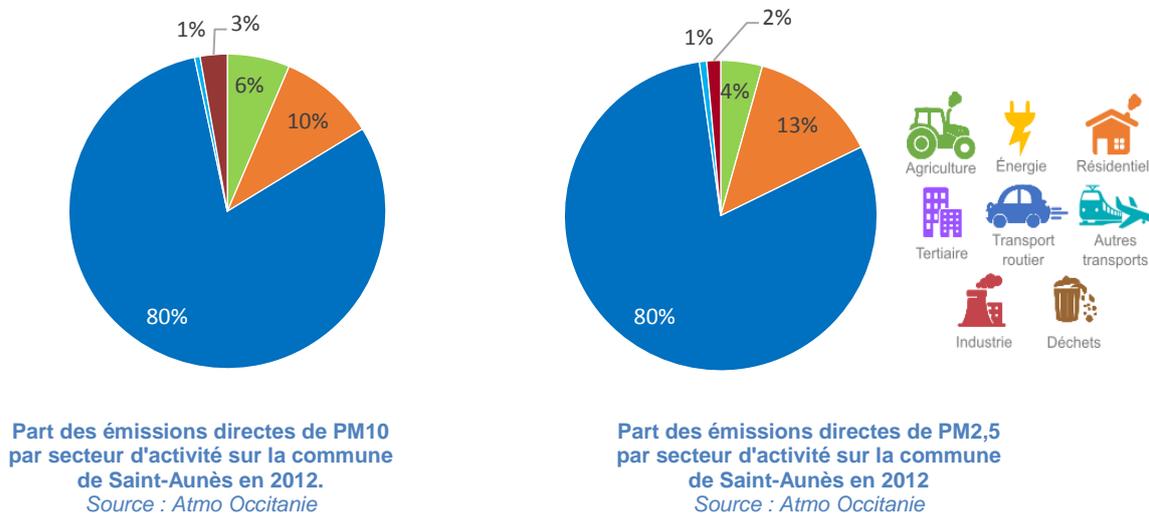


Les profils obtenus sont caractéristiques des heures de pointe du trafic, ici plus marqués à l'heure de pointe du soir.

Lors de cette journée, ont été enregistrées sur les stations de la région de Montpellier les concentrations les plus élevées de  $\text{NO}_2$  de la campagne de mesure. Cette hausse des concentrations n'était donc pas spécifique à l'environnement proche du site de Saint-Aunès mais lié à des conditions météorologiques favorisant l'accumulation des polluants.

## IV – ETAT INITIAL DES CONCENTRATIONS EN PARTICULES PM10 ET PM2,5

### 4.1 – Le poids du trafic routier dans les émissions de particules fines



Sur la commune de Saint-Aunès, la principale source d'émission de **particules PM<sub>10</sub>** et **PM<sub>2,5</sub>** est le **Transport routier** (principalement la combustion du gazole et l'usure du véhicule et de la route).

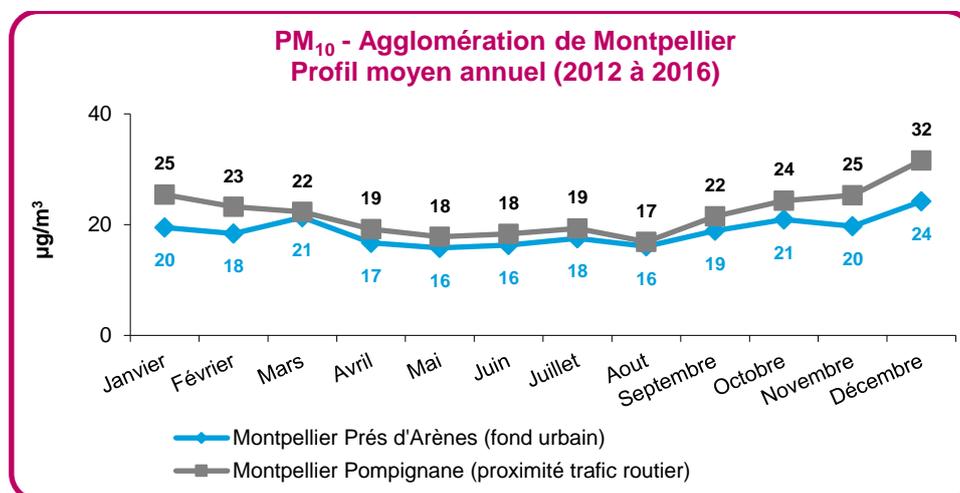
Le secteur **Résidentiel-Tertiaire représente entre 10 et 13% des émissions**, principalement en lien avec la combustion du bois pour le chauffage.

### 4.2 – Variations saisonnières

Les concentrations en PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> sont généralement **plus élevées en saison froide** car :

- les conditions météorologiques (situation anticyclonique) sont moins favorables à la dispersion des polluants dans l'atmosphère,
- les émissions de particules dues à la combustion (notamment chauffages individuels et collectifs) augmentent.

C'est effectivement le cas sur les stations pérennes installées sur l'agglomération de Montpellier, comme le montre le graphique ci-contre, pour les particules PM<sub>10</sub>.



## 4.3 – Résultats des mesures

**Préambule :** Les mesures effectuées pendant 21 semaines entre le 14 mars et le 4 septembre 2017 ne peuvent être représentatives des moyennes annuelles, car la période hivernale n'est que partielle et c'est au cours de cette période que les concentrations en particules sont généralement les plus importantes. Elles permettent cependant d'effectuer un premier état des lieux et d'approfondir les connaissances de la qualité de l'air dans la zone d'étude de Saint-Aunès.

### 4.3.1 – PM10

La carte de localisation des stations de la région est présentée en annexe 8.

	Fond urbain influencé trafic	Prox. Trafic routier	Prox. Trafic routier	Fond urbain	Réglementation
PM10	Station mobile Saint-Aunès	Toulouse Route d'Albi	Montpellier Pompignane	Montpellier Près d'Arènes	Valeurs réglementaires
Moyenne ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (14/03 au 04/09/17)	21	17	16	16	Objectif de qualité : Moyenne annuelle : 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Moyenne 2017 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	-	21	18	17	Valeur limite : 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle
Moyenne journalière maximale 2017 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	55 (17/03/17)	75 (07/01/17)	53 (24/01/17)	51 (16/03/17)	Valeur limite jour. : pas + de 35 jours de dépassement/an de moy. jour. > 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Nombre de moyenne journalière 2017 >50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2	12	0	0	

Sur le site d'étude de Saint-Aunès, les concentrations moyennes de PM<sub>10</sub> enregistrées sont :

- supérieures aux valeurs mesurées aux stations de Montpellier,
- inférieures à celles mesurées à Toulouse.

Sur le site d'étude, la moyenne journalière de **50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  a été dépassé 2 fois**, les 16 et 17 mars 2017, avec respectivement 51 et 55  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . La valeur limite journalière (à ne pas dépasser plus de 35 jours par an > 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) est donc **très probablement respectée sur le site de Saint-Aunès pour 2017**.

### 4.3.2 – PM2,5

	Fond urbain influencé trafic	Prox. Trafic routier	Prox. Trafic routier	Fond urbain	Réglementation
PM2,5	Station mobile Saint-Aunès	Toulouse Route d'Albi	Montpellier Pompignane	Montpellier Près d'Arènes	Valeurs réglementaires
Moyenne ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (14/03 au 04/09/17)	17	9	13	11	Objectif de qualité : Moyenne annuelle : 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Moyenne ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 2017	-	12	15	12	Valeur cible moyenne annuelle : 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ Valeur limite moyenne annuelle : 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Sur le site d'étude de Saint-Aunès, les concentrations moyennes de  $PM_{2,5}$  enregistrées sont supérieures à celles mesurées dans la région de Montpellier. La présence de l'autoroute à proximité du site d'étude de Saint-Aunès explique cette différence.

Cependant, la concentration moyenne de  $PM_{2,5}$  mesurée sur le site d'étude de Saint-Aunès est de  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , **soit inférieure à la valeur limite ( $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) et à la valeur cible ( $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )**.

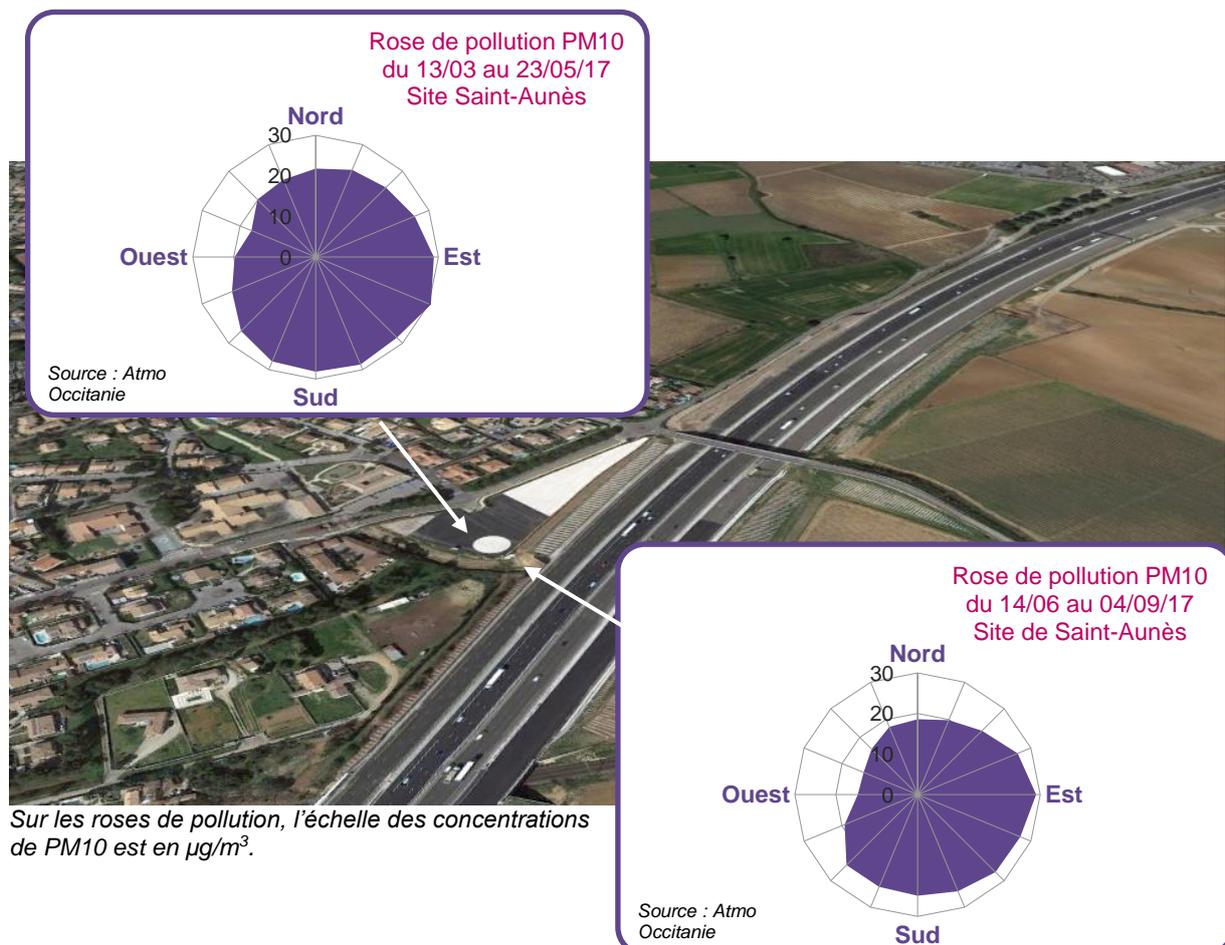
En revanche, l'objectif de Qualité ( $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) n'est pas respecté comme sur la majorité des stations de mesure en France. L'ensemble des autres seuils réglementaires sont respectés.

## 4.4 – Influence des sources d'émissions de particules sur les concentrations

### 4.4.1 – Roses de pollution

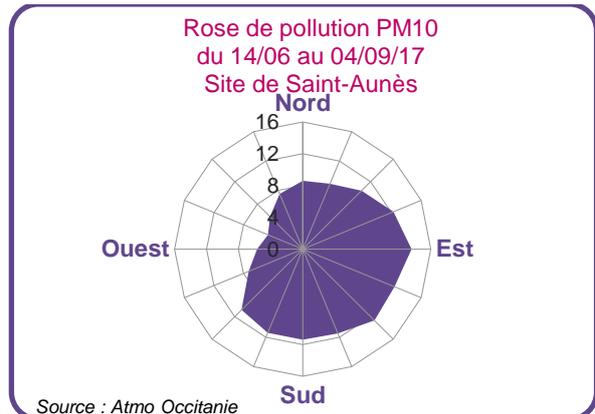
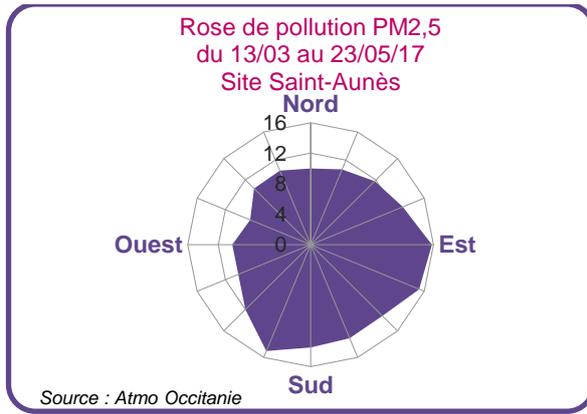
Les roses de pollution représentent les concentrations moyennes de  $PM_{10}$  mesurées sur le site d'étude en fonction de la direction du vent. Les mesures de la station mobile ayant été interrompues de fin mai à mi-juin, 2 roses de pollution sont présentées.

#### 4.4.1.1 – $PM_{10}$



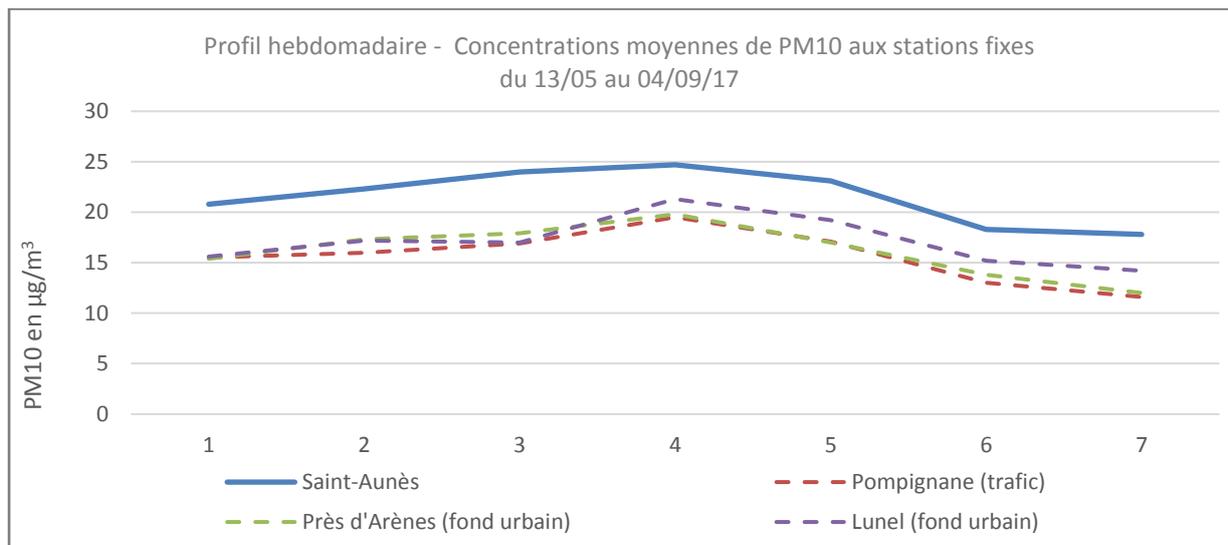
Les roses de pollution montrent que les concentrations sont plus importantes par vents de Sud à Est en lien avec la présence de l'autoroute à l'est du site de mesure, démontrant l'influence de cet axe sur les concentrations.

#### 4.4.1.2 – PM<sub>2,5</sub>

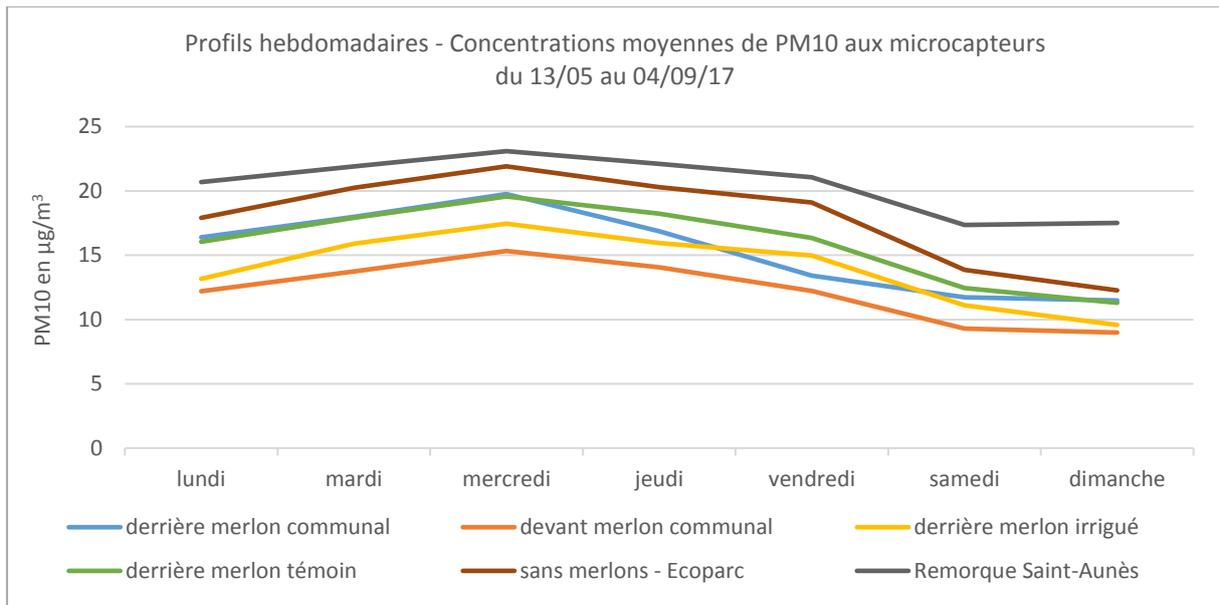


Comme pour les PM<sub>10</sub>, on observe une influence marquée des directions de vent Sud à Est sur les concentrations en PM<sub>2,5</sub> enregistrées sur le site d'étude démontrant l'influence de l'autoroute sur les concentrations.

#### 4.4.2 – Evolution des concentrations de particules sur la semaine



Sur les stations de mesures de l'agglomération de Montpellier, les concentrations diminuent le week-end en lien avec l'évolution du trafic, comme cela a été mis en évidence pour le NO<sub>2</sub>.

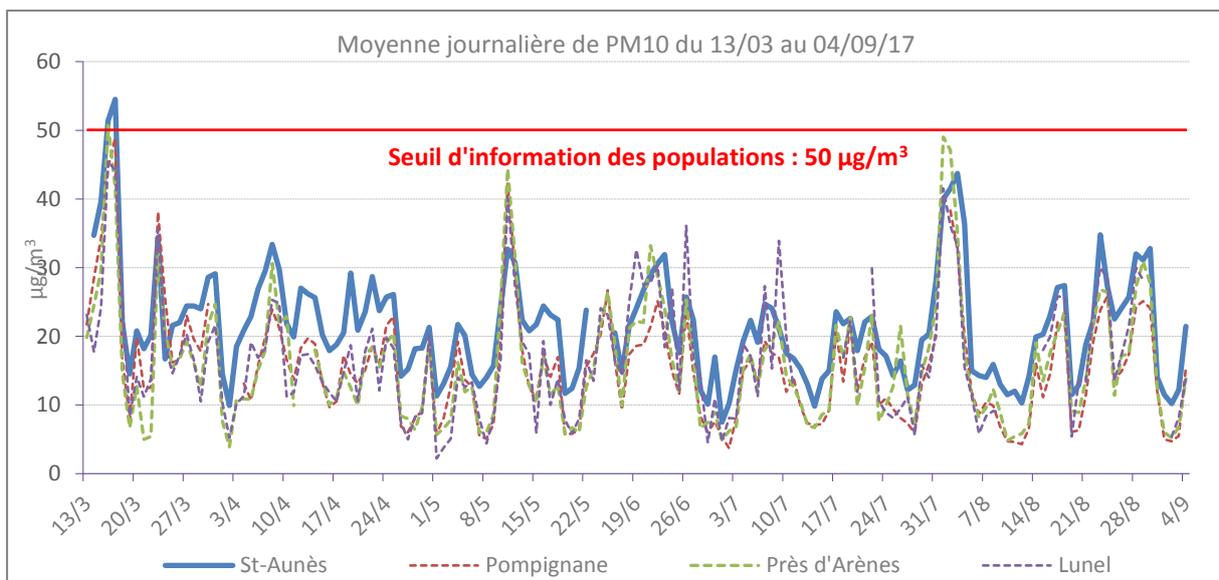


Pour chacun des sites suivis par microcapteur à Saint -Aunès, les concentrations diminuent en fin de semaine. Comme pour le  $\text{NO}_2$ , les concentrations sont cohérentes avec le trafic observé sur l'autoroute A9 qui diminue le week-end.

#### 4.4.3 – Influence de la pollution de fond

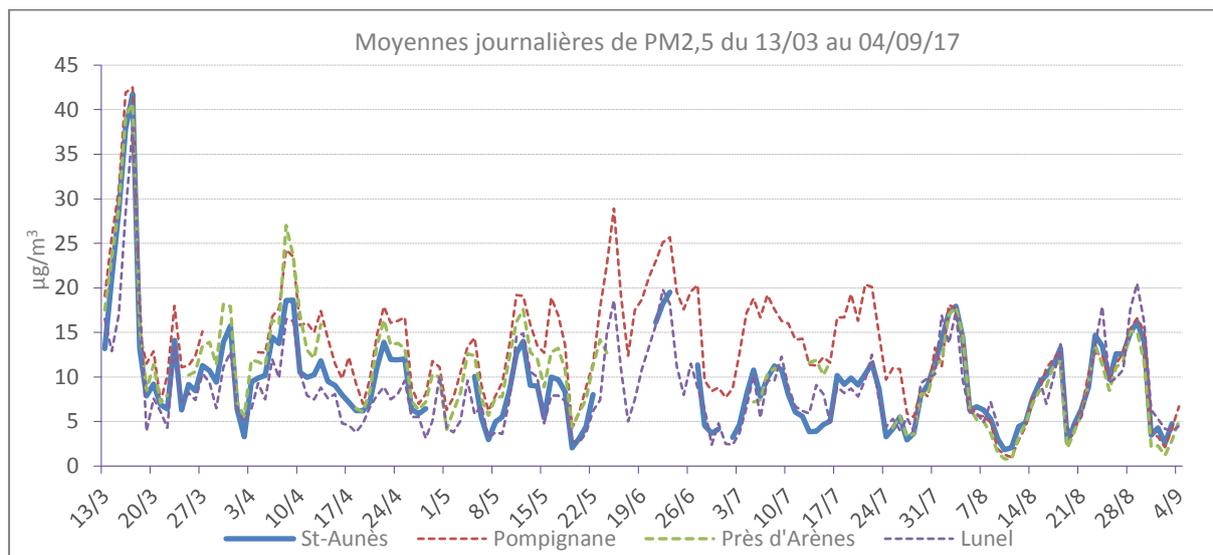
Le trafic routier n'est pas la seule source d'émissions de particules. Le chauffage au bois peut notamment contribuer à l'augmentation des concentrations dans l'air si les conditions météorologiques ne sont pas dispersives (absence de vent et température froide).

##### 4.4.3.1 – PM10



La forte corrélation observée entre les concentrations des  $\text{PM}_{10}$  enregistrées à Saint-Aunès et celles mesurées dans le département de l'Hérault, indépendamment de la typologie du site montre l'existence d'un fond régional de particules en suspension, auquel se superposent les particules émises par des sources locales.

#### 4.4.3.2 – PM<sub>2,5</sub>



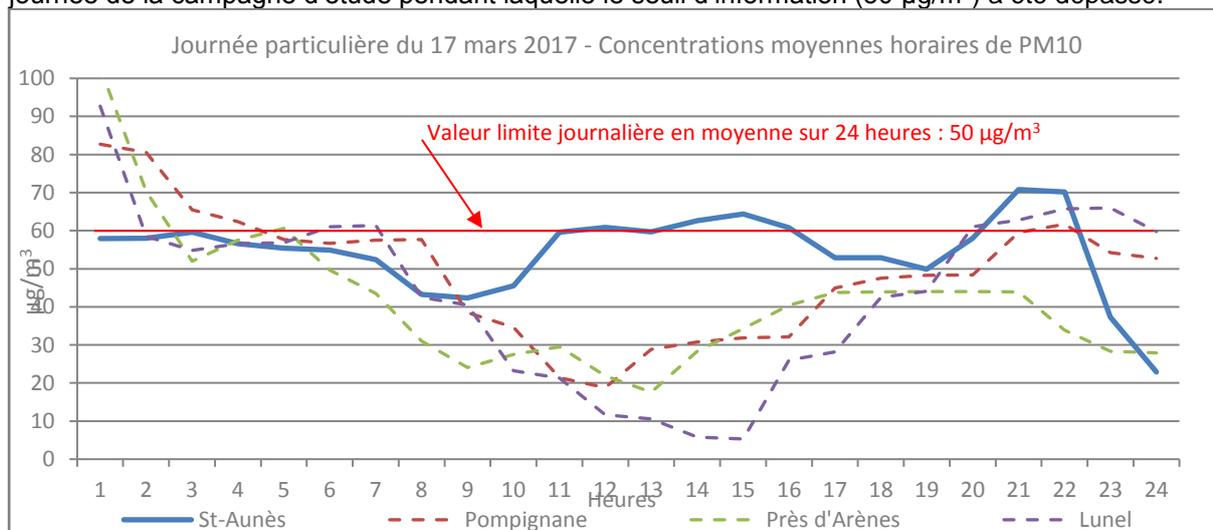
Comme pour les PM<sub>10</sub>, on observe une bonne corrélation entre les concentrations des PM<sub>2,5</sub> enregistrées à Saint-Aunès et celles mesurées sur le département en raison de l'existence d'un fond régional de PM<sub>2,5</sub>, auquel se superposent des particules émises par des sources locales.

### 4.5 – Journées particulières

#### 4.5.1 – Dépassement du seuil d'information les 16 et 17 mars 2017

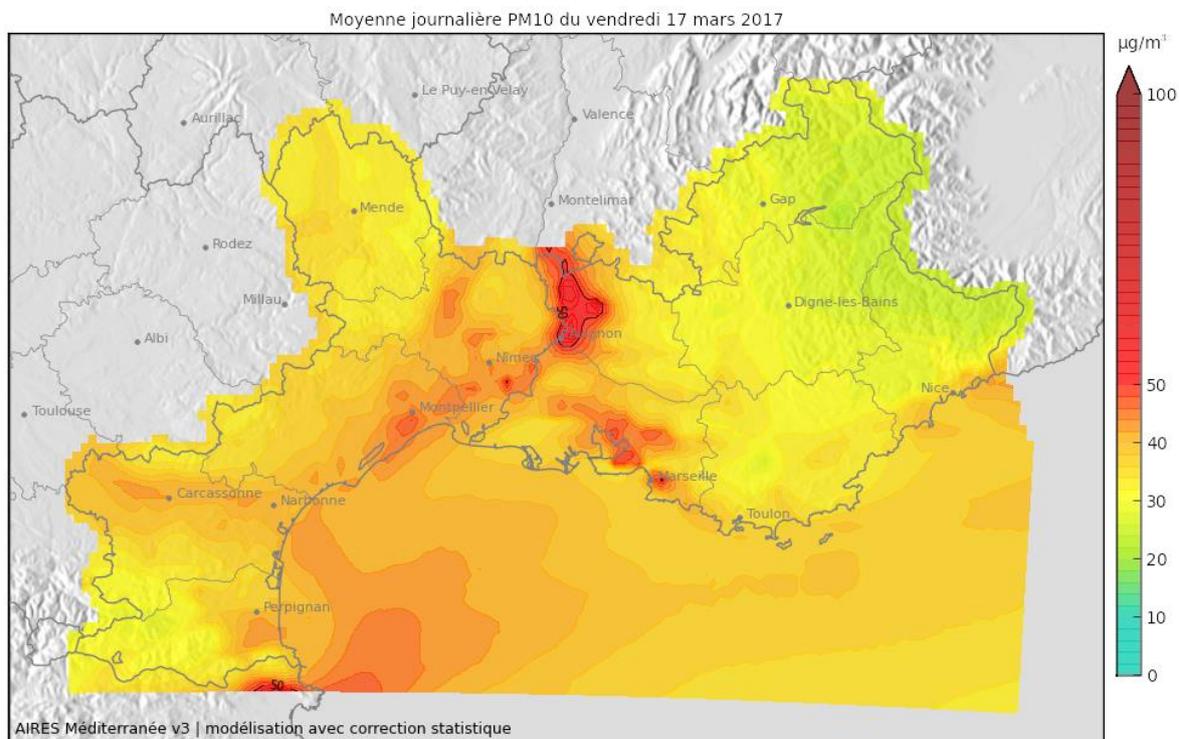
La moyenne journalière a été dépassé 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  à 2 reprises, les 16 et 17 mars 2017, avec respectivement 51 et 55  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . La valeur limite journalière (pas plus de 35 jours par an > 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) est donc très probablement respectée sur le site de Saint-Aunès pour l'année 2017.

Le vendredi 17 mars 2017 a été enregistrée sur le site de Saint-Aunès la concentration moyenne journalière de PM<sub>10</sub> la plus élevée de la campagne de mesure (55  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Il s'agit de la deuxième journée de la campagne d'étude pendant laquelle le seuil d'information (50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a été dépassé.



Lors de cette journée, les conditions météorologiques étaient anticycloniques et propices à l'accumulation des polluants dans l'atmosphère avec un vent faible, (moins de 8 km/h en moyenne).

La carte suivante présente la prévision régionale de la plate forme AIREs Méditerranée pour la journée du 17 mars 2017.



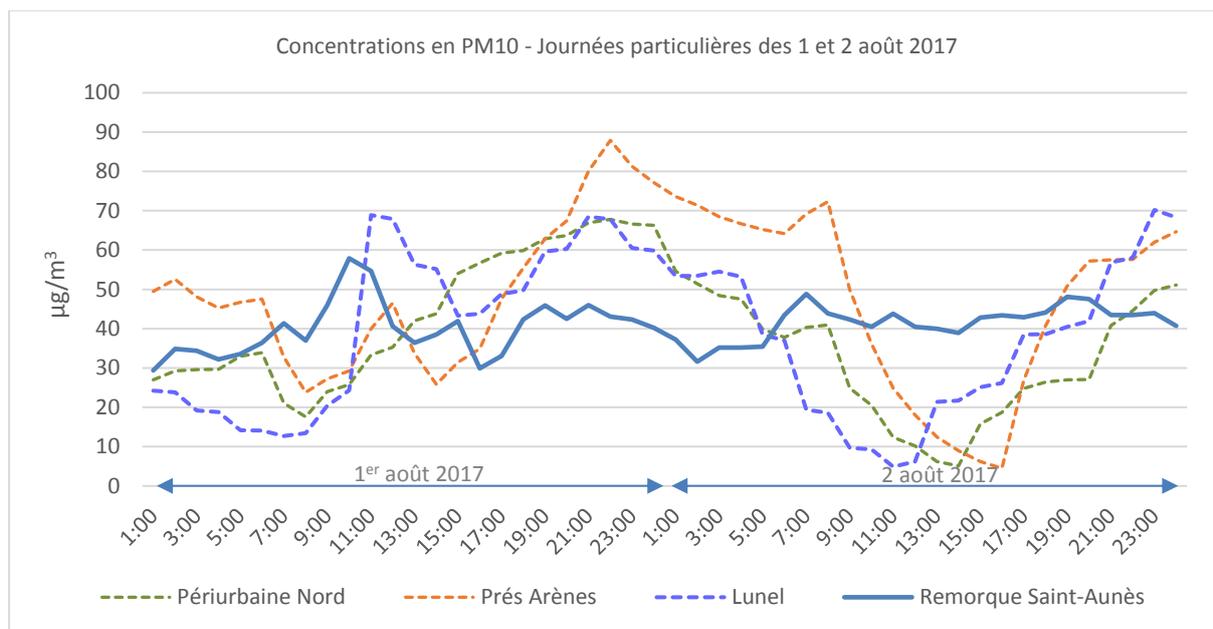
Concentrations en PM10 pour le vendredi 17 mars 2017 – AIREs Méditerranée

Le **17 mars 2017**, des concentrations élevées de particules en suspension ont été enregistrées sur **l'ensemble des départements de l'Hérault et du Gard**, ce qui a entraîné le déclenchement de la procédure d'information. Cette hausse des concentrations de PM<sub>10</sub> n'était donc pas spécifique à l'environnement proche du site de Saint-Aunès, mais était la conséquence d'un épisode de pollution aux PM<sub>10</sub> touchant un large territoire.

#### **4.5.2 – Journées particulières des 1 et 2 août 2017**

Lors de ces 2 premières journées du mois d'août les concentrations horaires à la station de Saint-Aunès étaient élevées sans toutefois dépasser le seuil de la valeur limite journalière de 50 µg/m<sup>3</sup>.

Sur cette période, une masse d'air chaude et chargée en particules en provenance de zones désertiques a touché la région de Montpellier provoquant une élévation des niveaux de particules dans l'air (cf. graphique suivant).



Cette hausse des concentrations n'était donc pas spécifique au site de Saint-Aunès mais était la conséquence d'un épisode de pollution aux PM10 touchant la zone littorale de Montpellier, ce qui a entraîné le déclenchement de la procédure d'information sur le département de l'Hérault.

## V – ESTIMATION DE L'EFFET DES MERLONS VEGETALISES SUR LA QUALITE DE L'AIR

Compte tenu de la taille actuelle des végétaux, il n'est pas possible d'estimer leur effet sur la qualité de l'air. Cependant, il est déjà possible de comparer les différents sites de mesure entre eux et d'étudier l'effet des merlons sur la qualité de l'air, à l'aide des mesures réalisées par échantillonneurs passifs et par microcapteurs.

### 5.1 – Impact sur les concentrations de NO<sub>2</sub>

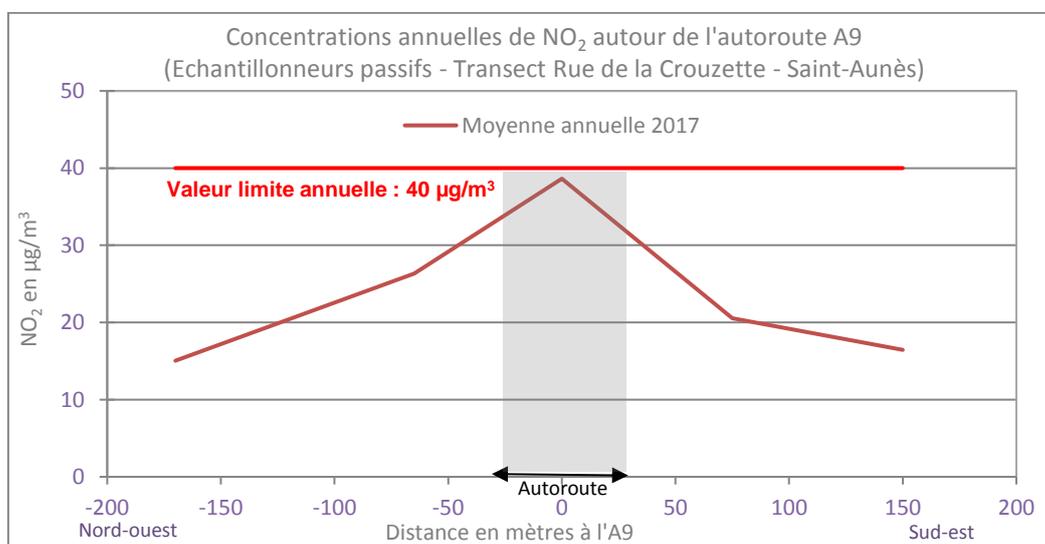
#### 5.1.1 – Impact au niveau des quartiers

Des échantillonneurs passifs ont été implantés environ tous les 70 mètres de part et d'autre de l'autoroute au niveau de 2 transects : rue de la Crouzette et ZAC de l'Ecoparc.

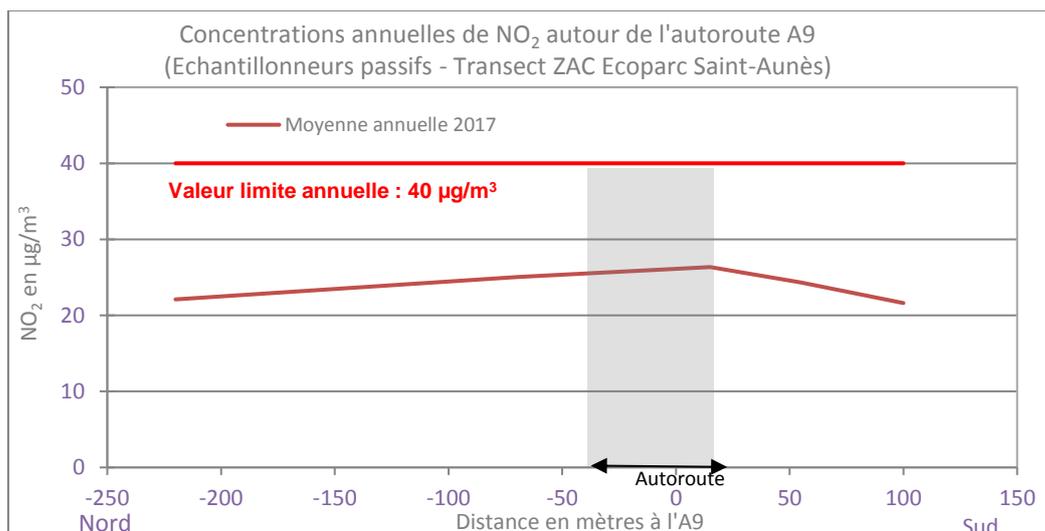
Au niveau du transect rue de la Crouzette, les concentrations diminuent significativement avec la distance aux voies de circulation de l'autoroute. A 150 mètres de l'autoroute, au niveau de la rue de la Crouzette, les riverains sont exposés à des concentrations de NO<sub>2</sub> de l'ordre de 15 µg/m<sup>3</sup> contre 25 µg/m<sup>3</sup> à la ZAC de l'Ecoparc.

Cela peut s'expliquer par :

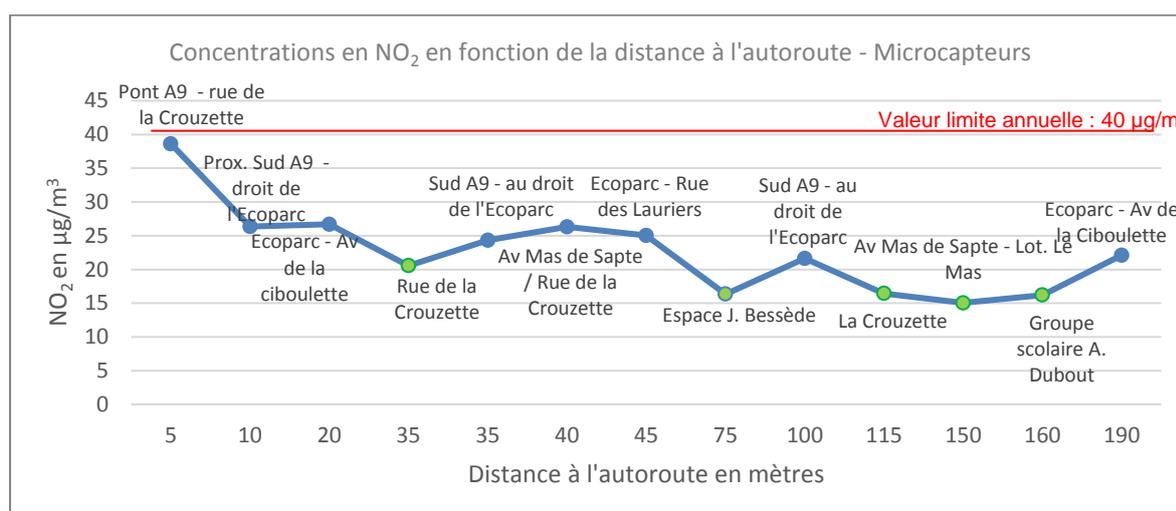
- la présence de merlons et de murs antibruit de part et d'autre de l'autoroute,
- la circulation qui se fait à cet endroit en contrebas par rapport au quartier.



Le transect réalisé au niveau de l'Ecoparc montre des niveaux plus homogènes que le transect rue de la Crouzette (graphe page suivante). A cet endroit, il n'y a ni merlons, ni murs antibruit et l'autoroute est au même niveau que le site de l'Ecoparc. Les concentrations diminuent ici lentement avec la distance à l'autoroute (15% à 200 mètres au Nord).



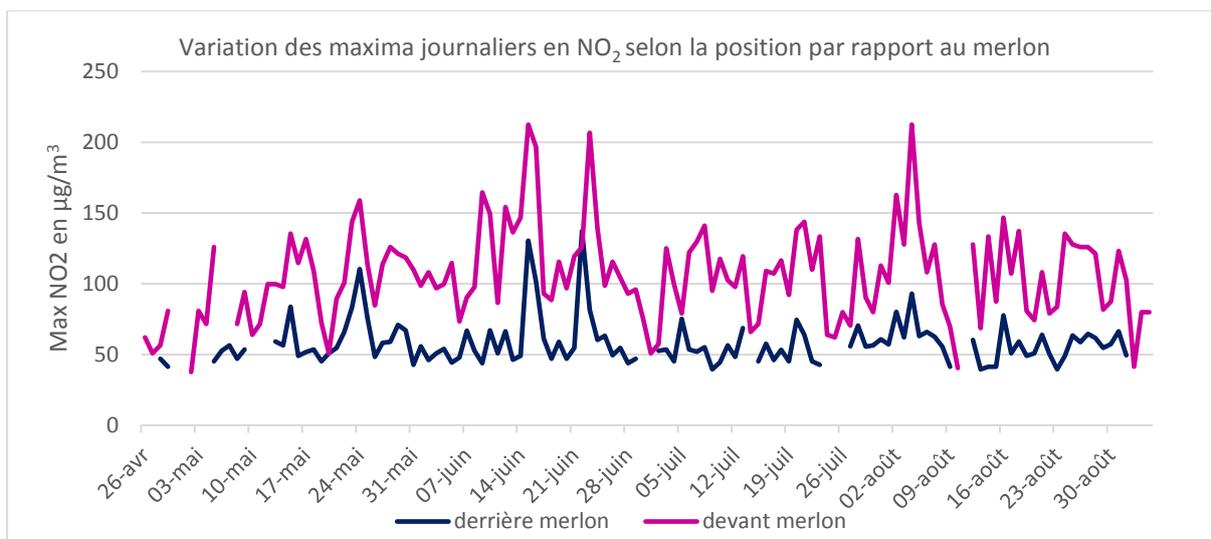
Le graphique suivant présente les concentrations en fonction de la distance à l'autoroute. Les sites protégés par un merlon sont indiqués en vert. Ainsi, on observe que les concentrations les plus faibles se situent : soit à plus de 100 mètres de l'autoroute, soit sur des sites plus proches mais protégés par des merlons et/ou des écrans antibruit.



### 5.1.2 – Impact direct des merlons sur la pollution de NO<sub>2</sub>

Le graphique page suivante est obtenu à partir des concentrations maximales journalières de chaque site mesurées par les microcapteurs. Les données sont ensuite moyennées par jour et par type de site (devant et derrière merlons) :

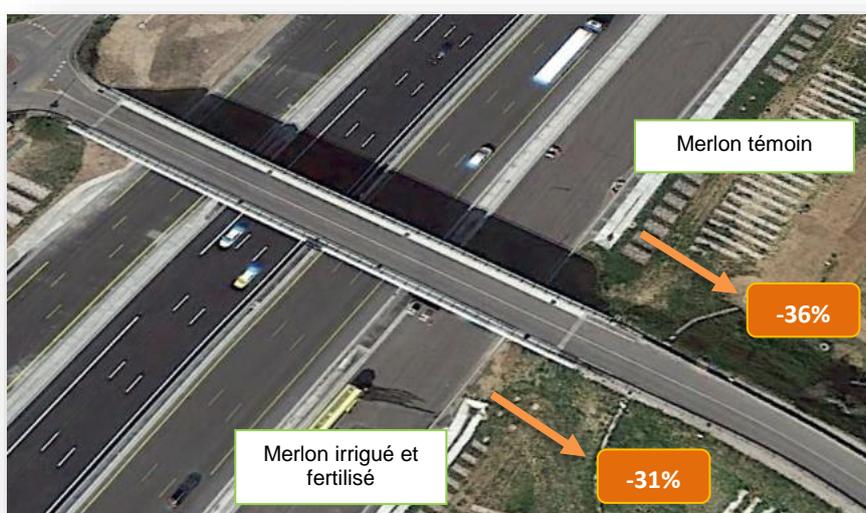
- moyennes des maxims journaliers des sites devant merlons (MC2, MC4),
- moyennes des maxims journaliers des sites à l'arrière des merlons (MC1, MC3, MC5 et MC8).



Les mesures par microcapteur indiquent une différence significative de niveaux de NO<sub>2</sub> de part et d'autre de chaque merlon (devant et derrière). Les concentrations les plus faibles, sont relevées sur les sites derrière les merlons. En moyenne, les concentrations y sont inférieures de 40%.

**Au niveau de chaque merlon, on observe des réductions de concentrations maximales journalières en NO<sub>2</sub> variant de 31% à 50% derrière les merlons.**

Abatement des concentrations maximales en NO<sub>2</sub> entre les sites situés devant et derrière les merlons témoin et irrigué



Abatement du NO<sub>2</sub> entre les sites situés devant et derrière le merlon communal

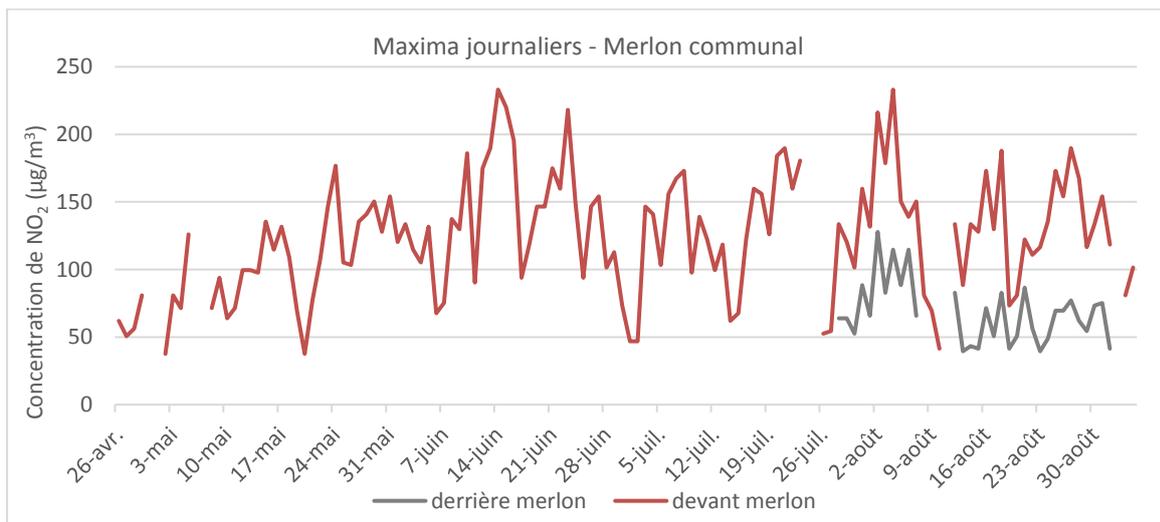
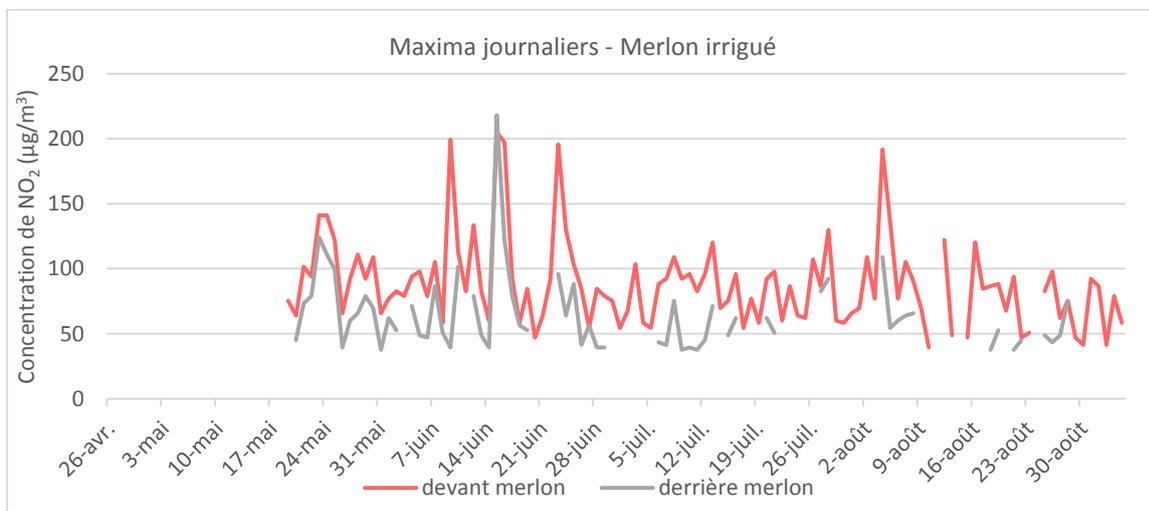
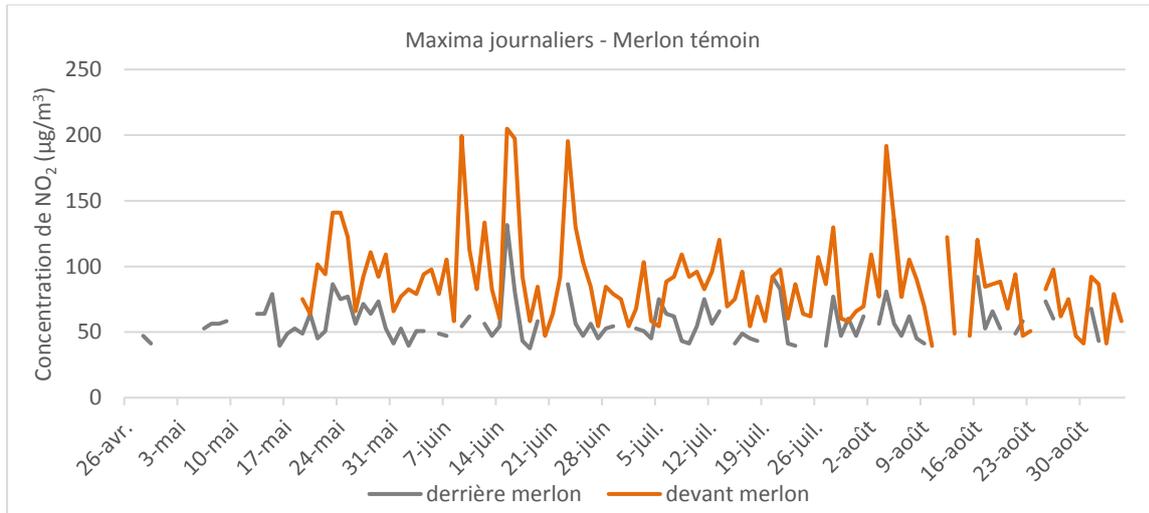


### 5.1.3 – Impact des merlons sur les concentrations maximales de NO<sub>2</sub>



Situation	Microcapteur	Maximum horaire journalier (en µg/m <sup>3</sup> )
Merlon communal – derrière merlon	MC5	97
Merlon communal – devant merlon	MC4	193
Merlon irrigué – derrière merlon	MC3	94
Merlon irrigué – devant merlon	MC2	135
Merlon témoin – derrière merlon	MC1	86
Merlon témoin - devant merlon	MC2	135
Ecoparc – Site sans merlon	MC6	152
Services techniques	MC8	55

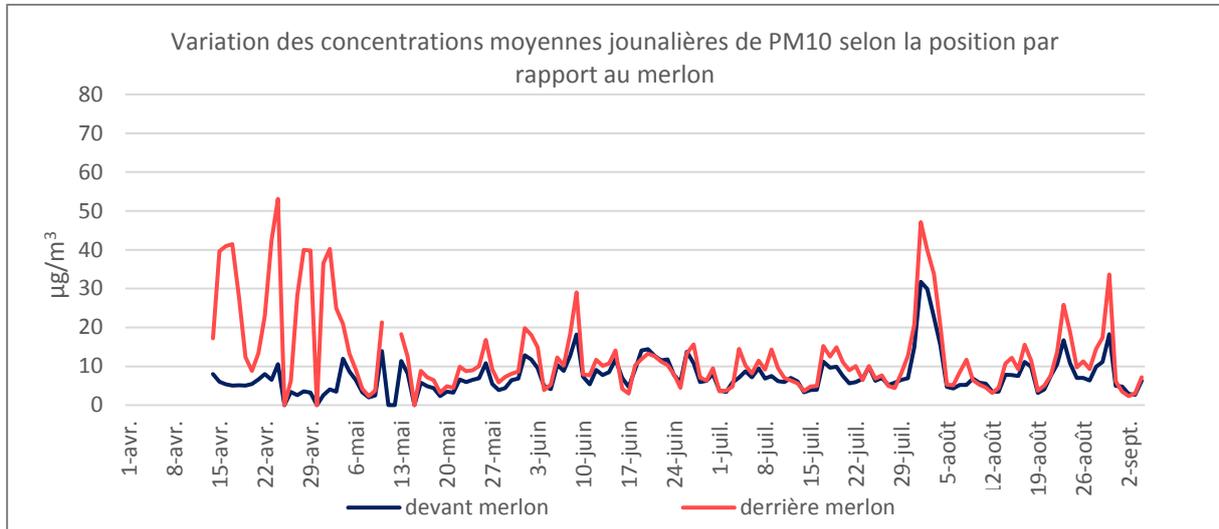
Les résultats illustrent une différence significative des concentrations maximales de NO<sub>2</sub> entre les côtés de chaque merlon. En effet, sur chaque merlon étudié, les concentrations sont globalement moins élevées derrière les merlons. L'efficacité n'est toutefois pas continue, car certaines journées les concentrations maximales journalières sont plus élevées derrière le merlon. Ces mesures sont à mettre en cohérence, d'une part, avec l'incertitude relative à la mesure par microcapteur et d'autre part, avec les conditions météorologiques spécifiques qui peuvent agir sur les concentrations.



## 5.2 – Impact des merlons sur les concentrations de particules PM10 et PM2,5

### 5.2.1 – Différence entre les moyennes journalières

Le graphique suivant présente par type de site (devant ou derrière le merlon) les concentrations moyennes journalières.



Contrairement au NO<sub>2</sub>, les **concentrations en PM10 sont plus élevées derrière le merlon**. Le constat est le même pour les particules PM2,5.

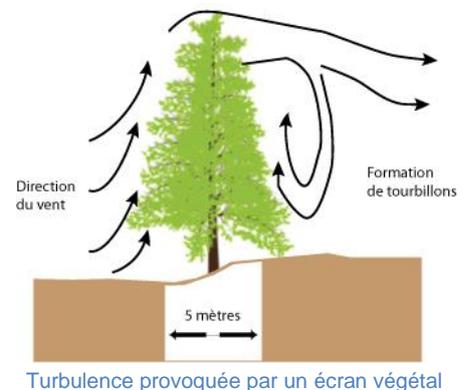
**Ces résultats peuvent s'expliquer par 2 phénomènes :**

- la limitation des microcapteurs e-PM mis notamment en évidence par une étude d'Atmo Auvergne Rhône Alpes<sup>3</sup> (AURA) :

- Les capteurs ne mesurent pas les particules ayant un diamètre < 1 µm (PM1). Lors des essais réalisés par ATMO AURA, la réponse des capteurs chute lorsque la fraction PM1 augmente. Hors ce sont les PM1 qui sont émises en très grande quantité à la sortie des pots d'échappements. Elles représentent 90% des émissions des véhicules diesels avant de s'agglomérer entre elles et d'augmenter de taille.
- Les PM1 ne sont pas détectées et les niveaux de particules sont donc sous-estimés au plus près du trafic.

- les recirculations d'air créées par le merlon qui peuvent être à l'origine d'augmentation de concentrations derrière l'obstacle lorsque l'atmosphère est turbulente<sup>4</sup> ou lorsque le vent est perpendiculaire à l'obstacle comme le montre la figure ci-contre avec un écran végétal.

Les études montrent que la concentration mesurée derrière un obstacle est légèrement supérieure à celle à proximité du trafic.



<sup>3</sup> Evaluation des microcapteurs e-PM - ATMO Auvergne Rhône Alpes et Ecologic Sense - Février 2017

<sup>4</sup> Impacts des aménagements routiers sur la pollution atmosphérique – Etat de l'art des études traitant de l'impact de aménagements routiers (solutions anti-bruit, solutions spécifiques) sur la pollution atmosphérique – ADEME, Juillet 2011

## 5.2.2 – Autres statistiques (14/04/17 au 04/09/17)

La période « statistique » correspond à la période de mesures commune entre tous les sites. L'ensemble des mesures PM10 et PM2,5 du site « Services techniques » sont invalidées, sur cette période, pour mauvais fonctionnement du microcapteur.

### 5.2.2.1 – PM10



Sites	Microcapteur	Moyenne (µg/m³)	Moyenne journalière maximale (µg/m³)	Nb de moyennes jour. supérieures à 50 µg/m³
Merlon communal – derrière merlon	MC5	15	63	2
Merlon communal – devant merlon	MC4	12	56	2
Merlon irrigué – devant merlon	MC2	11	40	0
Merlon témoin – derrière melon	MC1	16	64	2
Merlon témoin - devant merlon	MC2	11	40	0
Ecoparc – Site sans merlon	MC6	18	65	2
Services techniques	MC8	mesures invalidées		

### 5.2.2.2 – PM2,5

Sites	Microcapteur	Moyenne ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Réglementation
Merlon communal – derrière merlon	MC5	13	<u>Objectif de qualité</u> Moyenne annuelle : <b>10 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b> <u>Valeur cible</u> Moyenne annuelle : <b>20 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b> <u>Valeur limite</u> Moyenne annuelle : <b>25 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>
Merlon communal – devant merlon	MC4	10	
Merlon irrigué – devant merlon	MC2	7	
Merlon témoin – derrière melon	MC1	13	
Merlon témoin - devant merlon	MC2	7	
Ecoparc – Site sans merlon	MC6	15	
Services techniques	MC8	mesures invalidées	

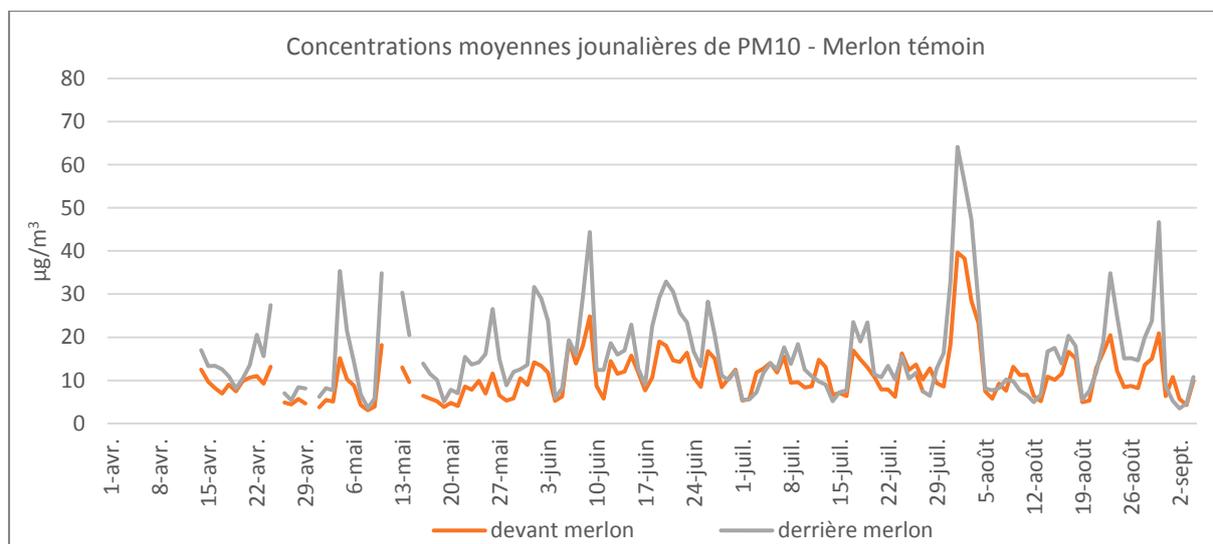
### 5.2.2.3 – Bilan des mesures PM10 et PM2,5

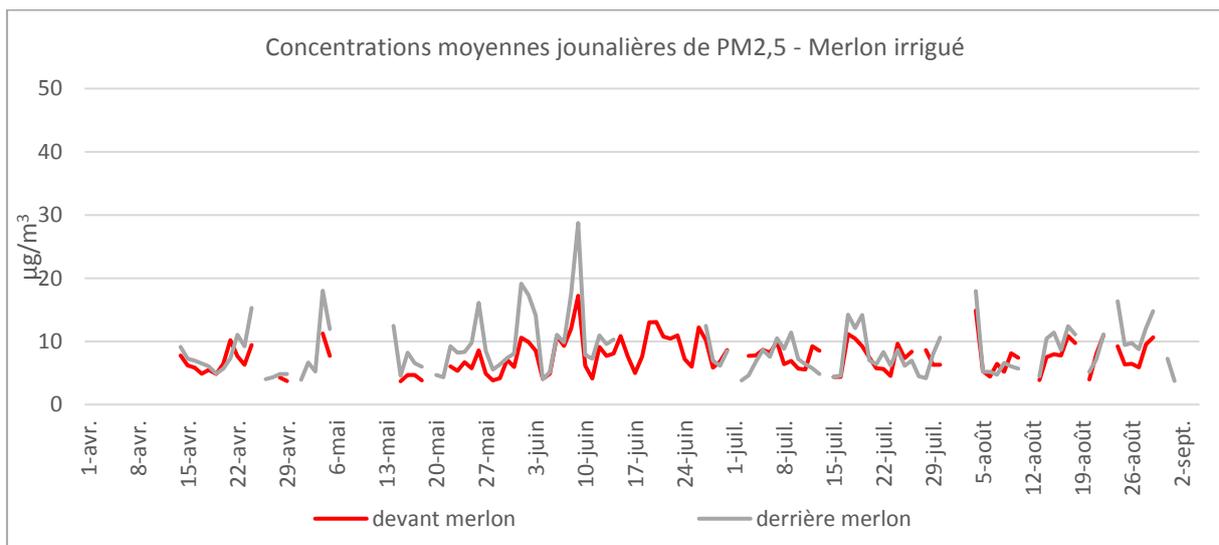
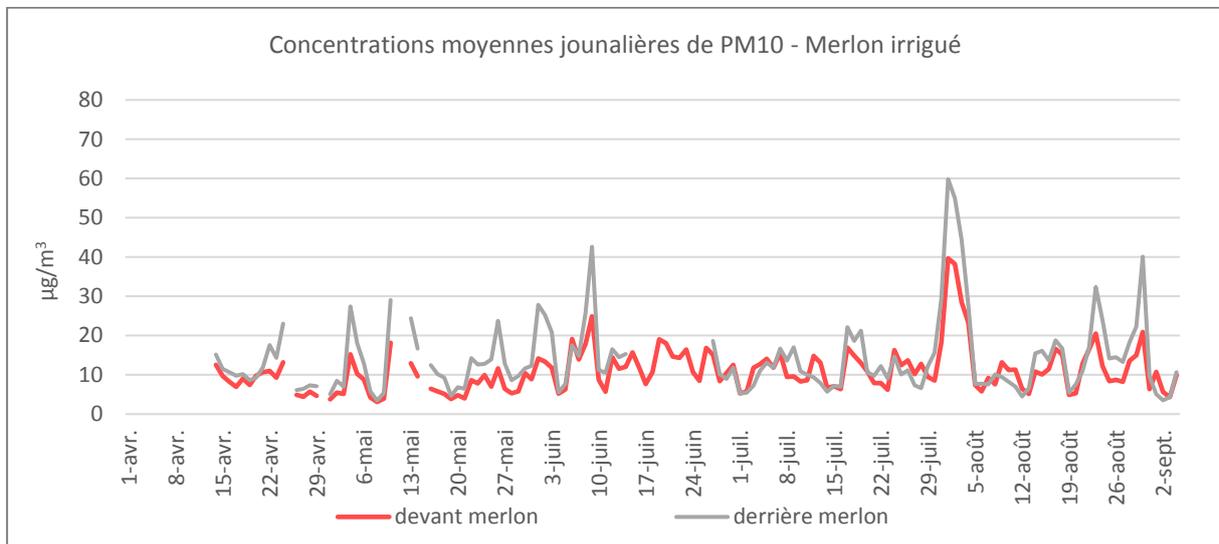
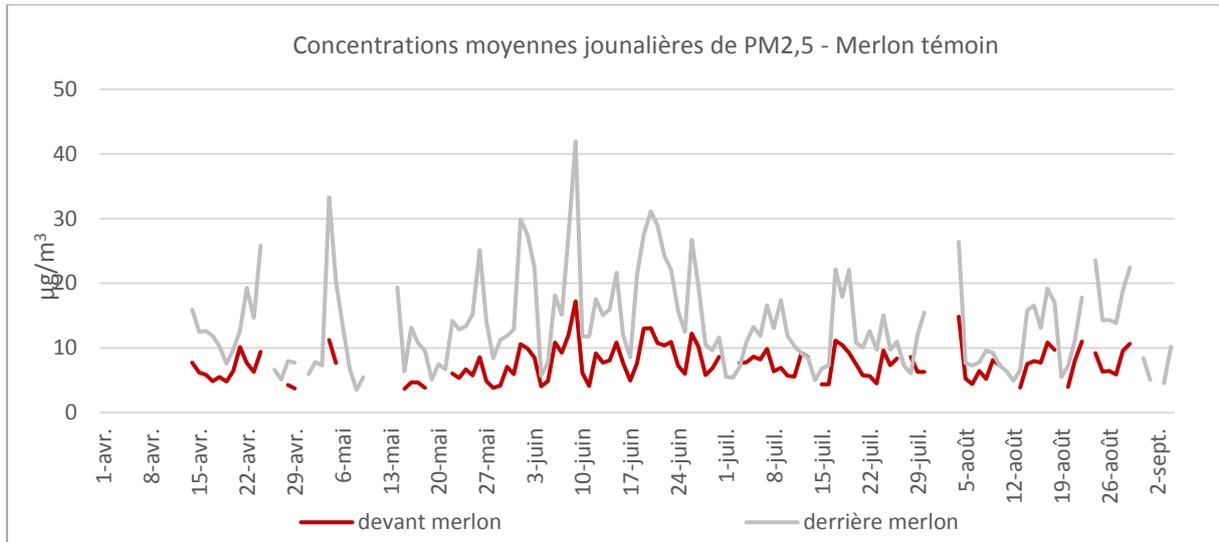
Les résultats montrent que :

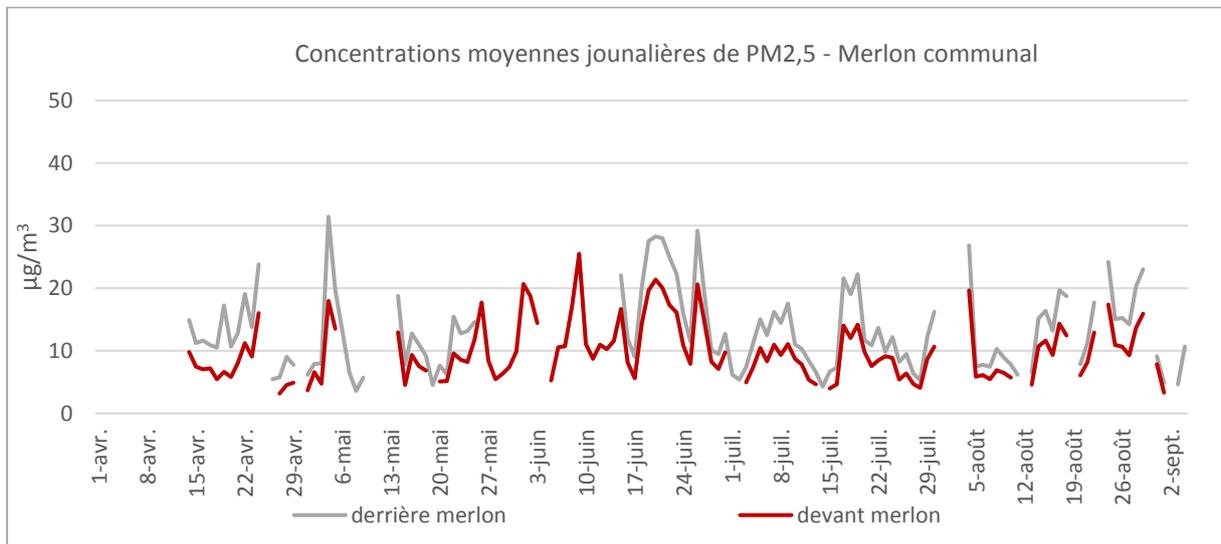
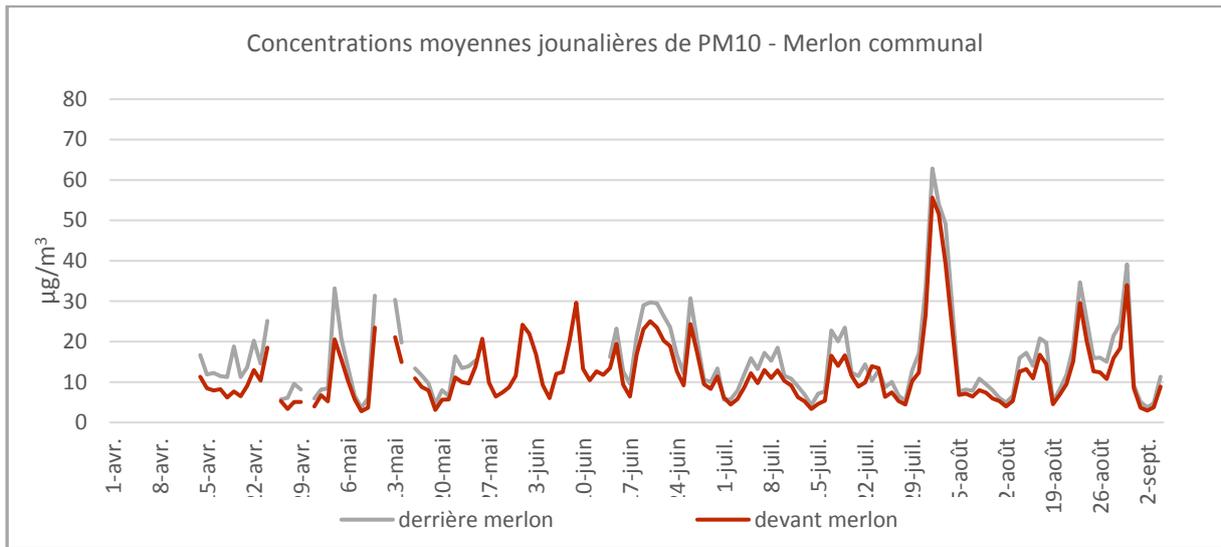
- les concentrations en PM10 et PM2,5 maximales sont relevées sur le site de l'Ecoparc où il n'y pas de merlon, comme c'est le cas pour les mesures en NO<sub>2</sub>.
- les concentrations en particules sont plus élevées à l'arrière des merlons, qu'à proximité des voies.

### 5.2.3 – Différence de concentrations en particules entre le devant et l'arrière du merlon

Les résultats, par merlon, montrent les différences entre les concentrations en particules mesurées devant et celles au niveau de l'arrière des merlons, globalement plus élevées.





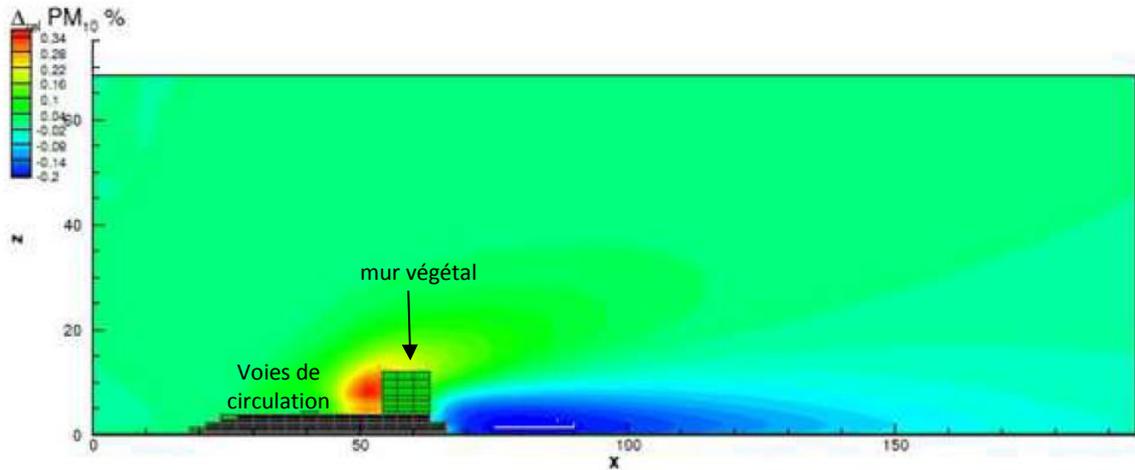


### 5.3 – Impact du merlon sur la dispersion atmosphérique

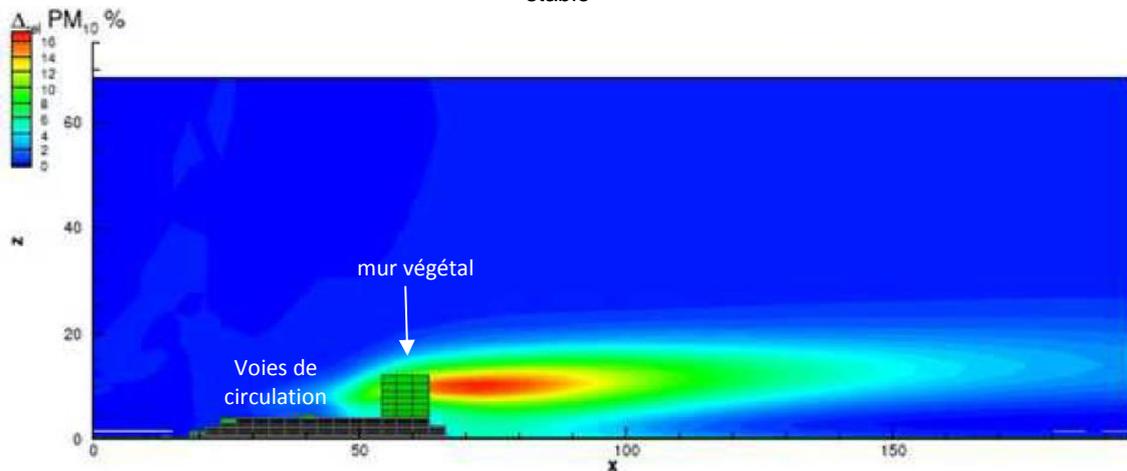
Plusieurs paramètres déterminent la dispersion au niveau d'un obstacle dont l'état de l'atmosphère (stable ou turbulente) et le vent.

#### 5.3.1 – Etat de l'atmosphère

Comme le montre les illustrations suivantes, issues d'un recueil bibliographique de l'ADEME<sup>5</sup>, en atmosphère stable, les concentrations derrière le mur végétal sont plus basses que lors d'une configuration sans obstacle ou la dispersion n'est pas retenue par l'obstacle.



Pourcentages de variation des PM<sub>10</sub> avec un mur végétal par rapport à l'état de référence, de nuit, en atmosphère stable



Pourcentages de variation des PM<sub>10</sub> avec un mur végétal par rapport à l'état de référence, de jour, en atmosphère turbulente

En atmosphère turbulente (courants thermiques ascendants, cisaillements), les concentrations les plus importantes se trouvent derrière le mur végétal sur une distance d'environ 50 mètres.

La stabilité de l'atmosphère influence donc de manière importante les effets d'un obstacle que ce soit un mur végétal, un merlon ou un bâtiment.

<sup>5</sup> Synthèse de l'étude « Invloed vegetatie op de luchtkwaliteit » reprise dans le document de référence, ADEME – cf. Note de bas de page [4], page 34

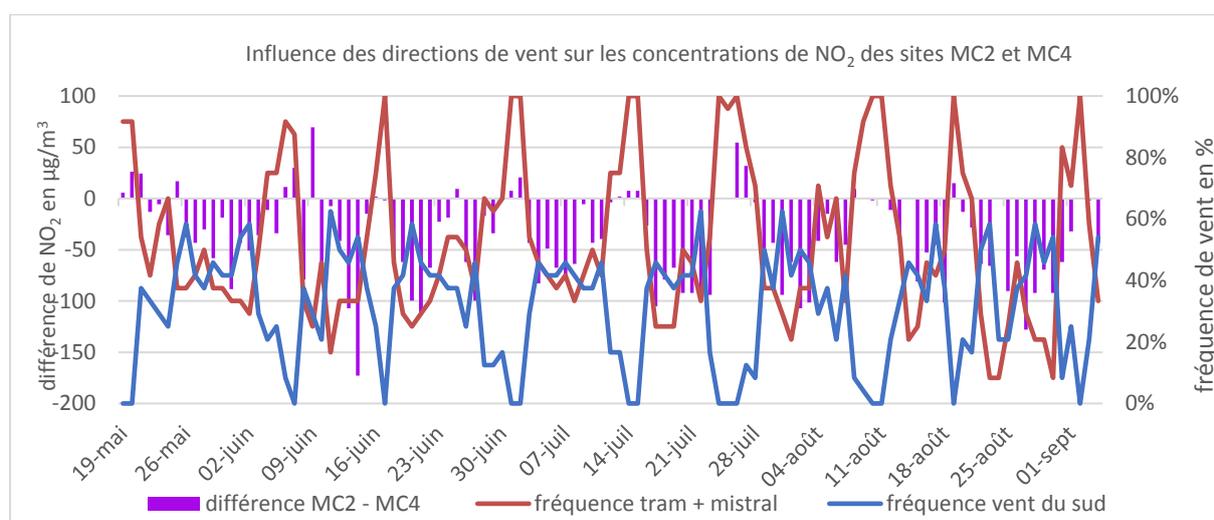
### 5.3.2 – La direction et vitesse du vent

Les roses des vents relatives aux périodes de mesures sont présentées en annexe 6.

Un obstacle contribue également à diminuer la vitesse du vent et favorise la sédimentation des particules en fonction de la perméabilité de l'obstacle. En fonction des caractéristiques de l'obstacle (perméabilité de l'écran végétal, largeur,...) des turbulences apparaissent et provoquent des recirculations d'air, comme présenté sur la figure page 33.

Les résultats montrent que les concentrations des sites placés du côté Ouest de l'autoroute sont plus impactés par les émissions du trafic routier. C'est le cas du site MC4 placé au bord de l'autoroute devant le merlon communal qui enregistre des niveaux en NO<sub>2</sub> et PM nettement supérieurs (jusqu'à 40%) au site MC2 placé du côté Est devant le merlon irrigué.

Pour exemple, les différences de concentrations en NO<sub>2</sub> entre le site MC4 et MC2 sont présentées dans le graphique suivant en fonction de la direction du vent.



Pour les directions Nord à Ouest et vent de Sud (vents prédominants), il est mis en évidence les points suivants :

- les écarts de concentrations sont plus élevés entre le site MC2 et MC4 quand le vent vient du **Sud** ; ces écarts s'accroissent lorsque le vent du Sud devient de plus en plus présent au cours de la journée : par exemple, lorsque le vent du Sud est présent plus de 40% de la journée, les concentrations sur le site MC4 sont environ 2 fois plus élevées que sur le site MC2.
- par vent de Nord à Ouest, les écarts diminuent lorsque le vent devient modéré à fort ; Plus le vent est fort, plus les concentrations entre les 2 sites sont équivalentes.

Ces observations sont également valables pour les particules PM10 et PM2,5. Ces écarts seront à confirmer lors des prochaines campagnes de mesure.

## VI – PERSPECTIVES

Pour l'année 2018, deux campagnes de mesure seront réalisées pendant 2 saisons contrastées couvrant notamment une période hivernale, qui permettront de disposer de **données moyennes annuelles plus représentatives de l'année**.

Cette première étude met en évidence, **l'efficacité des merlons sur l'abattement des concentrations en NO<sub>2</sub>, ce résultat n'a pas été observé pour les particules**.

Afin de comprendre ces résultats, des modélisations en 3 dimensions seront réalisées pour des conditions de stabilité de l'atmosphère différente (stable et turbulente) en tenant compte des paramètres physique de chaque merlon végétalisé (hauteur, largeur, présence ou non de végétaux et distance aux voies de circulations).

Ces modélisations permettront notamment de vérifier l'hypothèse de sous-estimation des particules les plus fines (taille inférieure à 1 micromètre) au plus près du trafic et de comprendre l'impact de la topographie des lieux sur la qualité de l'air.

**Les bénéfices des merlons végétalisés sur la qualité de l'air sont donc à vérifier sur le long terme.**

La modélisation permettra également de préciser la distance à laquelle le niveau de pollution de fond que ce soit en NO<sub>2</sub> ou en particules PM10 et PM2,5 est atteint.

Des sorties de modèle à des points d'intérêts seront effectuées afin de disposer de données précises sur chaque merlon au niveau des futurs végétaux.

Concernant les effets des végétaux sur la qualité de l'air, les merlons n'étant végétalisés que récemment (début 2017), leur efficacité n'a pu être étudiée. Ces travaux seront donc à mener durant les prochaines années en collaboration avec les équipes de recherche et les botanistes participant au projet.

## TABLE DES ANNEXES

Annexe	1	:	Présentation des sites de mesures par microcapteur, par merlon
Annexe	2	:	Fiche commerciale microcapteur NO <sub>2</sub>
Annexe	3	:	Fiche commerciale microcapteur e-PM
Annexe	4	:	Echantillonneurs passifs NO <sub>2</sub>
Annexe	5	:	Résultats complets
Annexe	6	:	Représentativité temporelle
Annexe	7	:	Conditions météorologiques

---

## LEXIQUE

**Objectif de qualité** : niveau à atteindre à long terme et à maintenir, 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 dans son ensemble.

**Seuil d'information et de recommandation** : niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population et qui rend nécessaires l'émission d'informations immédiates et adéquates à destination de ces groupes et des recommandations pour réduire certaines émissions.

**Seuil d'alerte** : niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence.

**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 ou de grands bâtiments isolés d'au minimum deux étages.

**Implantation périurbaine** : elle correspond à un emplacement dans une zone urbaine majoritairement bâtie, c'est-à-dire constitué d'un tissu continu de constructions isolées de toutes tailles, avec une densité de construction moindre que pour une zone bâtie en continu.

**Implantation rurale** : elle s'applique aux stations situées dans une commune rurale.

**Influence de fond** : une mesure est considérée comme mesure de fond lorsque les niveaux de concentration ne sont pas influencés de manière significative par une source particulière mais plutôt par la contribution intégrée de multiples sources.

**Influence trafic routier** : placée en proximité immédiate d'une voie de circulation importante, elle est représentative du niveau maximum d'exposition à la pollution automobile et urbaine. Etant non représentative de la pollution de fond d'une agglomération, elle ne participe pas au déclenchement des procédures de recommandation et d'alerte, ni au calcul de l'indice Atmo.

**Valeur cible** : niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble.

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

**Mesure fixe** : mesures effectuées, afin de déterminer les niveaux de concentration des polluants, en des endroits fixes, soit en continu, soit par échantillonnage aléatoire et respectant des objectifs de qualité des données élevées (annexe 1 de la directive 2008/50/CE). Ces mesures sont réalisées à l'aide d'appareils conformes aux méthodes de référence ou aux méthodes équivalentes.

**Mesures indicatives** : mesures respectant des objectifs de qualité des données moins stricts que ceux requis pour les mesures fixes (voir annexe 1 de la directive 2008/50/CE). Par opposition aux mesures fixes, on peut considérer qu'il s'agit de mesures moins contraignantes, soit au niveau de la méthode, soit au niveau du temps de mesures.

**Modélisation** : technique de représentation mathématique des phénomènes de nature physique, chimique ou biologique, qui permet d'obtenir une information sur la qualité de l'air en dehors des points et des périodes où sont réalisées les mesures et qui respecte les objectifs de qualité des données fixés à l'annexe I de la directive 2008/50/CE.

## Annexe 1 : Présentation des sites par merlon

### ▪ Sites merlon témoin

**MC2** site proximité trafic  
(commun au merlon irrigué)



**MC1** derrière Merlon – côté  
hameau la Crouzette



Les 2 sites microcapteurs sont positionnés de part et d'autre du merlon. Le site MC2 est situé au plus près du trafic à environ 5 mètres des voies de circulation de l'autoroute et au plus près des végétaux.

Le site MC1 est installé de l'autre côté du merlon. Ces 2 sites sont également équipés d'échantillonneurs passifs NO<sub>2</sub>.

### ▪ Sites merlon irrigué

**MC2** site proximité trafic



**MC3** Merlon extérieur ASF



Le site MC2 situé à proximité du trafic est commun aux 2 merlons : témoin et irrigué puisque très proche sur le terrain.

Le site MC3 est situé derrière le merlon le long du grillage à l'extérieur de l'emprise ASF en raison de contraintes techniques (passage réseau gaz à proximité interdisant l'implantation de poteau).

- **Sites merlon communal**

**MC4 Merlon – Proximité voies**



Le site MC4 est placé à proximité immédiate du trafic, à environ 5 mètres des voies de circulation de l'autoroute.

**MC5 Merlon extérieur ASF**



Les microcapteurs sont installés derrière le merlon, coté habitations de Saint-Aunès, au plus près des végétaux

**Station mobile extérieur ASF**



La station mobile est située à environ 50 mètres des voies de l'autoroute, derrière le merlon.

- **Site de référence sans merlon**

**MC6 Zone d'activité commerciale Ecoparc départemental**

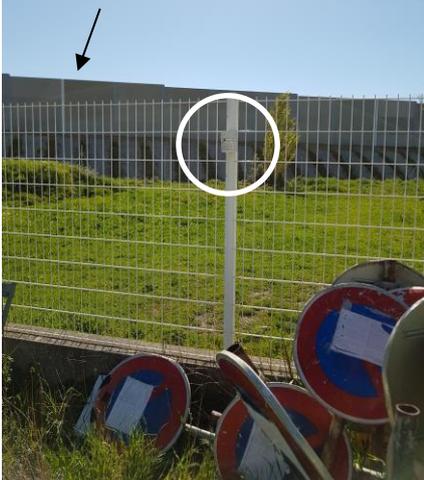


Le site MC6 est situé à environ 40 mètres des voies de l'autoroute et à proximité immédiate du carrefour de l'Ecoparc. Sur cette portion d'autoroute, il n'y a pas de protection anti-bruit (mur ou merlon). Ce site est donc influencé par le trafic routier.

- **Site Services techniques Ville de Saint-Aunès**

**MC8 Services Techniques**

Merlon surélevé d'un mur anti-bruit



Le microcapteur est installé le long du bâtiment des services techniques de la Ville de Saint-Aunès, à environ 70 mètres des voies de l'autoroute qui se trouvent - sur cette section - surélevées de plusieurs mètres par rapport au site étudié. Le mur anti-bruit est placé sur un merlon de terre. L'échantillonneur passif est placé sur le grillage de clôture des services techniques. Le site est potentiellement à l'abri de pollution liée au trafic routier.

- **Site de référence fond urbain –Montpellier - Station de Près d'Arènes**

**MC7 Station de Montpellier Près d'Arènes**



La station de près d'Arènes de Montpellier existe depuis 1998 et mesure l'ensemble des polluants réglementés dans l'air ambiant.

Elle est représentative de la pollution de fond urbaine de l'agglomération de Montpellier.

Pour cette étude, 2 microcapteurs ont été installés à des fins de comparaison avec les sites étudiés à Saint-Aunès.

## Annexe 2 : Fiche commerciale microcapteur PM10 et PM2,5

### e-PM AQ Sense

#### FONCTIONNALITES

**Mesurer** en temps-réel la concentration en particules fines en suspension dans l'air intérieur ou extérieur (PM 2.5 & PM 10) ainsi que les paramètres température et hygrométrie.

**Connecter** à distance jusqu'à 20 capteurs simultanément via le réseau sans-fil.

**Piloter** vos e-PM grâce au logiciel Soft'Air.

#### TERA CLOUD

**Accès et sauvegarde** de vos données à distance.

**Analyses des données :** Moyenne, Médiane, minimum, maximum et tendance.

**Suivi et contrôle** de votre campagne à distance.

**Alerte** par email en cas de problèmes du capteur (batterie, remontée de données..) et de dépassement de seuil.

**Rédaction** de rapports paramétrables.

#### CAS D'USAGE

**Diagnostiquer** la qualité de l'air intérieur dans les bureaux, Etablissements Recevant du Public, milieux industriels... et la qualité de l'air extérieur.

**Qualifier** un bâtiment avant et après réception des travaux.

**Mesurer** immédiatement en cas de crise (syndrome du bâtiment malsain) et effectuer une surveillance post-crise.

**Réaliser** des études avant l'implantation d'un établissement.

**Vérifier** l'efficacité de vos systèmes de traitement d'air.

**Surveiller** les niveaux de particules en environnement extérieur.

**Suivre** les niveaux de particules et l'influence d'une source de trafic.

Spécifications techniques		e-PM AQ Sense
<b>Gamme d'utilisation (T°C, HR)</b>	-5°C... +50°C   0...95% T>0°C   0...70% T<0°C	
<b>Précision (T°C, HR)</b>	± 0.5°C (de 5 à 40°C)   ± 3% (de 20 à 80% HR)	
<b>Gamme de mesure (PM2.5, PM10)</b>	PM 2.5 (0 – 100 µg/m <sup>3</sup> ) - PM 10 (0 – 200 µg/m <sup>3</sup> ); Qualitatif au-delà	
<b>Limite de quantification</b>	PM 2.5 : 5 µg/m <sup>3</sup>   PM 10 : 5 µg/m <sup>3</sup>	
<b>Précision</b>	PM 2.5 : 25% (minimum : 5 µg/m <sup>3</sup> )   PM10 : 15% (minimum : 5 µg/m <sup>3</sup> )	
<b>Technologie</b>	Détection par diffraction de lumière	
<b>Communication</b>	<b>Radio fréquence</b> 802.15.4 (868 MHz) Portée : jusqu'à 400m en champ libre visuel, extensible avec le répéteur de signal (Repeat'Air)	
<b>Energie</b>	Secteur et batterie rechargeable	
<b>Périodicité</b>	Ajustable   Optimale : 5 min sur secteur	
<b>Mémoire interne</b>	3 mois de mesure (avec périodicité de 30 min)	
<b>Autonomie sur batterie</b>	1 semaine avec périodicité de 30 minutes	
<b>Mise en marche</b>	Par aimant - témoin lumineux LED	
<b>Etalonnage</b>	Annuel - Sable d'ARIZONA	
<b>Dimensions boîtier - Poids</b>	16 x 16 x 6 (cm) Boîtier couleur beige - 800 g	



**GROUPE TERA - Siège Social**  
628 Rue Charles de Gaulle  
38920 CROLLES - France  
T : +33 (0)4 76 92 10 11  
commercial.capteur@groupe-tera.com

**Agence Nord**  
BIO INCUBATEUR - EURASANTE  
70 rue du Docteur YERSIN  
59120 LOOS - France

**Agence Sud**  
Actipôle Saint Charles  
131, Avenue de l'Etoile  
13710 FUVEAU - France

**GROUPE  
TERA**

## Annexe 3 : Fiche commerciale microcapteur NO<sub>2</sub>

e-NO<sub>2</sub>

### FONCTIONNALITES

**Mesurer** en temps-réel la concentration en dioxyde d'azote dans l'air intérieur ou l'air extérieur.

**Piloter** vos e-NO<sub>2</sub> grâce au logiciel Soft'Air.

### TERA CLOUD

**Accès et sauvegarde** de vos données à distance.

**Analyses des données :** Moyenne, Médiane, minimum, maximum et tendance.

**Suivi et contrôle** de votre campagne à distance.

**Alerte** par email en cas de problèmes du capteur (batterie, remontée de données..) et de dépassement de seuil.

### CAS D'USAGE

Diagnostiquer la **qualité de l'air extérieur**.

Suivre les niveaux de dioxyde d'azote et **l'influence d'une source de trafic**.

Suivre les niveaux de dioxyde d'azote dans les **parkings sous-terrain et les tunnels**.

**Surveiller les sources de trafic**.

Spécifications techniques		e-NO <sub>2</sub>
<b>Plage d'utilisation (T°C, HR)</b>	-5°C... +40°C   10...90% HR (non condensée)	
<b>Gamme de mesure</b>	0-240 ppb	
<b>Limite de détection</b>	20 ppb	
<b>Précision</b>	< 30% de la mesure	
<b>Communication</b>	<b>Radio fréquence</b> 802.15.4 (868 MHz) Portée : jusqu'à 400m en champ libre* ou <b>GSM</b>	
<b>Mémoire interne</b>	1 mois de mesure (avec périodicité de 10 min)	
<b>Energie</b>	Version <b>RF</b> : Secteur avec 2 prises de 5VDC Version <b>GSM</b> : Secteur ou batteries + panneau solaire	
<b>Dimensions boîtier - Poids</b>	Version <b>RF</b> : 13 x 10 x 5 (cm) - 500 g (boîtier de communication) D 3,2 x L 6,2 (cm) - 55g (boîtier de mesure) Version <b>GSM</b> : 16 x 16 x 9 (cm) - 500 g	
<b>Etalonnage</b>	Annuel	

\* extensible avec le répéteur de signal (Repeat'Air)

**GROUPE TERA - Siège Social**  
628 Rue Charles de Gaulle  
38920 CROLLES - France  
**T : +33 (0)4 76 92 10 11**  
commercial.capteur@groupe-tera.com

**Agence Nord**  
BIO INCUBATEUR - EURASANTE  
70 rue du Docteur YERSIN  
59120 LOOS - France

**Agence Sud**  
Actipôle Saint Charles  
131, Avenue de l'Etoile  
13710 FUVEAU - France

GROUPE  
**TERA**

## Annexe 4 : 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>6</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.

### 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.

---

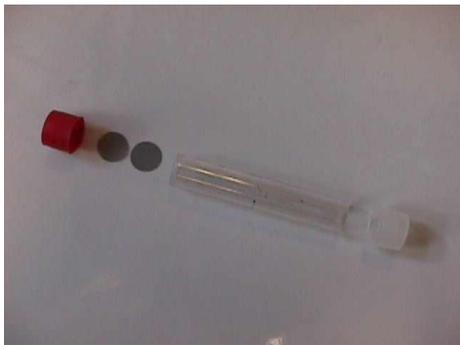
<sup>6</sup> Laboratoire Central de Surveillance de la qualité de l'Air

## 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 analyseur 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 5 : Mesure par analyseur automatique

### 1 - Mesure des particules PM10 et PM2,5

Le TEOM FDMS est un analyseur de poussières mesurant en continu la volatilisation des poussières sur un filtre de collection. Le principe de fonctionnement de cet appareil repose sur l'utilisation d'une microbalance oscillante. Les particules sont collectées sur un filtre placé sur un système oscillant. La collecte de ces particules va produire une décroissance naturelle de la fréquence d'oscillation du système ; cette décroissance va ensuite être convertie en masse puis en masse par unité de volume (généralement exprimé en  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Cet analyseur correspond à un instrument de référence selon la norme NF EN 12341.

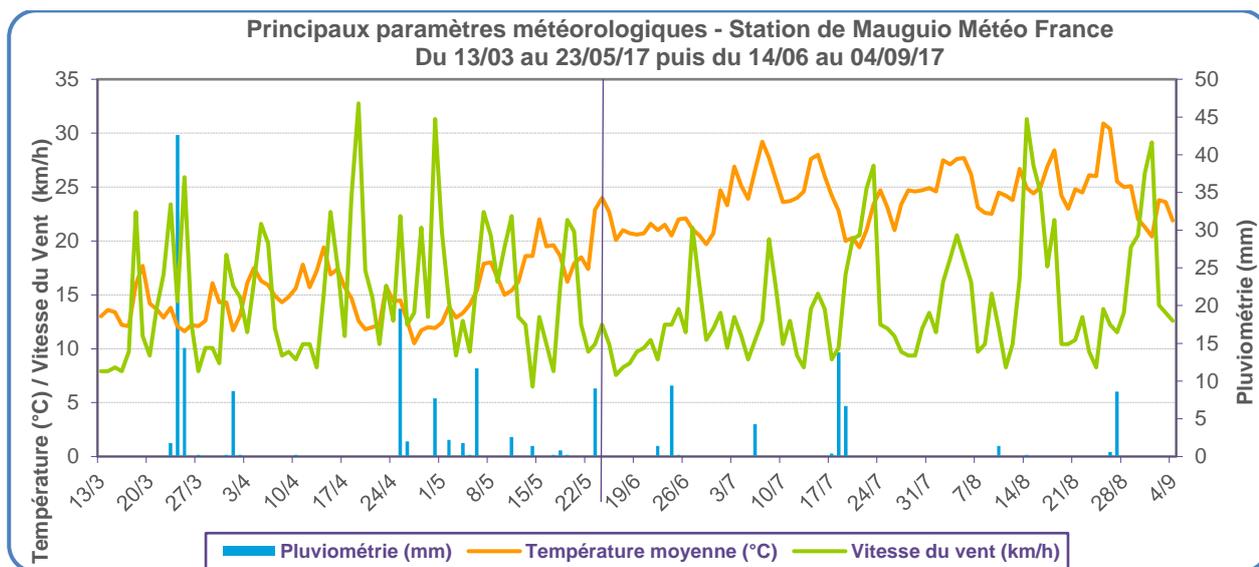


### 2 - Mesure du dioxyde d'azote

Analyseur	Une photographie d'un analyseur AC32M d'Environnement s.A. L'appareil est blanc avec un écran couleur et des boutons de commande. Le logo 'Environnement s.A.' et le modèle 'AC 32M' sont inscrits sur la face avant.
Nom et polluant mesuré	AC32M (mesures de NOx)

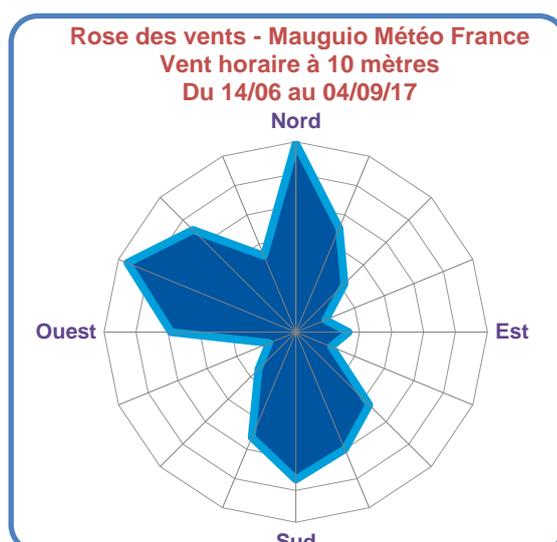
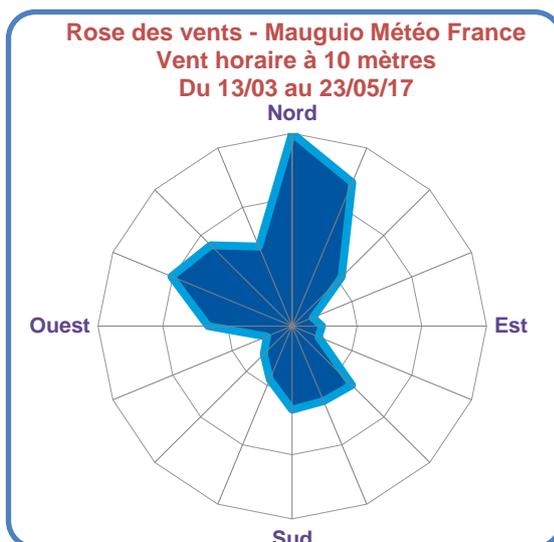
Les mesures de NO<sub>x</sub> ont été réalisées conformément à la norme **NF EN 14211**.

## Annexe 6 : Conditions météorologiques

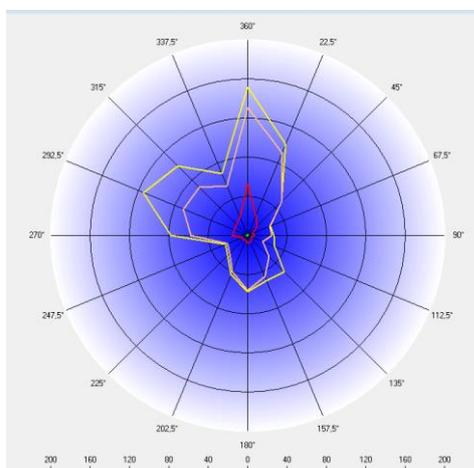


### Rose des vents

Période d'étude :

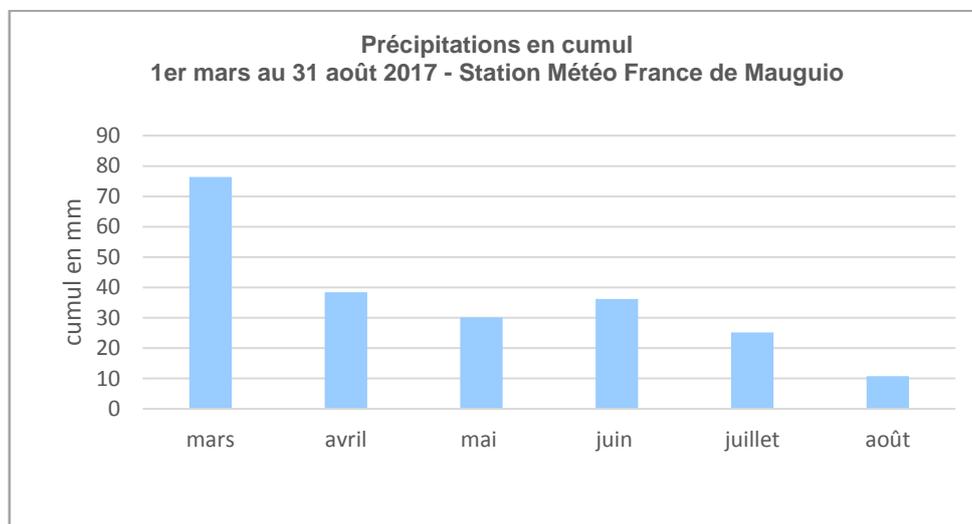


Année 2017 : Rose des vents – Mauguio Météo France



**Tableau de répartition en % sur la période d'étude (13/03/17 au 04/09/17)  
Station Météo France de Mauguio**

DW	V < 0.1	[0.1 ; 2]	[2 ; 6]	V > 6 m/s	Total
22.5°	0	1,9	5,9	1,7	9,6
45°	0	1,0	3,7	0,0	4,8
67.5°	0	0,3	1,4	0,0	1,8
90°	0	0,5	2,0	0,2	2,8
112.5°	0	0,4	1,5	0,4	2,3
135°	0	0,6	3,9	1,9	6,5
157.5°	0	0,7	5,6	0,8	7,1
180°	0	0,7	6,9	0,2	7,9
202.5°	0	0,4	4,8	0,5	5,8
225°	0	0,4	2,2	0,5	3,2
247.5°	0	0,4	1,3	0,1	1,9
270°	0	1,1	3,6	2,4	7,1
292.5°	0	1,2	5,1	4,4	10,7
315°	0	1,4	4,6	2,9	9,0
337.5°	0	1,5	3,5	0,9	5,9
360°	1	3,3	7,1	2,0	13,4
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>16,2</b>	<b>63,5</b>	<b>19,4</b>	<b>100</b>



## Annexe 7 : Résultats par série – Mesures par échantillonneurs passifs NO<sub>2</sub>

INFORMATIONS SITE DE MESURE			CONCENTRATIONS				
N° site	Emplacement	Type de site	série 1	série 2	série 3	série 4	Moyenne corrigée en µg/m <sup>3</sup>
Mtp_01_45	station Près d'Arènes	Urbain	16	14	12	10	16
Mtp_08_509	Transect St-Aunès projet proximi A9	Trafic		37	23	32	39
Mtp_08_513	Berges de l'étang de l'Or	Rural	7	5	5	6	7
Mtp_17_30	Transect St-Aunès 200 m au nord	Urbain influencé trafic	25	20	17	10	22
Mtp_17_31	Transect St-Aunès 50 m au nord	Urbain influencé trafic	26	21		16	25
Mtp_17_32	Transect St-Aunès proximi A9	Trafic	24	24	22	17	26
Mtp_17_33	Transect St-Aunès 50 m au sud	Urbain influencé trafic	23	24	20	14	24
Mtp_17_34	Transect St-Aunès 200 m au sud	Urbain influencé trafic	21	18		15	22
Mtp_17_41	Transect St-Aunès projet ouest A9 150 m	Urbain influencé trafic	14	13	10	12	15
Mtp_17_42	Transect St-Aunès projet ouest A9 50 m	Urbain influencé trafic	23	18	25	20	26
Mtp_17_43	Transect St-Aunès projet est A9 50 m	Urbain influencé trafic	21	20	10	16	21
Mtp_17_44	Transect St-Aunès projet est A9 150 m	Urbain influencé trafic	19	14	11	10	16
Mtp_17_45	Station de mesure mobile – Saint-Aunès	Urbain influencé trafic	13	15	13	13	16
Mtp_17_46	Saint-Aunès – ZAC Ecopole	Urbain influencé trafic	19	23	25	21	27
Mtp_17_50	Groupe scolaire Albert Dubout – Saint Aunès	Urbain	19	14	10	10	16

### Validation des résultats

L'incertitude sur les mesures par échantillonneurs passifs calculée selon les règles de l'AFNOR<sup>7</sup> est, selon une hypothèse haute, égale à 20% pour les moyennes mensuelles de NO<sub>2</sub>.

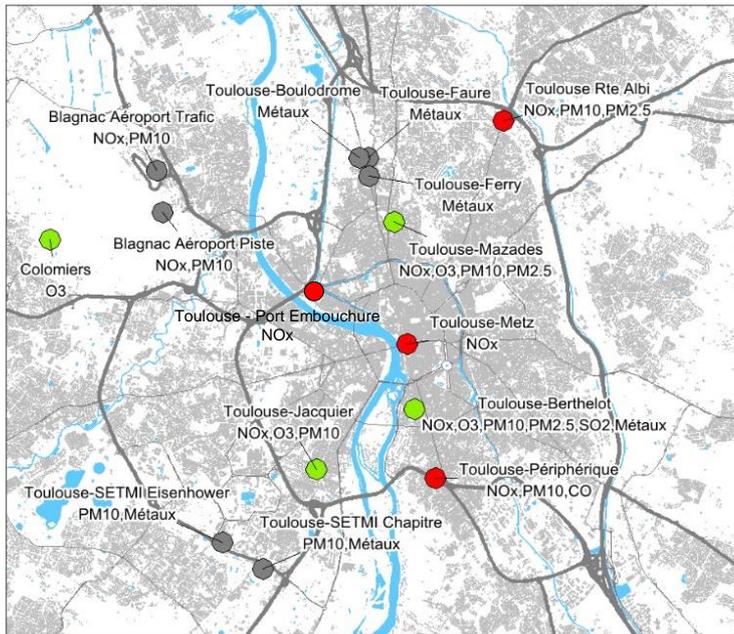
**Afin de pouvoir comparer les moyennes obtenues par les échantillonneurs passifs aux normes annuelles correspondantes**, il est essentiel de vérifier à posteriori l'hypothèse **de la bonne représentativité d'une année entière** des mesures effectuées. Pour cela, les concentrations moyennes enregistrées pendant les périodes de mesures de la campagne (01/03 – 26/04 et 21/06 – 16/08) de 9 analyseurs automatiques de NO<sub>2</sub> sur la région, dont le taux de fonctionnement sur l'année est supérieur à 95%, ont été comparées aux moyennes sur une année entière.

Les résultats montrent que les **concentrations moyennes mesurées** pendant la période de mesures de la campagne **sous-estiment en moyenne de 21% les moyennes annuelles**.

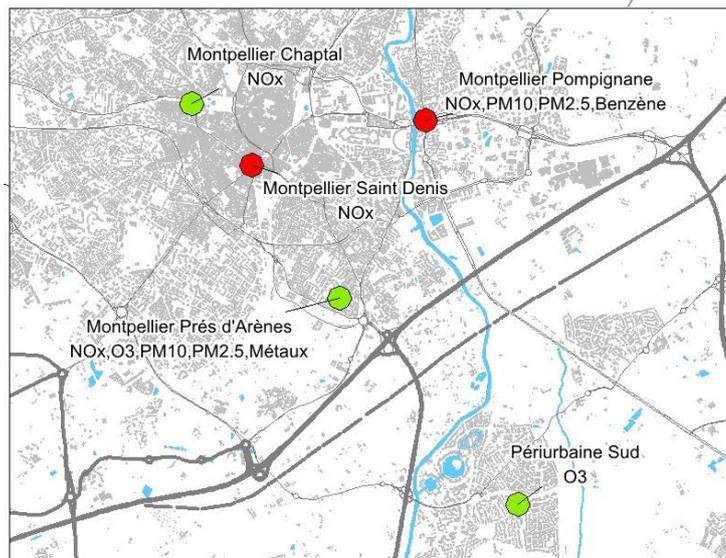
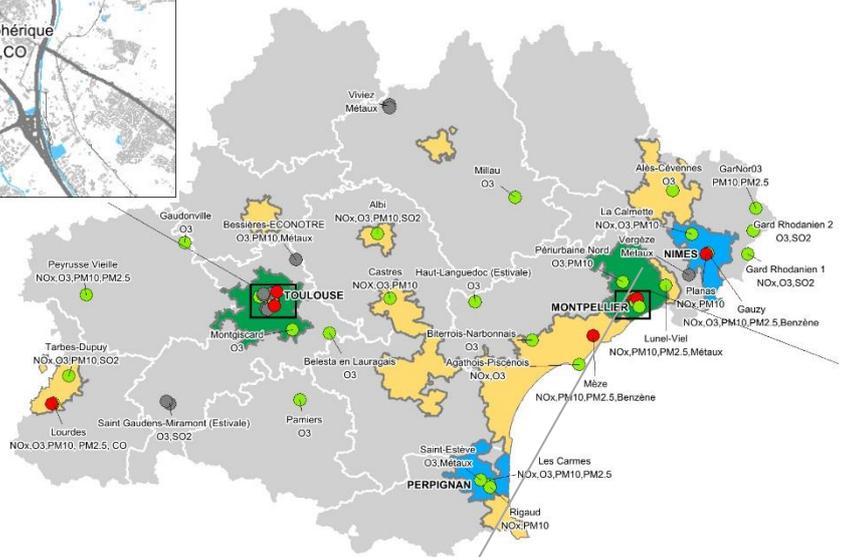
Par conséquent, une correction de 21 % a été appliquée sur les concentrations mesurées lors de cette campagne afin d'être représentatives des concentrations moyennes annuelles. **Dans le rapport, les "moyennes annuelles" désignent donc les concentrations moyennes corrigées.**

<sup>7</sup> Association Française de Normalisation

## Annexe 8 : Localisation des stations de mesure de la qualité de l'air

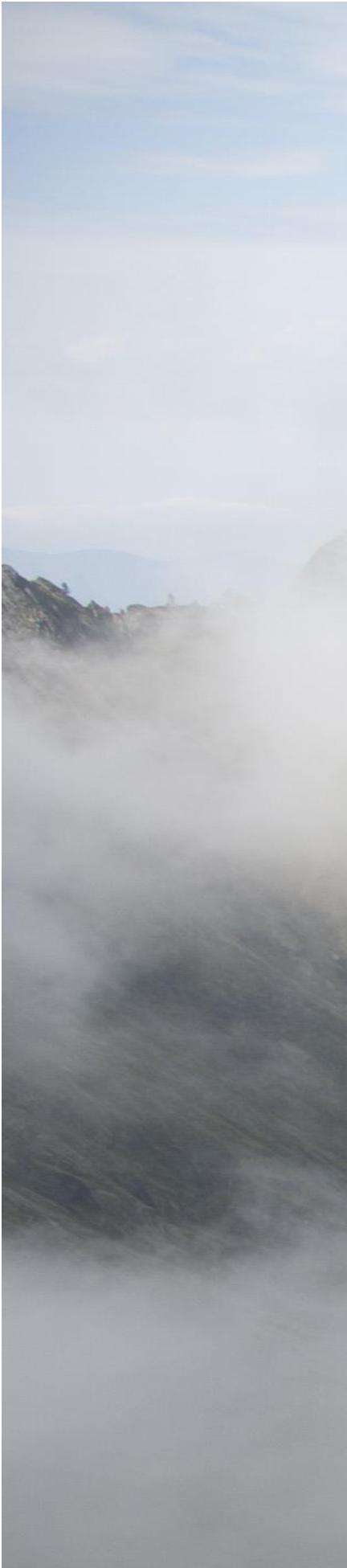


V. 24/01/2017



### STATIONS FIXES

- Fond
- Industrielle
- Trafic



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

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