

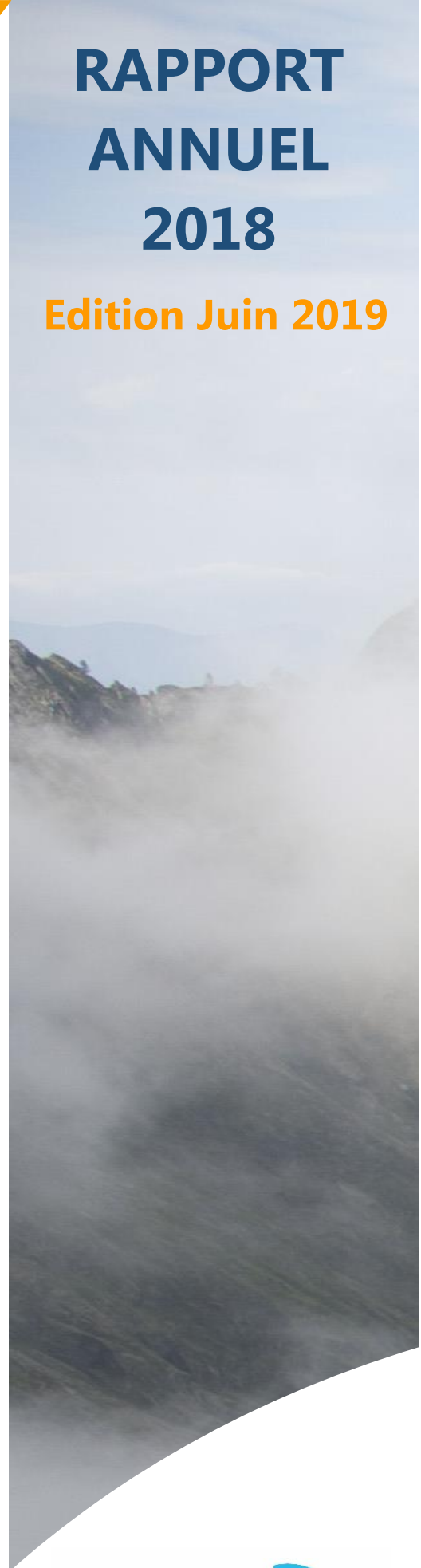
Votre observatoire régional de la
QUALITÉ de l'**AIR**

**RAPPORT
ANNUEL
2018**

Edition Juin 2019

Évaluation de l'efficacité des haies végétalisées sur la qualité de l'air

Commune de Saint-Aunès



Atmo
OCCITANIE

vosre parten'air



contact@atmo-occitanie.org – www.atmo-occitanie.org

EVALUATION DE L’EFFICACITE DES HAIES VEGETALISEES SUR LA QUALITE DE L’AIR

COMMUNE DE SAINT-AUNES – ANNEE 2018

ASF

JUIN 2019



SOMMAIRE

I – SYNTHÈSE DES RESULTATS	4
1.1 – UNE ZONE INFLUENCEE PAR LA PROXIMITE DE L’AUTOROUTE	4
1.2 – DES CONCENTRATIONS DE FOND SIMILAIRES A CELLES RENCONTREES A MONTPELLIER	4
1.3 – SAISONNALITE DE LA POLLUTION	4
1.4 – L’EFFICACITE DES MERLONS POUR LA PROTECTION DES RIVERAINS	4
II – DESCRIPTIF DE L’ETUDE	5
2.1 – CONTEXTE	5
2.2 – OBJECTIFS ET DISPOSITIFS DEPLOYES	6
2.3 – ZONE D’ETUDE ET LOCALISATION DES SITES ETUDIES.....	7
2.4 – POLLUANTS ETUDIES.....	8
2.5 – DISPOSITIFS DEPLOYES POUR EVALUER L’EFFICACITE DES MOYENS DE REDUCTION DE L’EXPOSITION DES RIVERAINS MIS EN PLACE PAR ASF	8
2.5.1 – MESURES PAR STATION MOBILE	8
2.5.2 – MESURES PAR MICROCAPTEUR	9
2.5.3 – MESURES PAR ECHANTILLONNEURS PASSIFS DU DIOXYDE D’AZOTE NO ₂	10
2.5.4 – DISPOSITIF DE MESURE SUR LES 10 ANNEES D’INVESTIGATION.....	10
III – QUELLES EMISSIONS DE POLLUANTS SUR LA ZONE D’ETUDE	11
IV – CONCENTRATIONS EN DIOXYDE D’AZOTE NO₂	12
4.1 – MESURES DE LA STATION MOBILE	12
4.1.1 – COMPARAISON AUX SEUILS REGLEMENTAIRES	12
4.1.2 – EVOLUTION DES MOYENNES JOURNALIERES DE NO ₂	13
4.1.3 – STATISTIQUES.....	13
4.2 – INFLUENCE DU TRAFIC ROUTIER DE L’A9 SUR LES CONCENTRATIONS DE NO ₂	14
4.2.1 – ROSES DE POLLUTION	14
4.2.2 – VARIABILITE JOURNALIERE DES CONCENTRATIONS DE NO ₂	15
4.2.3 – EVOLUTION SUR LA SEMAINE DE LA POLLUTION LIEE AU TRAFIC ROUTIER	16
4.2.4 – VARIATIONS SAISONNIERES DES CONCENTRATIONS DE NO ₂ SUR LA ZONE D’ETUDE	18
4.3 – VARIATION SPATIALE DES CONCENTRATIONS DE NO ₂	19
4.3.1 – CONCENTRATIONS OBSERVEES PENDANT LA CAMPAGNE D’ETUDE.....	19
4.3.2 – COMPARAISON AUX SEUILS REGLEMENTAIRES	19

V – CONCENTRATIONS EN PARTICULES FINES PM₁₀, PM_{2,5} ET PM₁	20
5.1 – MESURES DE LA STATION MOBILE	20
5.1.1 – COMPARAISON AUX SEUILS REGLEMENTAIRES	20
5.1.2 – PM ₁₀	20
5.1.3 – PM _{2,5}	21
5.1.4 – PM ₁ VERSUS PM ₁₀ ET PM _{2,5}	21
5.2 – INFLUENCE DES SOURCES D’EMISSIONS DE PARTICULES SUR LES CONCENTRATIONS	23
5.2.1 – ROSE DE POLLUTION PM ₁₀	23
5.2.2 – ROSE DE POLLUTION PM _{2,5}	24
5.2.3 – ROSE DE POLLUTION PM ₁	24
5.3 – VARIATIONS SAISONNIERES	25
5.4 – EVOLUTION DES MOYENNES JOURNALIERES DE PM₁₀ ET PM_{2,5}	27
5.4.1 – STATISTIQUES.....	28
5.5 – EVOLUTION DES MOYENNES JOURNALIERES SUR LA SEMAINE	29
5.6 – DEPASSEMENT DU SEUIL D’INFORMATION – EPISODE DE POLLUTION AUX PARTICULES PM₁₀	30
VI – ESTIMATION DE L’EFFET DES MERLONS VEGETALISES SUR LA QUALITE DE L’AIR	31
6.1 – IMPACT SUR LES CONCENTRATIONS DE NO₂	31
6.1.1 – IMPACT AU NIVEAU DES QUARTIERS	31
6.1.2 – IMPACT DIRECT DES MERLONS SUR LA POLLUTION DE NO ₂	33
6.2 – IMPACT DES MERLONS SUR LES CONCENTRATIONS DE PARTICULES PM₁₀ ET PM_{2,5}	34
6.2.1 – PM ₁₀	34
6.2.2 – PM _{2,5}	35
6.2.3 – BILAN DES MESURES PM ₁₀ ET PM _{2,5}	35
VII – PERSPECTIVES	36
TABLE DES ANNEXES	37
LEXIQUE	37

I – SYNTHÈSE DES RESULTATS

1.1 – Une zone 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 97 et 81% des émissions totales en raison de la présence de l’autoroute A9 qui traverse son territoire.

Cette nouvelle campagne de mesure confirme l’influence des émissions du trafic routier à proximité de l’autoroute A9, sur les concentrations de NO₂ et de particules avec un effet de décroissance marqué selon la distance aux voies de circulation. Les niveaux observés, au plus près du trafic, sont notamment corrélés avec l’intensité du trafic de l’autoroute indépendamment des conditions météorologiques.

Sur l’ensemble des sites étudiés, en concentrations en NO₂ respectent les seuils réglementaires.

Les seuils réglementaires annuels pour les particules PM10 sont également respectés. La moyenne journalière de PM10 correspondant au seuil d’information a été dépassé 2 fois (16 février et 4 avril 2018). Cette hausse des concentrations n’était toutefois pas spécifique au site de Saint-Aunès mais était la conséquence d’épisodes de pollution aux PM10 touchant l’ensemble de la région littorale de Montpellier.

L’objectif de qualité annuel pour les PM2.5 pourrait ne pas être respecté à Saint-Aunès, comme sur une grande partie des stations de mesures en France.

1.2 – Des concentrations de fond similaires à celles rencontrées à Montpellier

Dès que l’on s’éloigne des abords de l’autoroute (environ 150 mètres), les concentrations mesurées sont proches de celles rencontrées à Montpellier sur les stations urbaines pour le NO₂ et les particules. Les concentrations mesurées respectent les seuils réglementaires annuels.

1.3 – Saisonnalité de la pollution

Quel que soit le polluant, les résultats de cette étude confirment ceux de l’année précédente et permettent de mettre en évidence un **effet de saisonnalité**. Ainsi, les moyennes journalières et les maxima journaliers hivernaux sont globalement plus élevés que les valeurs mesurées durant les périodes estivales. Ces résultats sont liés à l’augmentation des émissions dues au secteur résidentiel-tertiaire (chauffage notamment) qui s’ajoutent aux émissions du trafic routier, ainsi qu’aux conditions de dispersion moins favorables en période froide.

1.4 – L’efficacité des merlons pour la protection des riverains

L’efficacité des merlons sur les concentrations de NO₂ se confirme, avec comme en 2017, des concentrations significativement plus faibles derrière les merlons. Le merlon joue permet donc de **diminuer l’exposition des riverains** à la pollution de l’air induite par l’autoroute, avec un taux d’abattement du NO₂ variable selon les saisons et les années pouvant atteindre 50% derrière le merlon.

Ces **abattements** sont également observés sur les concentrations de particules mais dans une moindre importance.

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. L'ADPMA9 s'appuie notamment sur une étude¹ 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 réduire les niveaux d'exposition des riverains aux particules fines est donc à vérifier.

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.

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

- évaluation quantitative, menée par ATMO Occitanie,
- évaluation qualitative sur le pouvoir de captation des polluants, menée par le CNRS.

En 2017, ATMO Occitanie est intervenu pour quantifier l'état initial². Cette première étape s'est poursuivie en 2018.

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 PSQA³ et le projet associatif d'ATMO Occitanie, en répondant plus particulièrement aux objectifs suivants :

1. **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"
2. **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"
3. **Axe 4-4** : "Accompagner l'innovation et le transfert technologique"

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

² [Effet des haies végétalisées sur la qualité de l'air – Etat initial](http://www.atmo-occitanie.org) – 2018 - www.atmo-occitanie.org

³ 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
Suivi de la qualité de l'air sur la zone d'étude	10 sites échantillonneurs passifs NO ₂
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 ₁₀ , PM _{2,5} et NO ₂ installés de part et d'autre de chaque merlon, 2 sites de références PM ₁₀ , PM _{2,5} et NO ₂ 1 site avec moyen mobile PM ₁₀ , PM _{2,5} , PM ₁ et NO ₂
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 réduire l'exposition des riverains	Rapport d'étude annuel

Ce deuxième rapport répond à l'évaluation quantitative de la qualité de l'air et permettra de comparer les résultats à l'année de référence pour le suivi de concentrations au niveau de la zone d'étude et des effets des végétaux sur la qualité de l'air.

Amélioration du dispositif de mesure en 2018

Suite aux conclusions de la campagne d'étude 2017 et afin de parfaire les connaissances de la pollution sur la zone d'étude, les améliorations suivantes ont été apportées au dispositif :

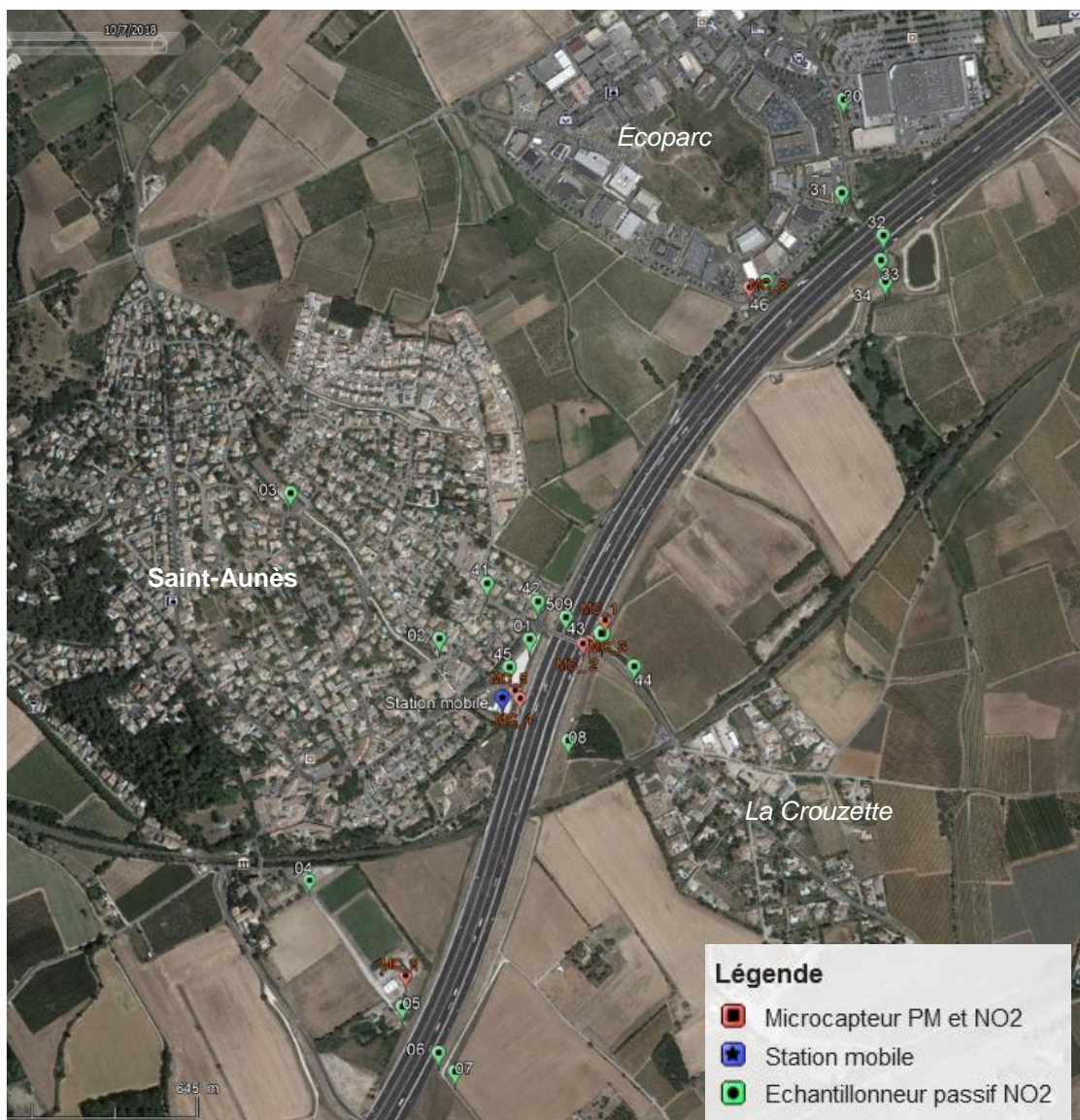
- Quantification des particules les plus fines de taille inférieure à 1 µm (PM₁) par mesure automatique (FIDAS) ;
- Ajout de points de mesures pour évaluer la décroissance du NO₂ et la zone d'impact de l'autoroute sur les concentrations de NO₂ (8 sites supplémentaires).

2.3 – Zone d’étude et localisation des sites étudiés

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 de l’autoroute A9. Sur cette section le trafic moyen journalier est de 97 000 véhicules.

- En mai 2017, il a été mis en service 12 voies de circulation au lieu de 6 jusqu’alors, sans modification du nombre de véhicules journaliers.
- Pour analyser 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 selon deux modalités d’irrigation (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)

Localisation des sites de mesures sur Saint-Aunès



2.4 – Polluants étudiés

Les polluants mesurés sont, **sur la zone d’étude**, des polluants principalement émis par la pollution routière.

- Le monoxyde d’azote NO et le **dioxyde d’azote NO₂** sont émis lors de la combustion incomplète des combustibles fossiles. Le NO se transforme rapidement en NO₂ au contact des oxydants présents dans l’air, comme l’oxygène et l’ozone.
- Les **particules en suspension** PM₁, PM_{2,5} et PM₁₀ dont le diamètre est respectivement inférieur à 1, 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 nitrate 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.

2.5 – Dispositifs déployés pour évaluer l’efficacité des moyens de réduction de l’exposition des riverains mis en place par ASF

2.5.1 – Mesures par station mobile

La station mobile a été positionnée, comme en 2017, sur un terrain de la ville de Saint-Aunès derrière le merlon communal.



Les mesures ont eu lieu sur 2 périodes contrastées du point de vue météorologique :

- du 22 janvier au 6 avril 2018,
- du 12 juillet au 24 octobre 2018.

Les paramètres mesurés sont présentés dans le tableau ci-contre.

Afin d’identifier la part des particules les plus fines sur la zone d’étude, la mesure des PM₁ a débuté pendant la campagne estivale 2018.

Paramètres mesurés par analyseur automatique
NO ₂ (AC32M)
PM ₁₀ (TEOM et FIDAS)
PM _{2,5} (TEOM FIDAS)
PM ₁ (FIDAS campagne été)
Paramètres météorologiques (vent)

2.5.2 – Mesures par microcapteur

Cinq sites microcapteurs sont disposés de part et d’autre des 3 merlons le long de l’autoroute sur la commune de Saint-Aunès.

Localisation des sites microcapteurs au niveau des merlons végétalisés



3 autres sites d’étude, non présents sur la carte, sont implantés pour comparaison aux sites sur les merlons, 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 Prés d’Arènes qui est une station de référence de fond urbain du réseau de Montpellier.

Les photos de chaque site sont présentés en annexe 1.

Préalable à la lecture des données issues des microcapteurs :

Le jeu de données utilisé pour les statistiques présentées correspond aux données valides, répondant aux critères de validation indiquées par le constructeur (cf. annexes 2 et 3). Les microcapteurs, développés ces dernières années, permettent d’obtenir des mesures indicatives de la qualité de l’air et complètent les méthodes de référence (tubes passifs et analyseurs), pour une surveillance continue et spatialisée à moindre coût.

2.5.3 – Mesures par échantillonneurs passifs du dioxyde d’azote NO₂

En complément du dispositif de mesures en continu, **21 sites de mesures, dont 8 supplémentaires en 2018**, ont été installés sur la zone d’étude pour le suivi du NO₂ :

- La majorité des sites (10) sont positionnés à proximité du trafic routier, principal émetteur de NO₂.
- 10 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 Prés d’Arènes de Montpellier.

Les mesures se sont déroulées sur 2 périodes météorologiques contrastées : du 18 janvier au 15 mars (hiver) et du 11 juillet au 6 septembre 2018 (été). 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 NO₂ par échantillonneurs passifs, ce qui n’est pas le cas en 2018 (cf. détail en annexe 7).

2.5.4 – Dispositif de mesure sur les 10 années d’investigation

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 PM 10, PM 2,5 et NO ₂ par microcapteurs sur 8 sites pendant 2 mois en été et 2 mois en hiver	Mesure de PM 10, PM 2,5 et NO ₂ par moyen mobile sur 1 site pendant 2 mois en été et 2 mois en hiver	Mesures indicatives de NO ₂ 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)	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
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

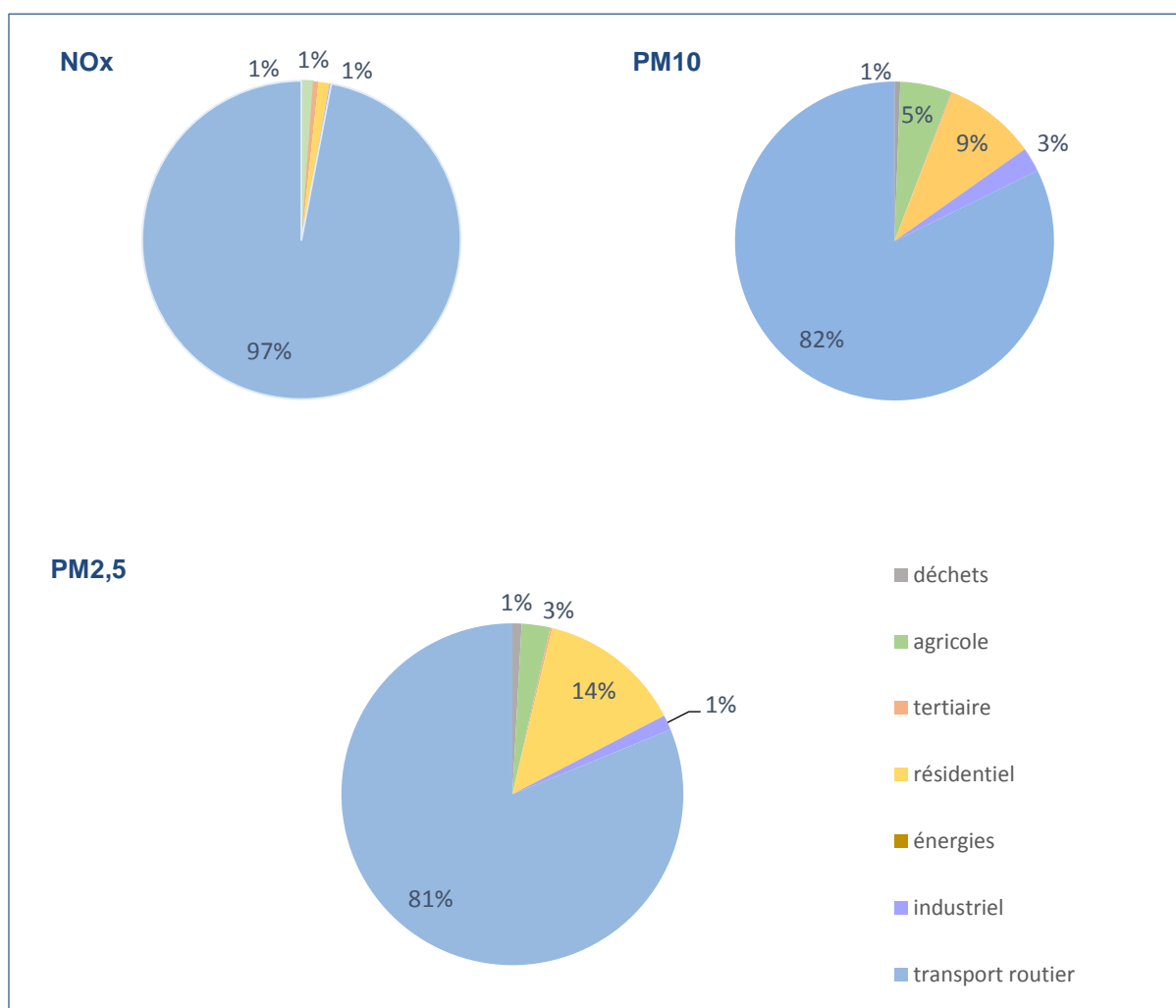
III – QUELLES EMISSIONS DE POLLUANTS SUR LA ZONE D’ETUDE

Le **trafic routier** est le premier contributeur aux émissions des émissions de **NOx** et de particules **PM_{2,5}** et **PM₁₀** sur la commune de Saint-Aunès. Ce secteur émet 97% des oxydes d’azote totaux émis sur ce territoire, 82% des PM₁₀ et 81 % des PM_{2,5}.

Avec une moyenne d’environ 110 000 véhicules par jour après la mise en service du dédoublement en 2017, l’autoroute contribue significativement aux émissions des NOx et de particules du secteur routier sur cette commune,

Le secteur **Résidentiel-Tertiaire** représente entre **9 et 14% des émissions**, principalement en lien avec la combustion du bois pour le chauffage.

Part des émissions par secteur d'activité - Commune de Saint-Aunès – 2015



"Inventaire des émissions - Atmo Occitanie - ATMO_IRSV1.5_Occ_2010_2015"

IV – CONCENTRATIONS EN DIOXYDE D’AZOTE NO₂

4.1 – Mesures de la station mobile

4.1.1 – Comparaison aux seuils réglementaires

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).

NO ₂	Station mobile Saint-Aunès	Prox. Trafic routier Montpellier St-Denis	Fond urbain Montpellier Prés d'Arènes	Fond périurbain Lunel-Viel	Valeurs réglementaires
Moyenne (µg/m ³) sur les 2 campagnes	14	34	19	12	-
Moyenne (µg/m ³) 2018	-	42	18	12	Valeur limite : 40 µg/m ³ en moyenne annuelle
Maximum horaire (µg/m ³)	84 (15 juillet 1h)	185	109	85	Seuil d'information horaire : 200 µg/m ³
Nombre de dépassement moyenne horaire >200 µg/m ³	Aucun dépassement	Aucun dépassement			Valeur limite : Pas plus de 18 heures de dépassements par an

Sur le site d'étude de Saint-Aunès, les concentrations moyennes de NO₂ enregistrées sont :

- inférieures à celles mesurées sur les sites de proximité trafic routier ou de fond urbain de Montpellier,
- légèrement plus élevées que les concentrations relevées en fond péri-urbain (Lunel-Viel).

La concentration moyenne de NO₂ mesurée sur la période de l'étude à Saint-Aunès est de 14 µg/m³. Elle est **inférieure aux seuils réglementaires annuels** (valeur limite : 40 µg/m³).

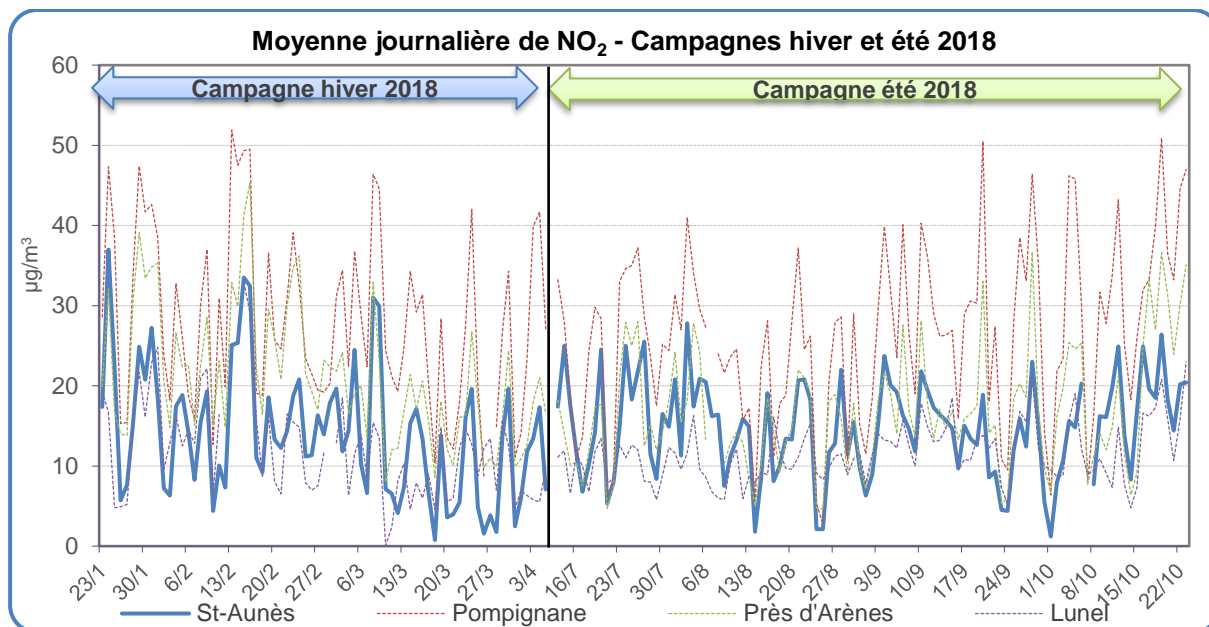
La concentration horaire maximale est de 84 µg/m³ (14 juillet 2018), soit très en deçà du seuil d'information et de recommandation horaire de 200 µg/m³.

Sur le site d'étude, il est fortement probable que les seuils réglementaires annuels pour le NO₂ soient respectés car, l'écart entre les moyennes des 2 périodes (campagne d'étude et annuelle) pour les autres sites sont faibles.

4.1.2 – Evolution des moyennes journalières de NO₂

Les variations des moyennes journalières sont différentes selon les sites.

Le site de Saint-Aunès présente des moyennes généralement plus faibles que sur les stations de Pompignane (proximité trafic routier) et Près d’Arènes de Montpellier (station urbaine). Par contre, les concentrations sont souvent plus élevées à Saint-Aunès que sur le site de Lunel (station périurbaine).



4.1.3 – Statistiques

NO ₂	Station mobile Saint-Aunès	Montpellier Pompignane	Montpellier Près d'Arènes	Lunel-Viel	Valeurs réglementaires
Moyenne saisonnière hiver	14 µg/m ³	28 µg/m ³	21 µg/m ³	12 µg/m ³	Valeur limite : 40 µg/m ³ en moyenne annuelle
Moyenne saisonnière été	15 µg/m ³	26 µg/m ³	17 µg/m ³	11 µg/m ³	
Moyenne horaire hiver	entre 0 et 74 µg/m ³	entre 1 et 123 µg/m ³	entre 1 et 89 µg/m ³	entre 0 et 68 µg/m ³	Seuil d'information horaire : 200 µg/m ³
Moyenne horaire été	entre 0 et 84 µg/m ³	entre 1 et 145	entre 1 et 109 µg/m ³	entre 1 et 85 µg/m ³	

Les données montrent que le site de Saint-Aunès s'apparente à un site de fond périurbain ou urbain.

4.2 – Influence du trafic routier de l’A9 sur les concentrations de NO₂

4.2.1 – Roses de pollution

La rose de pollution suivante représente l’intensité des concentrations moyennes de NO₂ mesurées sur le site de Saint-Aunès en fonction de la direction des vents.

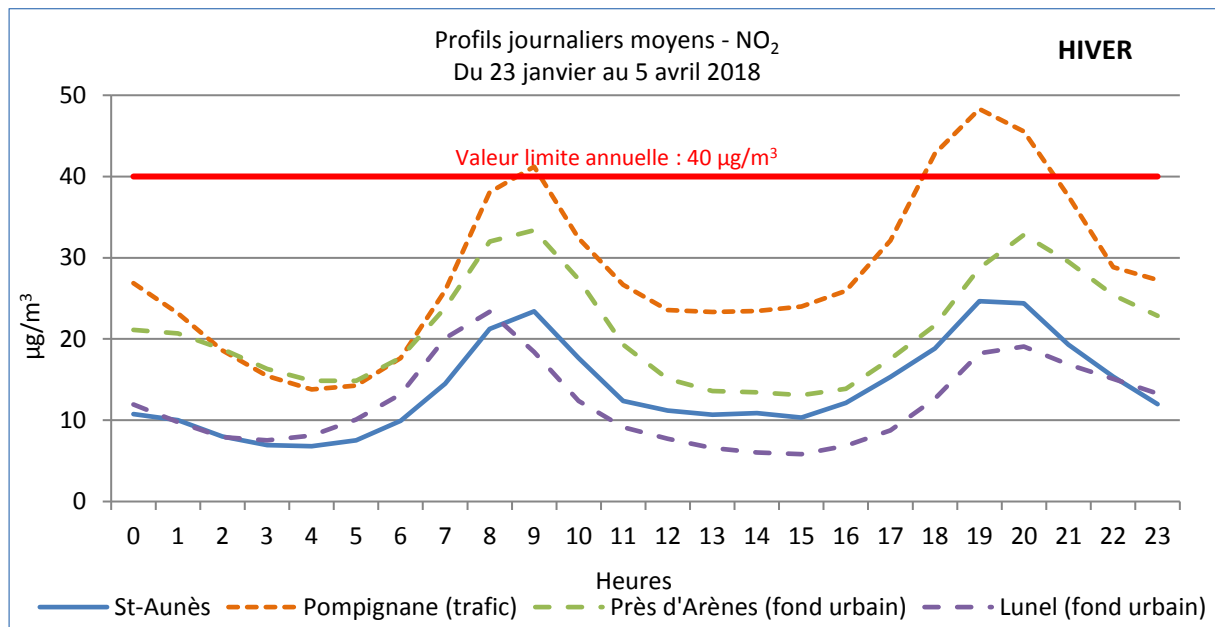
Elle permet d’apprécier l’éventuel impact de la proximité de l’autoroute sur la qualité de l’air au point de mesure. Ainsi, pour le dioxyde d’azote (rose de pollution ci-dessous), l’influence de l’autoroute est clairement mise en évidence puisque les concentrations les plus élevées s’observent principalement par vent de secteur Est en lien avec la présence de l’autoroute à l’Est du site de mesure.

Roses de pollution – Mesures de NO₂ (hiver et été 2018)



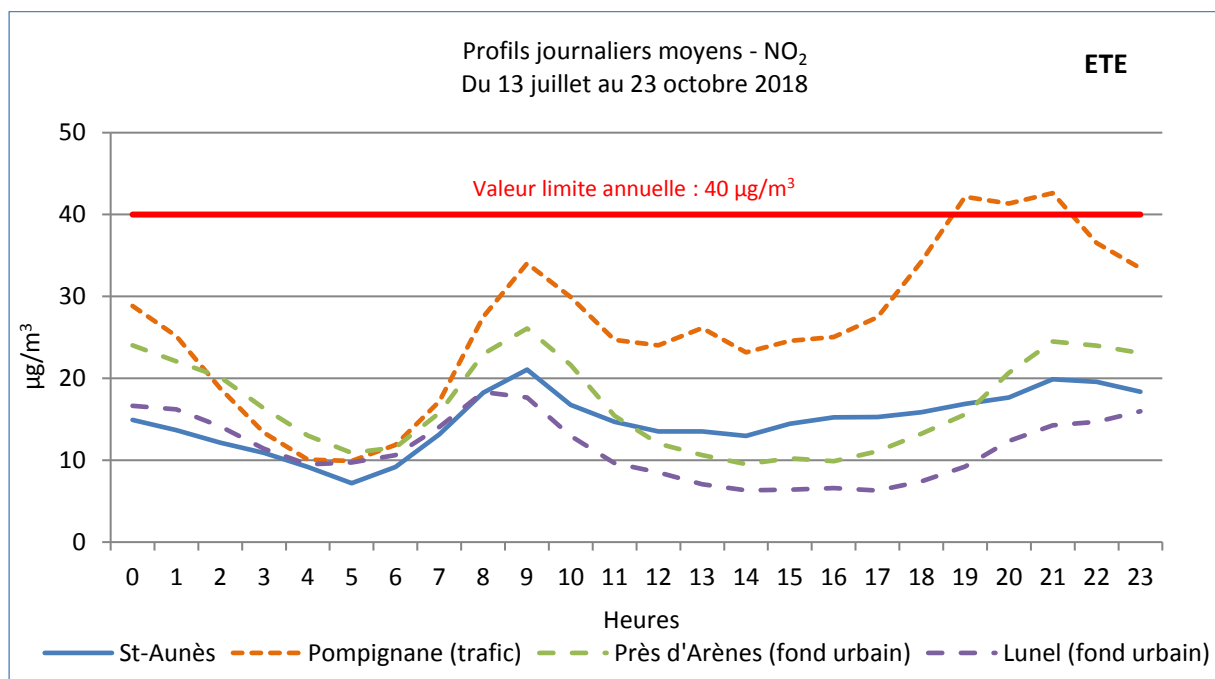
4.2.2 – Variabilité journalière des concentrations de NO₂

Les moyennes journalières des concentrations en NO₂ enregistrées sur le site d'étude et sur 3 stations pérennes de l'Hérault (Pompignane, Prés d'arènes, Lunel-Viel) sont présentées ci-après, par période de mesure.



Pour la période hivernale, les profils journaliers moyens à Saint-Aunès et sur la région de Montpellier présentent les mêmes caractéristiques, à savoir des augmentations de NO₂ 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 NO₂ 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.

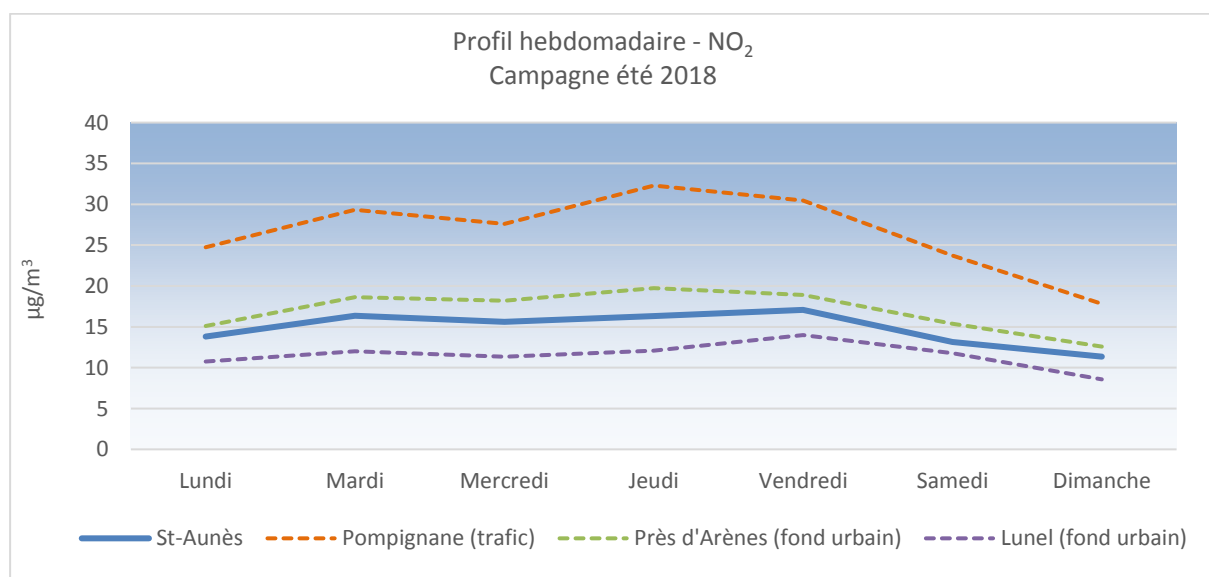
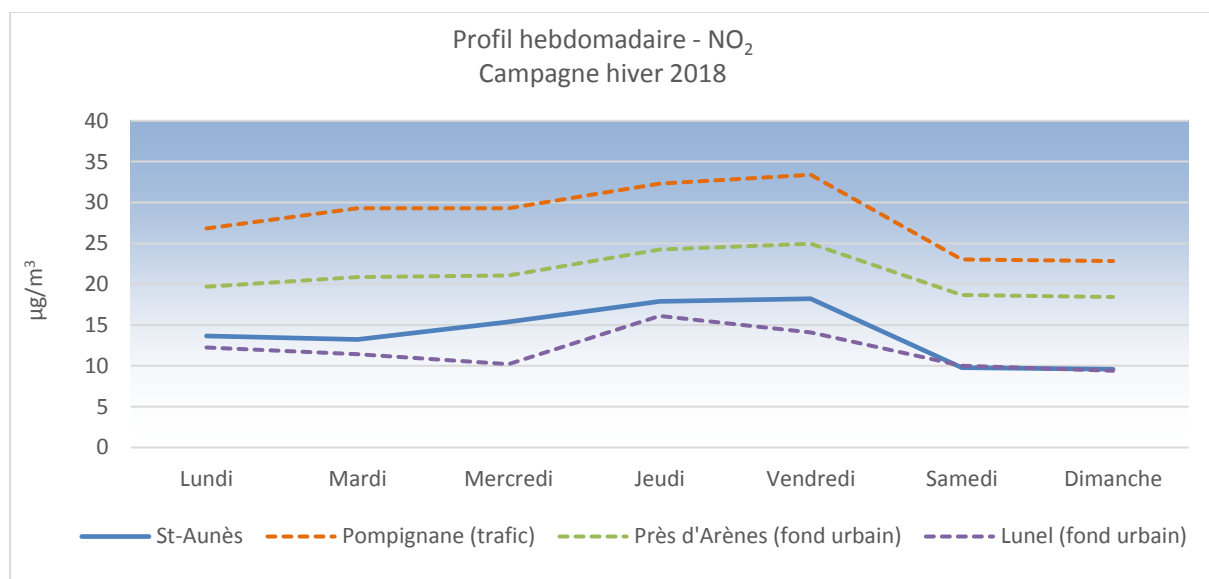


Pour la période estivale, les concentrations en NO₂, entre 11h et 16h, diminuent moins qu’en saison hivernale en lien avec les déplacements touristiques qui sont plus importants sur l’autoroute tout au long de la journée à cette saison.

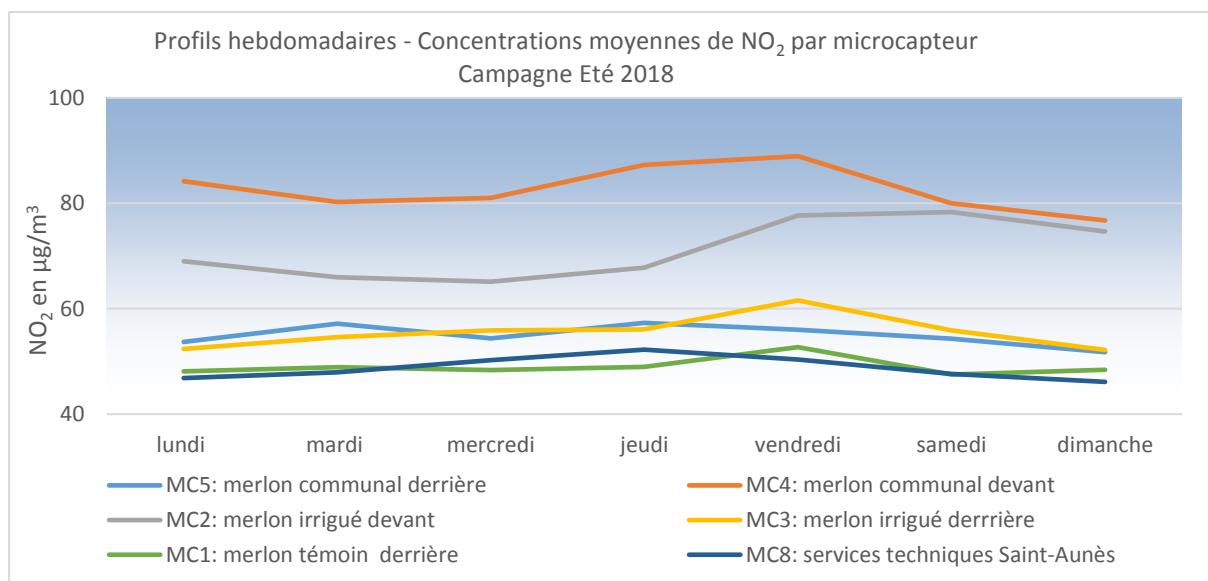
4.2.3 – Evolution sur la semaine de la pollution liée au trafic routier

Les figures suivantes indiquent, pour la station de Saint-Aunès, un profil hebdomadaire proche de celui des stations de fond urbain de Près d’Arènes de Montpellier et de Lunel.

Pour chacun des sites fixes, les concentrations augmentent du mardi au vendredi et diminuent significativement le week-end. Cette diminution est plus marquée sur la période hivernale. Sur le site de Saint-Aunès, ces évolutions sont cohérentes avec les variations de trafic observées sur l’autoroute A9.



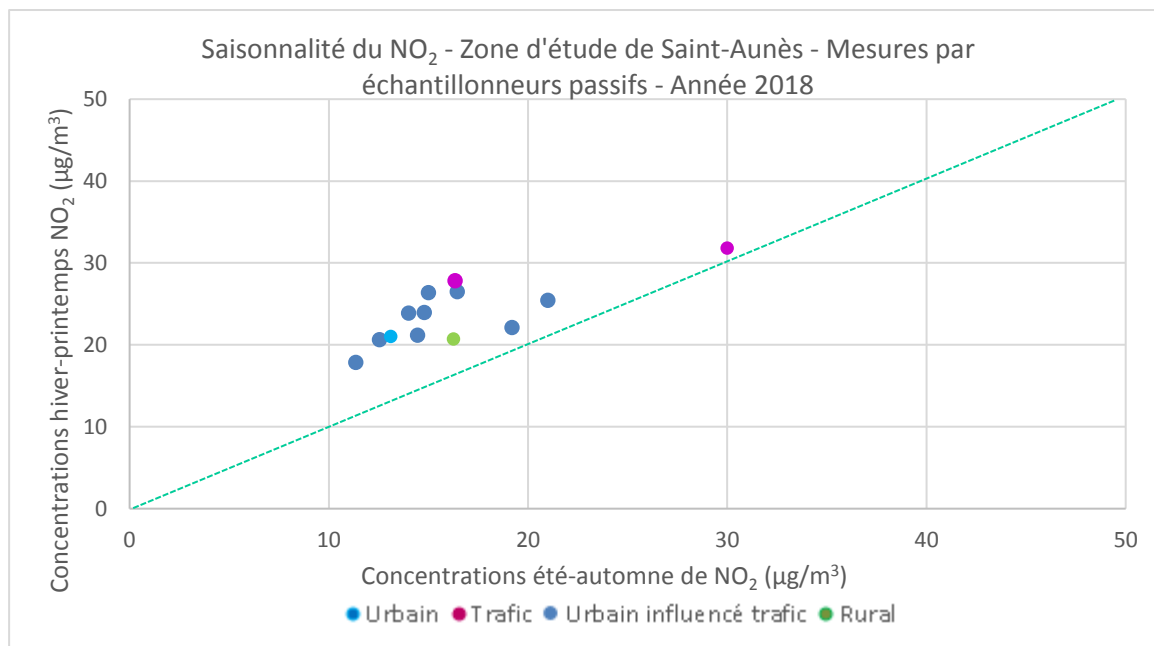
Les profils réalisés grâce aux mesures par **microcapteur** indiquent la même variabilité des concentrations sur la semaine.



Pour la majorité des sites, les concentrations augmentent les jeudi et vendredi et diminuent le week-end. Ces variations sont plus marquées pour les sites situés au plus près du trafic (MC2 et MC4). Ces évolutions sont cohérentes avec les variations de trafic observées sur l'autoroute A9.

Note : Les données issues des microcapteurs sont utilisées pour comparer les sites en eux et ne doivent pas être en valeur absolue du fait de la méthode de mesure. Les données de la période hiver 2018 ne sont pas exploitables statistiquement.

4.2.4 – Variations saisonnières des concentrations de NO₂ sur la zone d'étude



Pour l'ensemble des sites, les concentrations en NO₂ obtenues par échantillonneurs passifs sont plus élevées sur la période hiver. En moyenne sur cette période, la pollution de fond est de 23 µg/m³ contre 16 en été. (ratio hiver/été =1,5).

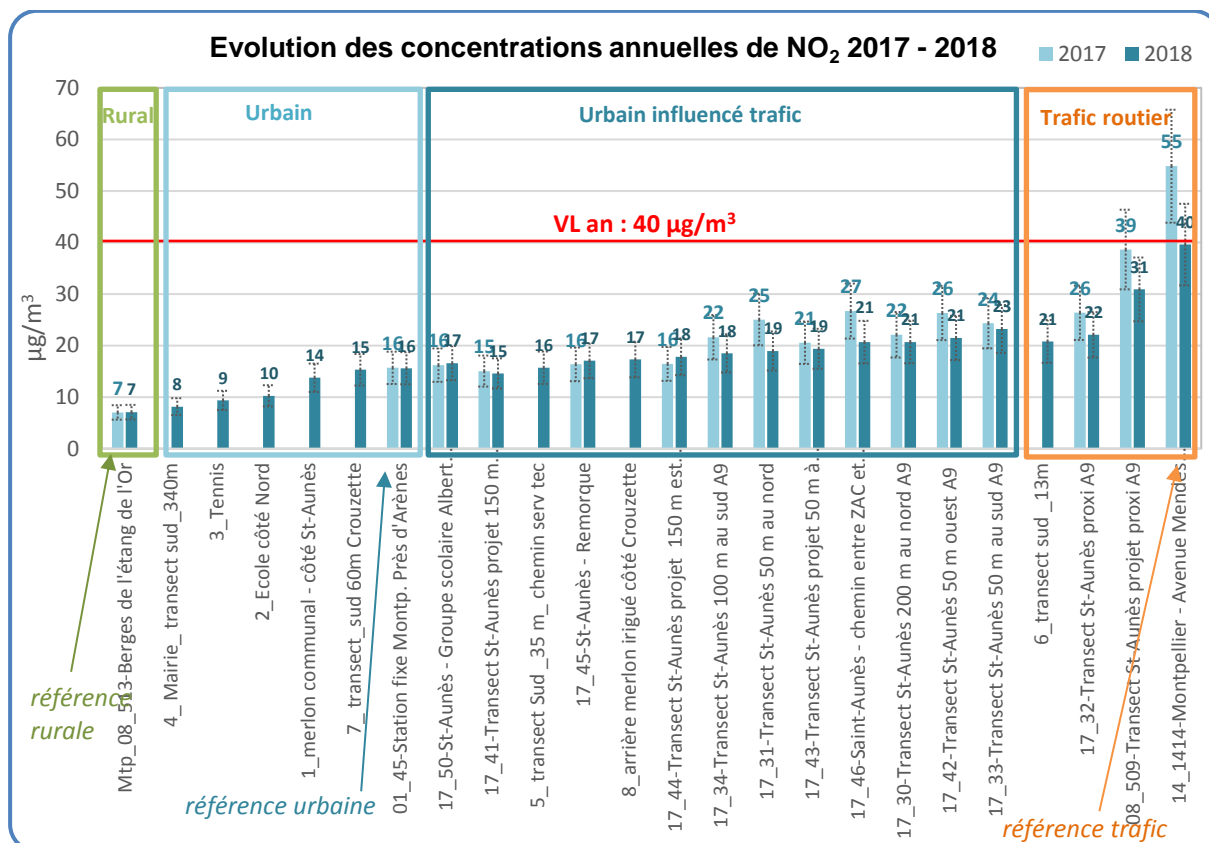
Cet écart s'explique par des conditions météorologiques plus pénalisantes pour la dispersion des polluants en hiver, auxquelles s'ajoutent des émissions dues au chauffage résidentiel qui participent à l'augmentation des concentrations.

4.3 – Variation spatiale des concentrations de NO₂

4.3.1 – Concentrations observées pendant la campagne d’étude

Les résultats complets de mesures du NO₂ sont présentés en *annexe 7*.

Le graphique ci-dessous présente les moyennes annuelles pour 2017 et 2018 de l'ensemble des sites de mesures de la campagne (dont les 8 nouveaux sites implantés en 2018) ainsi que pour 3 sites de référence de la région de Montpellier (trafic, urbain et rural).

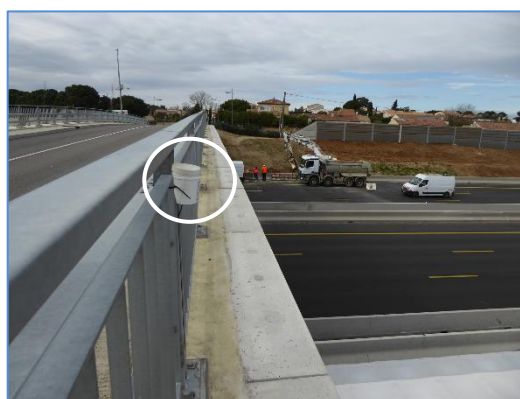


Sur la majeure partie des sites étudiés, les concentrations ont diminuées sensiblement par rapport à celles mesurées en 2017.

4.3.2 – Comparaison aux seuils réglementaires

En 2018, l'ensemble des concentrations enregistrées sur les sites de mesures de la zone d'étude respectent la valeur limite annuelle pour la protection de la santé.

Le site 08_509 situé proche du trafic de l'autoroute (voir photographie ci-contre), qui était susceptible de dépasser le seuil réglementaire en 2017, n'est pas concerné en 2018 par un risque de dépassement de la valeur limite. Hors de la zone d'étude, le site de référence trafic de Montpellier ne respecte pas la valeur limite annuelle en 2018 comme en 2017.



Saint-Aunès – Pont A9 (Site Mtp_08_509)

V – CONCENTRATIONS EN PARTICULES FINES PM₁₀, PM_{2,5} ET PM₁

5.1 – Mesures de la station mobile

5.1.1 – Comparaison aux seuils réglementaires

Préambule : Les mesures effectuées lors des 2 saisons ne sont pas représentatives des moyennes annuelles, car la période hivernale est incomplète et c’est au cours de cette période que les concentrations en particules sont généralement les plus importantes. Elles permettent cependant d’effectuer un état des lieux et d’approfondir les connaissances de la qualité de l’air dans la zone d’étude de Saint-Aunès.

5.1.2 – PM₁₀

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

PM ₁₀	Station mobile Saint-Aunès	Prox. Trafic routier Toulouse Périphérique	Fond urbain Montpellier Prés d’Arènes	Fond périurbain Lunel-Viel	Valeurs réglementaires
	Moyenne (µg/m ³) sur la campagne	18	29	15	18
Moyenne (µg/m ³) 2018	-	28	14	18	Objectif de qualité : Moyenne annuelle : 30 µg/m ³ Valeur limite : 40 µg/m ³ en moyenne an.
Moyenne journalière maximale (µg/m ³)	52 (16 février)	58 (24 février)	37 (25 février)	40 (16 février)	Seuil d'information : moyenne journalière > 50 µg/m ³
Nombre de moyenne journalière >50 µg/m ³	2	6	0	0	Valeur limite journalière : pas +de 35 jours de dépassements par an de moyennes jour. > 50 µg/m ³

Sur le site d’étude de Saint-Aunès, les concentrations moyennes de PM₁₀ enregistrées sont :

- supérieures aux valeurs mesurées à la station urbaine de Montpellier-Prés d’Arènes,
- équivalentes aux valeurs mesurées à Lunel-Viel en site de fond périurbain,
- inférieures à celles mesurées à Toulouse à proximité du trafic.

Sur le site d’étude, la moyenne journalière de **50 µg/m³ a été dépassé 2 fois**, le **16 février** et le **4 avril 2018**, avec une moyenne de 52 µg/m³ pour ses 2 journées. Compte tenu du nombre de dépassement, la valeur limite journalière⁴ est donc **très probablement respectée sur le site de Saint-Aunès en 2018**.

⁴ Seuil de 50 µg/m³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours par an

5.1.3 – PM_{2,5}

PM _{2,5}	Station mobile Saint-Aunès	Prox. Trafic routier Montpellier Pompignane	Fond urbain Montpellier Prés d’Arènes	Fond périurbain Lunel-Viel	Valeurs réglementaires
	Moyenne (µg/m ³) sur la campagne	10	13	10	
Moyenne (µg/m ³) 2018	-	11	10	10	Objectif de qualité : Moyenne annuelle : 10 µg/m ³
					Valeur cible moyenne annuelle : 20 µg/m ³ Valeur limite moyenne annuelle : 25 µg/m ³

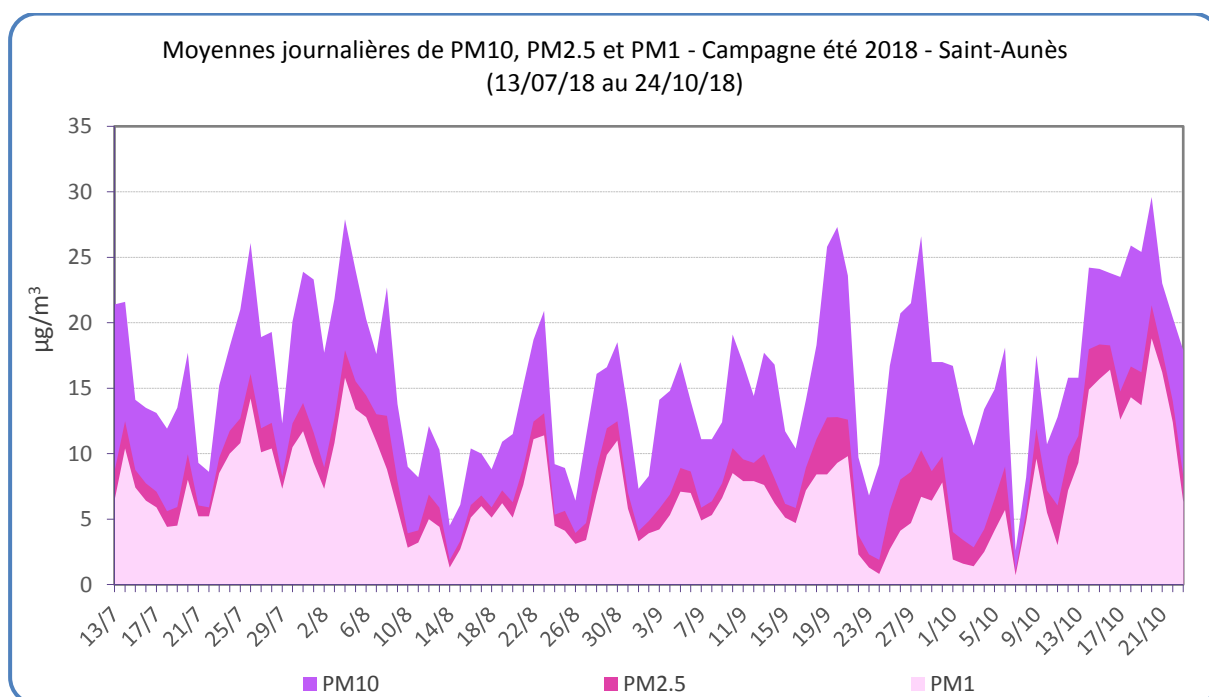
Sur le site d’étude de Saint-Aunès, les concentrations moyennes de PM_{2,5} enregistrées sont équivalentes à celles mesurées dans la région de Montpellier.

La concentration moyenne de PM_{2,5} mesurée sur le site d’étude de Saint-Aunès de 10 µg/m³, **est inférieure à la valeur limite (25 µg/m³) et à la valeur cible (20 µg/m³).**

En revanche, l’objectif de qualité (10 µg/m³) pourrait ne pas être respecté comme sur une grande partie des stations de mesure en France.

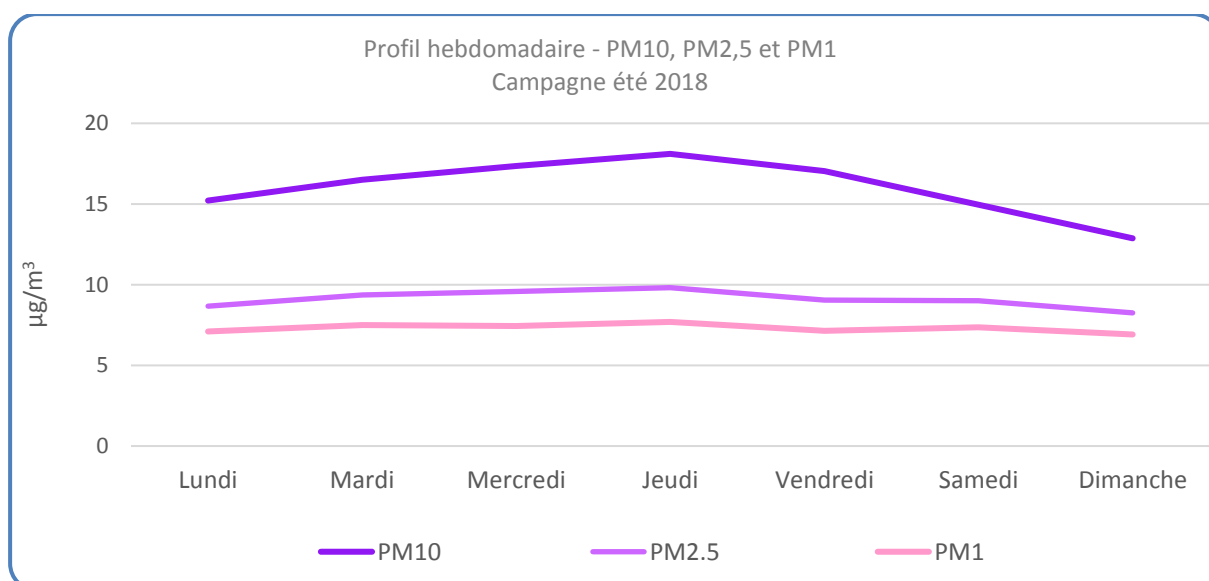
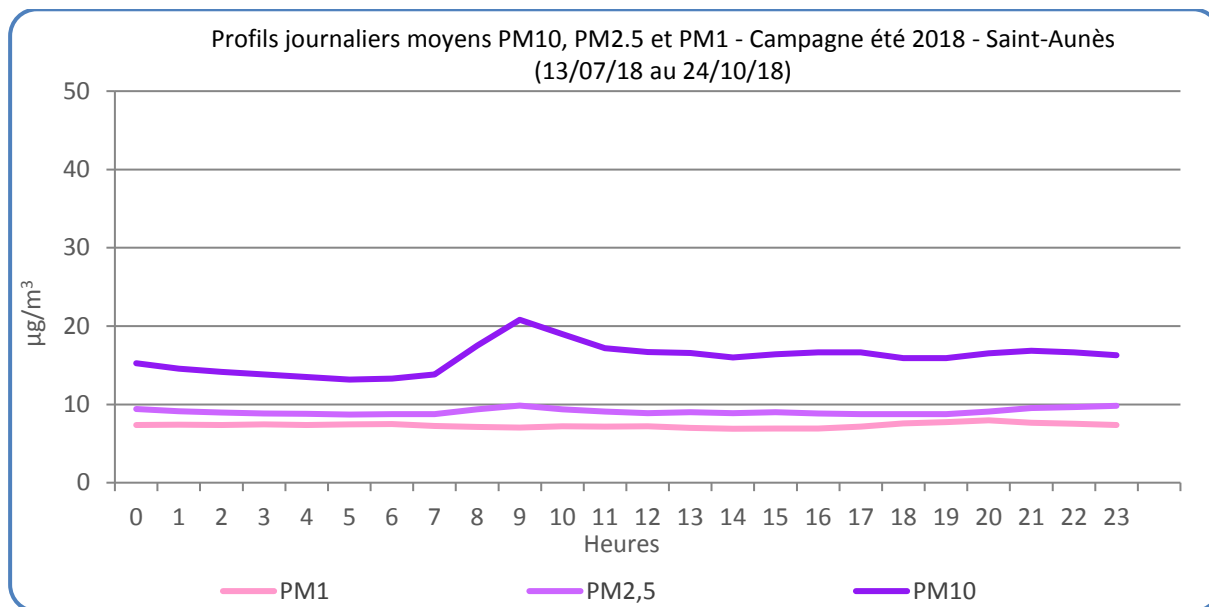
5.1.4 – PM₁ versus PM₁₀ et PM_{2,5}

Les concentrations de particules en suspension dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 1 µm (PM₁) ne sont pas réglementées en air ambiant. Un dispositif de mesure a été installé sur le site de Saint-Aunès pendant la campagne estivale. Pour l’été, la concentration moyenne de PM₁ est de 7 µg/m³, soit environ 70% des PM_{2,5} et 40% des PM₁₀.



En cette période de l’année, les émissions des activités agricoles et du chauffage résidentiel étant faibles, on peut donc conclure que la majorité des particules les plus fines (< 1 µm) mesurées pendant cette campagne proviennent du trafic routier.

Si l’on compare les profils journaliers, les concentrations moyennes des particules fines (PM_{2,5} et PM₁) sont relativement homogènes sur la journée et la semaine. En revanche, les concentrations moyennes de PM₁₀ augmentent significativement entre 8 et 11h et également du lundi au jeudi.



Cette hausse des concentrations en particules les plus « grosses » (entre 2,5 et 10 µm) est en lien avec la présence de l’autoroute. En effet, outre les émissions liées à la combustion des carburants, une part non négligeable (environ 30%) provient de la remise en suspension et de l’abrasion des pneus et des freins.

5.2 – Influence des sources d’émissions de particules sur les concentrations

5.2.1 – Rose de pollution PM10

Les roses de pollution suivantes représentent les concentrations moyennes de PM₁₀ mesurées sur le site d’étude, durant les 2 campagnes de mesure, en fonction des directions de vent.

Rose de pollution – Mesures de PM10 (hiver et été 2018)



Les roses de pollution montrent que les concentrations sont plus importantes par vents de Sud-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.

5.2.2 – Rose de pollution PM2,5

Comme pour les PM₁₀, on observe une influence, cependant moins marquée, des directions de vent Sud à Est sur les concentrations en PM_{2,5} enregistrées sur le site d’étude démontrant l’influence de l’autoroute sur les concentrations.

Rose de pollution – Mesures de PM_{2,5} (hiver et été 2018)



5.2.3 – Rose de pollution PM1

Comme pour les PM₁₀ et PM_{2,5} on observe une influence, des directions de vent Sud à Est sur les concentrations en enregistrées sur le site d’étude démontrant l’influence de l’autoroute sur les concentrations.

Rose de pollution – Mesures de PM₁ (été 2018)

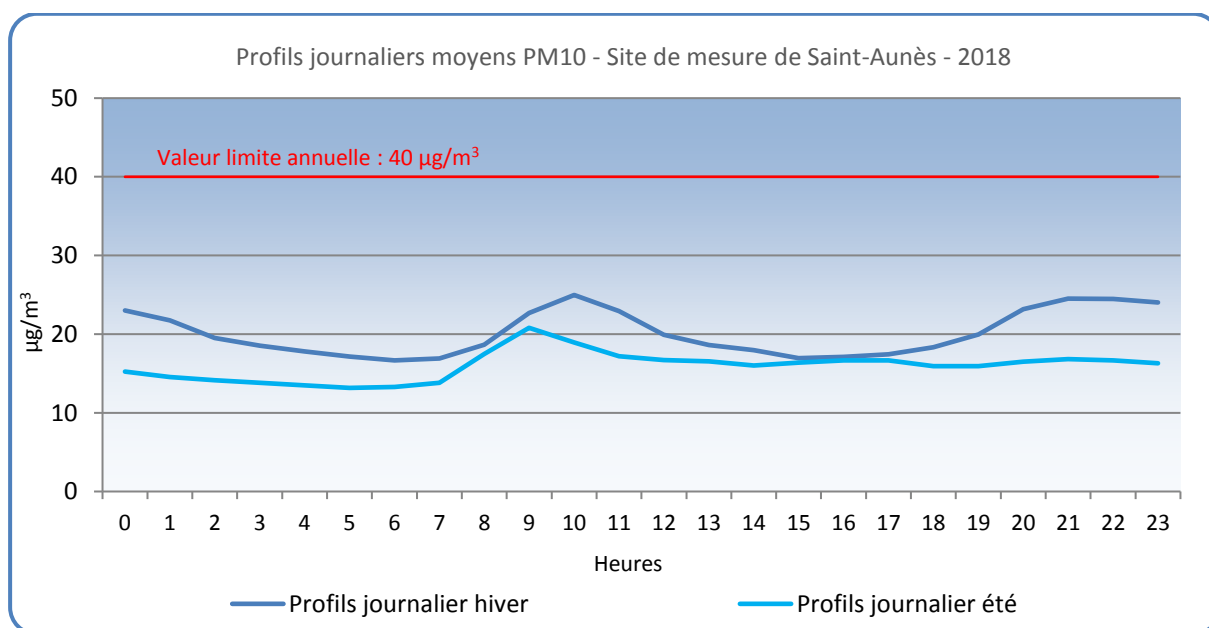


5.3 – Variations saisonnières

Les concentrations en PM₁₀ et PM_{2,5} sont généralement **plus élevées en saison froide** car :

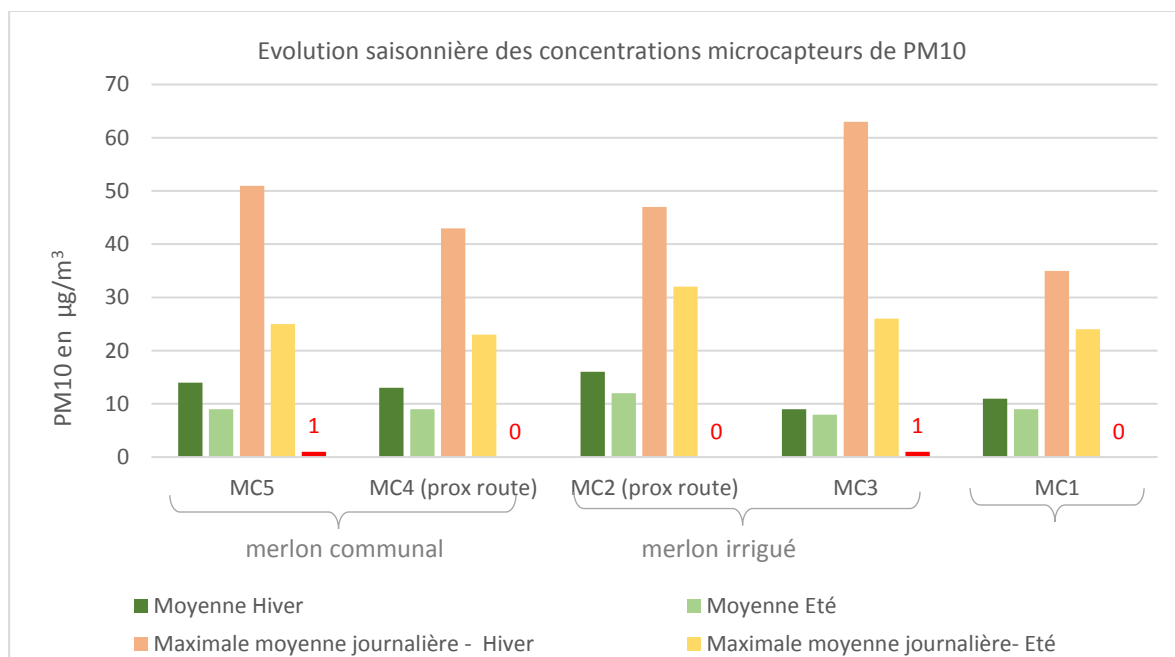
- les conditions météorologiques (situation anticyclonique) sont moins favorables à la dispersion des polluants dans l’atmosphère,
- les émissions de particules dues à la combustion (notamment chauffages individuels et collectifs) augmentent.

Ce phénomène saisonnier de l’augmentation des concentrations de particules en hiver est mis en évidence à Saint-Aunès.



Les concentrations moyennes horaires montrent une évolution saisonnière avec une augmentation des concentrations en PM₁₀ (également observées pour les PM_{2,5}) au cours de la période hivernale du fait d’une stabilité atmosphérique plus importante et de sources d’émissions supplémentaires telles que le chauffage domestique (combustion du bois). Les concentrations moyennes sont donc nettement supérieures en hiver par rapport à l’été.

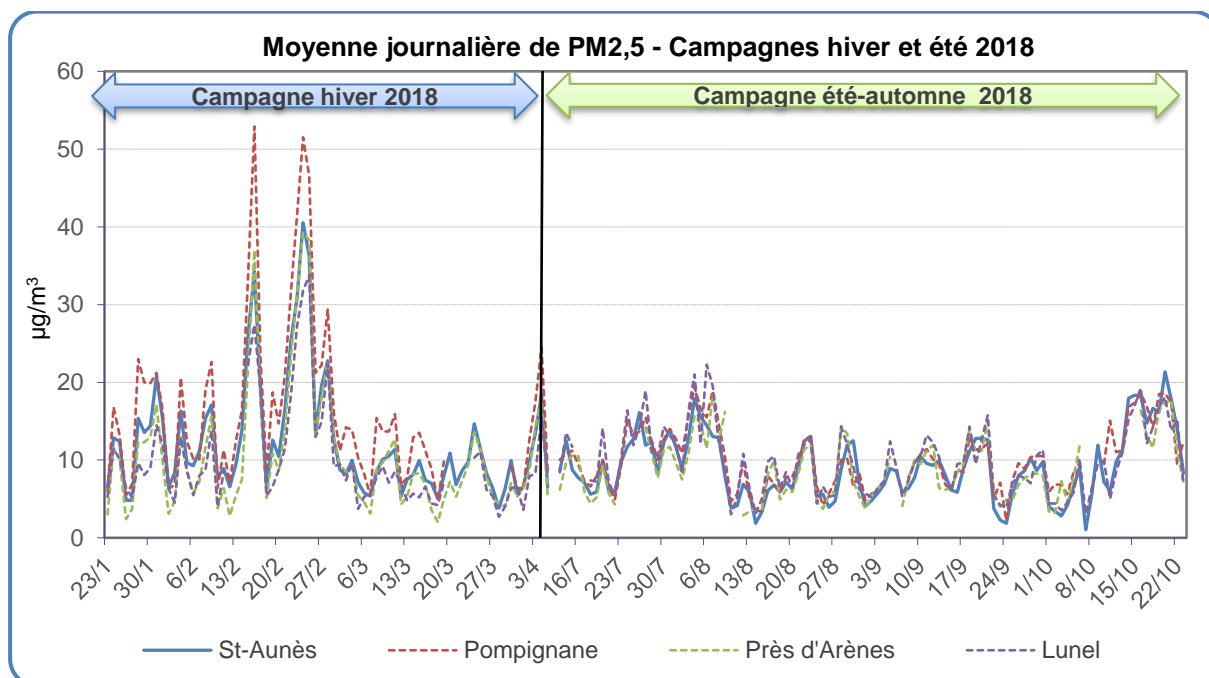
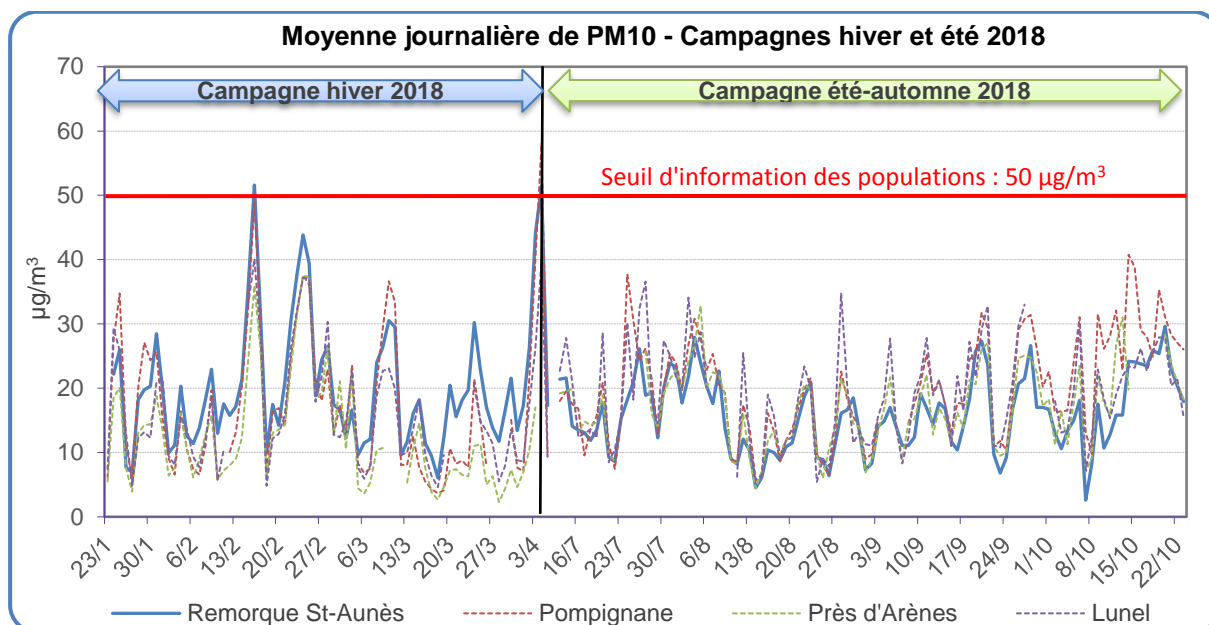
La même variabilité saisonnière est observée au niveau des microcapteurs (graphique suivant) au niveau des concentrations moyennes et moyennes maximales.



5.4 – Evolution des moyennes journalières de PM10 et PM2,5

La forte corrélation observée entre les concentrations de particules PM₁₀ et PM_{2,5} 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.

Les variations temporelles entre les sites durant les 2 campagnes d’étude étaient également assez proches.



5.4.1 – Statistiques

PM10	Station mobile Saint-Aunès	Montpellier Pompignane	Montpellier Prés d’Arènes	Lunel-Viel	Valeurs réglementaires
Moyenne saisonnière hiver	20	17	12	16	Valeur limite : 40 µg/m ³ en moyenne annuelle
Moyenne saisonnière été	16	20	18	19	
Moyenne horaire hiver	Entre 0 et 79 µg/m³	entre 1 et 107 µg/m ³	entre 0 et 67 µg/m ³	entre 0 et 64] µg/m ³	Seuil d'information : moyenne journalière > 50 µg/m ³
Moyenne horaire été	entre 1 -77 µg/m³	entre 0-73] µg/m ³	entre 0-69] µg/m ³	entre 0 et 113 µg/m ³	

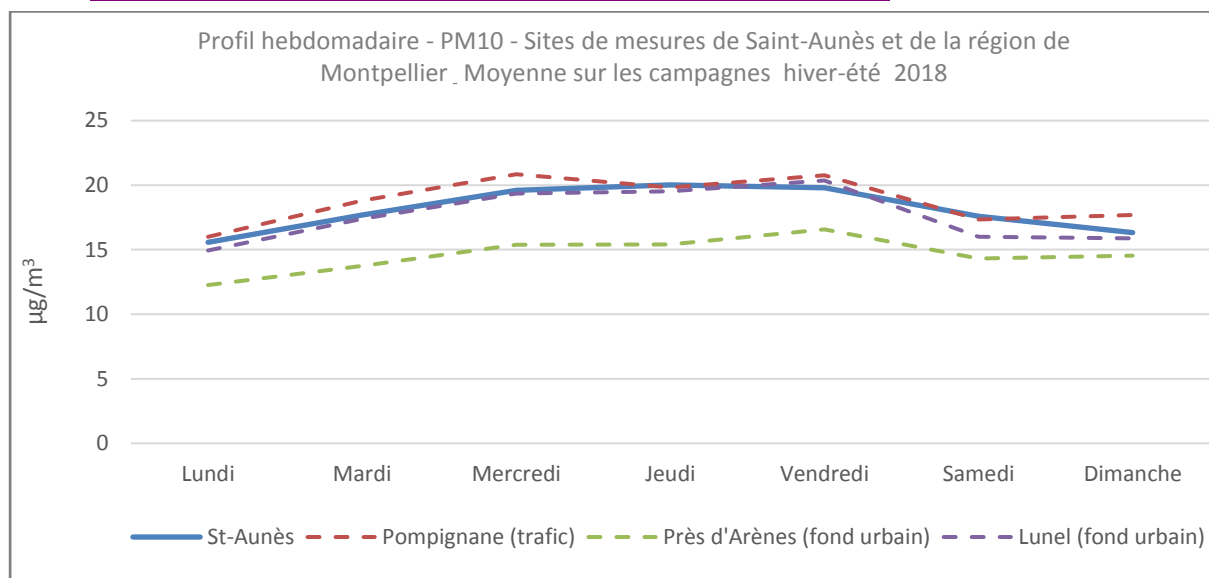
Les mesures enregistrées à la station d'étude de Saint-Aunès montrent que les concentrations en particules sont globalement plus élevées pour la période hivernale (23/01 au 03/04/18).

En hiver, les émissions du chauffage au bois comme des conditions météorologiques non dispersives (absence de vent et température froide) peuvent contribuer à l'augmentation des concentrations dans l'air, d'autant plus si elles se combinent entre elles.

Les concentrations en PM10 les plus élevées sont mesurées pendant la 2^{ème} quinzaine de février, en raison d'un épisode de pollution particulaire touchant la moitié Nord de l'Europe.

PM2,5	Station mobile Saint-Aunès	Montpellier Pompignane	Montpellier Prés d’Arènes	Lunel-Viel	Valeurs réglementaires
Moyenne saisonnière hiver	12	16	11	10	Valeur limite : 25 µg/m ³ en moyenne annuelle
Moyenne saisonnière été	9	10	9	10	
Moyenne horaire hiver	entre 1 et 73 µg/m³	entre 0 et 97 µg/m ³	entre 0 et 64 µg/m ³	entre 0 et 52 µg/m ³	
Moyenne horaire été	entre 1 et 28 µg/m³	entre 0 et 32 µg/m ³	entre 0 et 39 µg/m ³	entre 0 et 51 µg/m ³	

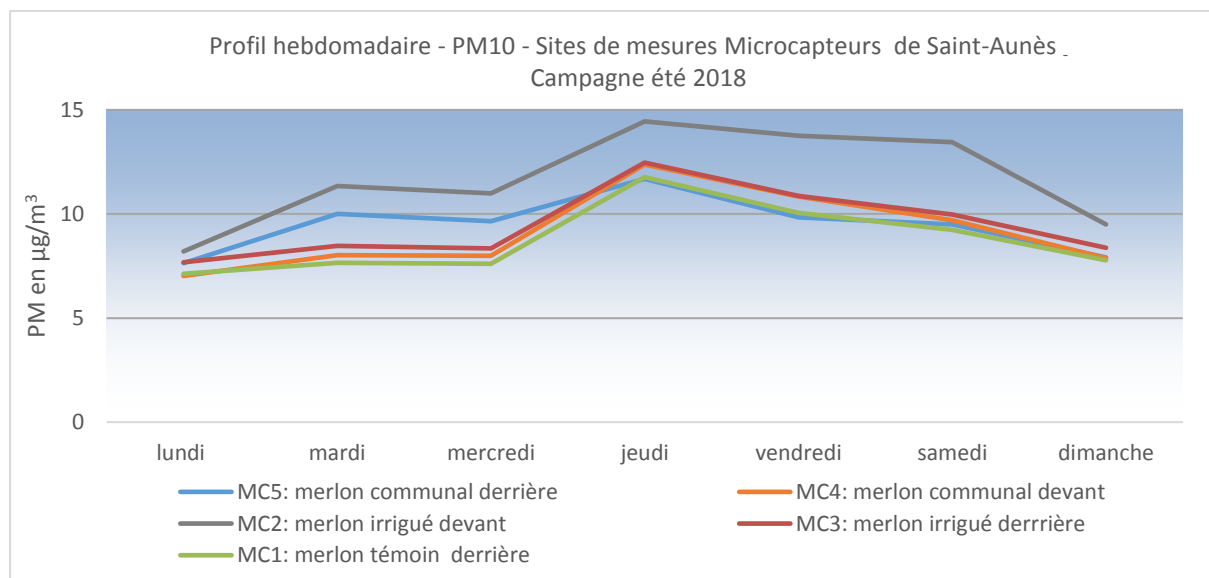
5.5 – Evolution des moyennes journalières sur la semaine



Sur le site d'étude de Saint-Aunès, les concentrations diminuent le week-end en lien avec l'évolution du trafic sur l'autoroute en baisse le week-end.

Préalable à la lecture des données PM10 issues des microcapteurs :

La représentation graphique suivante a pour objet d'illustrer la variabilité moyenne des concentrations au cours de la semaine. Les concentrations présentées ne sont pas à considérer comme valeur absolue mais permettent la comparaison de sites entre eux.

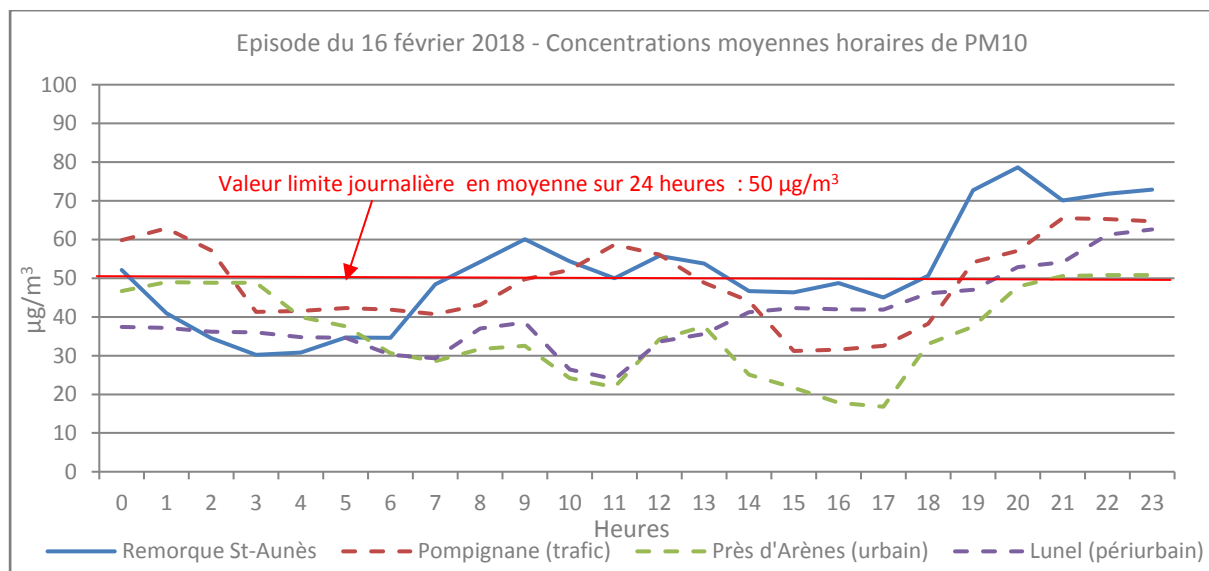


Pour chacun des sites suivis par microcapteur à Saint -Aunès, les concentrations diminuent en fin de semaine comme vu précédemment au niveau de la station d'étude et sont cohérentes avec le trafic observé sur l'autoroute A9.

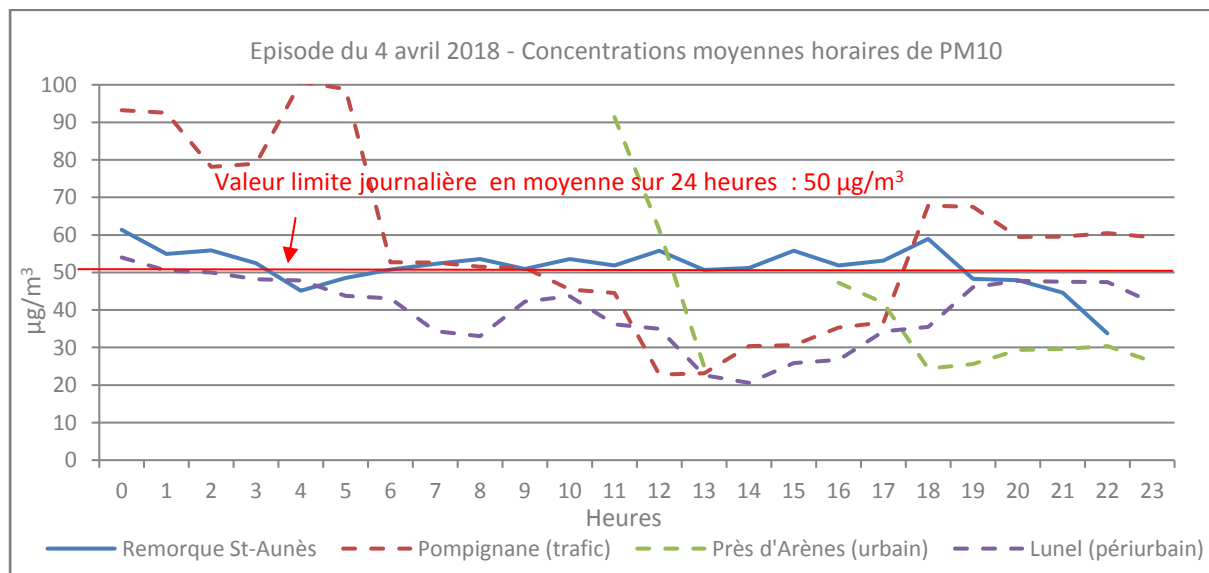
5.6 – Dépassement du seuil d’information – Episode de pollution aux particules PM10

La moyenne journalière en PM₁₀ a été dépassé 50 µg/m³ à 2 reprises, le 16/02/2018 et le 04/04/2018, avec 52 µg/m³.

Le vendredi 16 février 2018 a été enregistrée sur le site de Saint-Aunès une des 2 concentrations moyennes journalières de PM₁₀ les plus élevées de la campagne de mesure (52 µg/m³). Il s’agit de la première journée de la campagne d’étude pendant laquelle le seuil d’information (50 µg/m³) a été dépassé.



Le 4 avril 2018, un nouvel épisode de pollution de PM10 est enregistré sur la région de Montpellier. Le seuil d’information a été dépassé à la station de Saint-Aunès (moyenne journalière de 52 µg/m³).



Lors de ces 2 journées, le seuil d’information a été également dépassé sur les stations de Montpellier.

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.

VI – ESTIMATION DE L’EFFET DES MERLONS VEGETALISES SUR LA QUALITE DE L’AIR

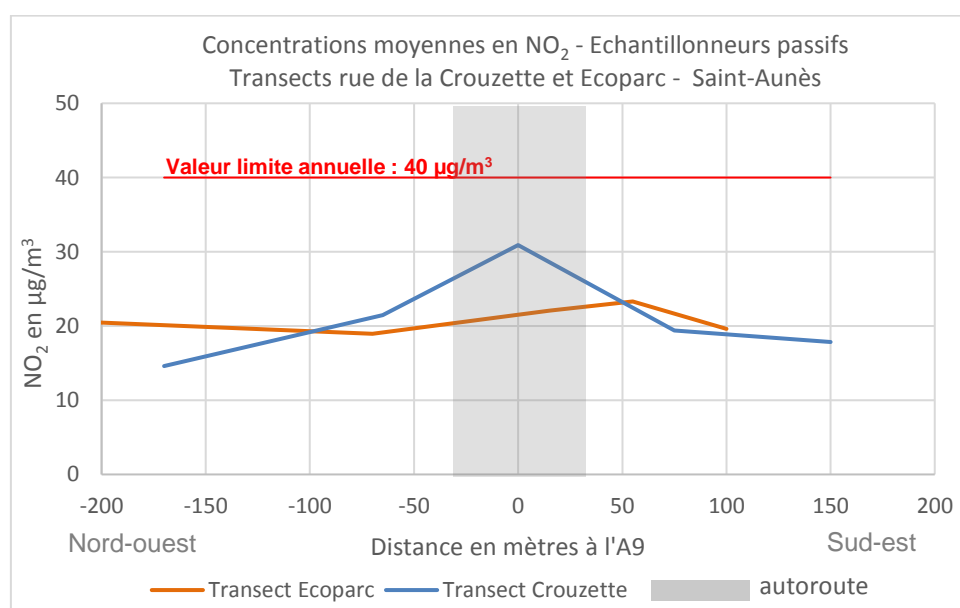
Compte tenu de la taille actuelle des végétaux, il n’est pas possible d’estimer leur effet sur la qualité de l’air. Cependant, il est déjà possible de comparer les différents sites de mesure entre eux et d’étudier l’effet des merlons sur la qualité de l’air. Ces comparaisons s’appuient sur les mesures réalisées par échantillonneurs passifs et par microcapteurs placés de part et d’autre des merlons.

6.1 – Impact sur les concentrations de NO₂

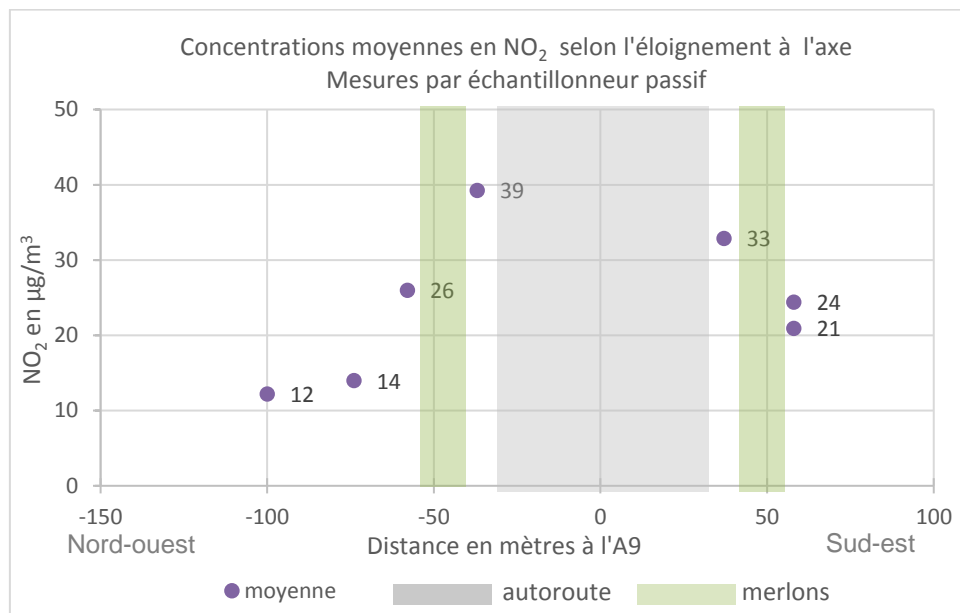
6.1.1 – Impact au niveau des quartiers

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.

- Les concentrations enregistrées à proximité immédiate du trafic routier sont les plus élevées. La valeur maximale (31 µg/m³) est observée, comme en 2017, 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 la Crouzette à Saint-Aunès (rue de la Crouzette). Cela peut s’expliquer par :
 - la présence de merlons et de murs antibruit de part et d’autre de l’autoroute, au niveau des quartiers d’habitations de Saint-Aunès (transect de la Crouzette),
 - la circulation qui se fait à cet endroit en contrebas par rapport au quartier.
- A 150 mètres de l’autoroute les niveaux sont plus élevés au niveau de la ZAC de l’Ecoparc ; les riverains y sont exposés à des concentrations de NO₂ de l’ordre de 19 µg/m³ contre 15 µg/m³ au niveau de la rue de Crouzette.



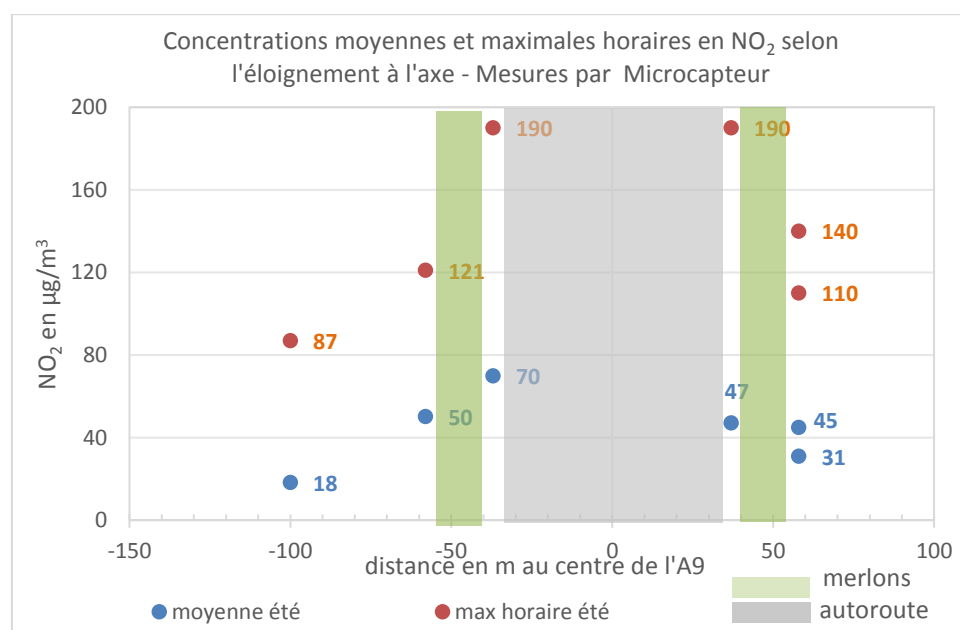
La figure suivante présente les concentrations moyennes annuelles de NO₂ obtenues par **échantillonneurs passifs** et réalisées au niveau de chaque microcapteur. La décroissance des concentrations en fonction de la proximité du trafic de l'autoroute est bien mise en évidence. Les concentrations de fond sont atteintes à environ 150 m de l'autoroute.



Les concentrations par **microcapteur** présentées ci-dessous pour la période estivale uniquement (campagne hiver non exploitable), montrent également le même phénomène de décroissance des niveaux de NO₂ en fonction de l'éloignement à l'axe autoroutier que ce soit pour les moyennes ou les maximales horaires.

Préalable à la lecture des données NO₂ issues des microcapteurs :

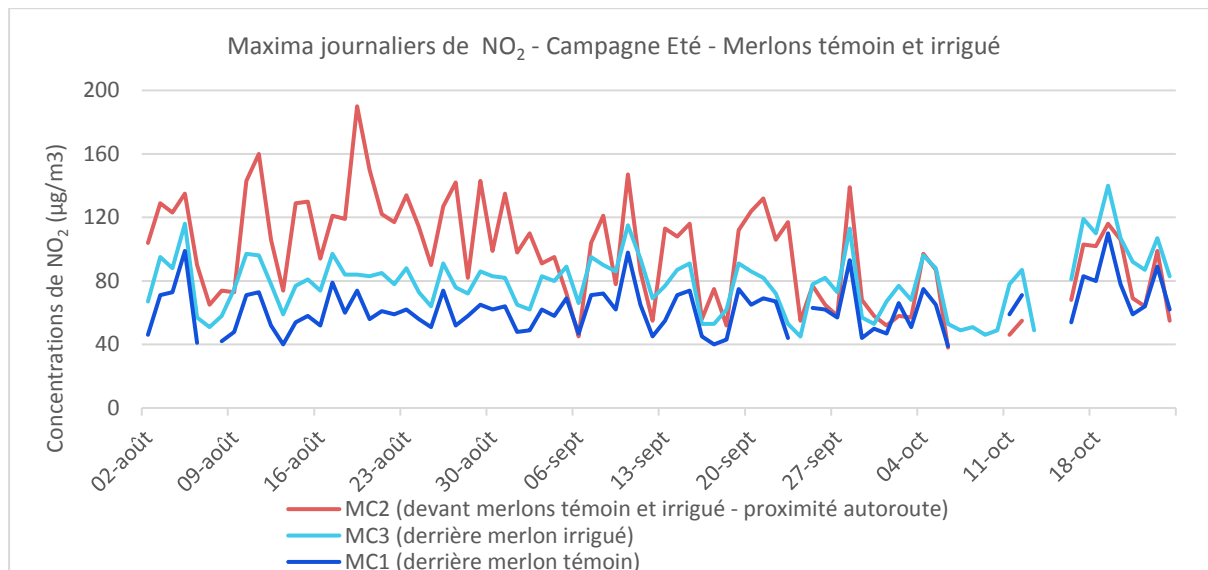
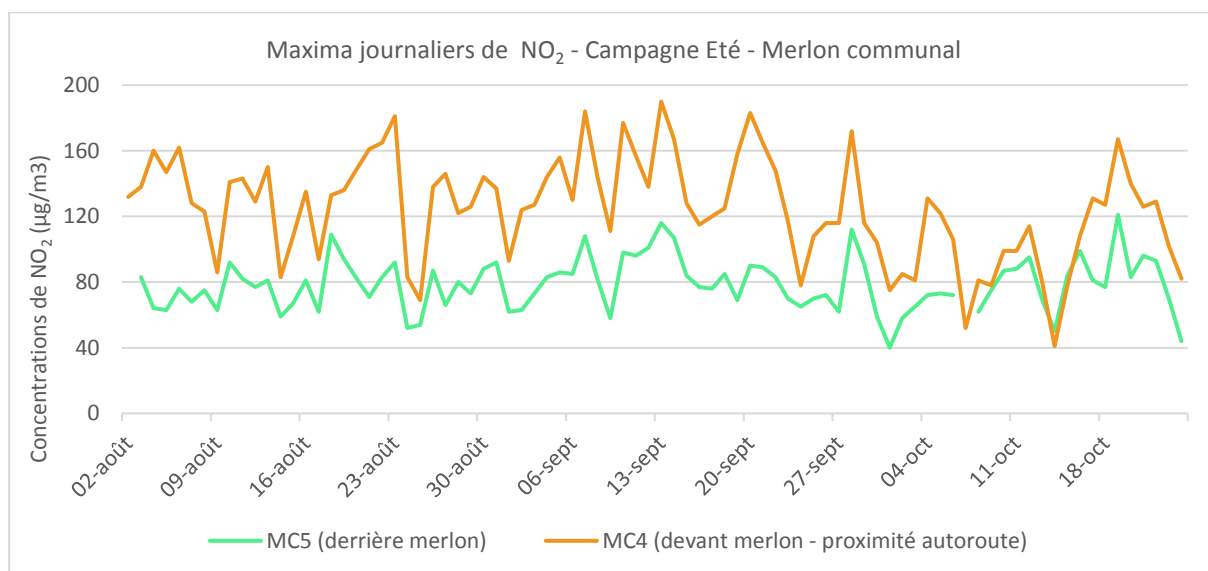
Les moyennes présentées n'utilisent donc que des données supérieures à 37,6 µg/m³, ce qui explique que les concentrations moyennes NO₂, par microcapteur, soient plus élevées que les concentrations moyennes obtenues par d'autres méthodes de mesure.



6.1.2 – Impact direct des merlons sur la pollution de NO₂

Les graphes suivants présentent les concentrations maximales journalières de chaque site mesurées par les **microcapteurs**.

Selon les recommandations constructeurs, les données valides sont supérieures à la limite de détection de 37,6 µg/m³. Les recommandations de lecture pour les données issues des microcapteurs sont indiquées page précédente.



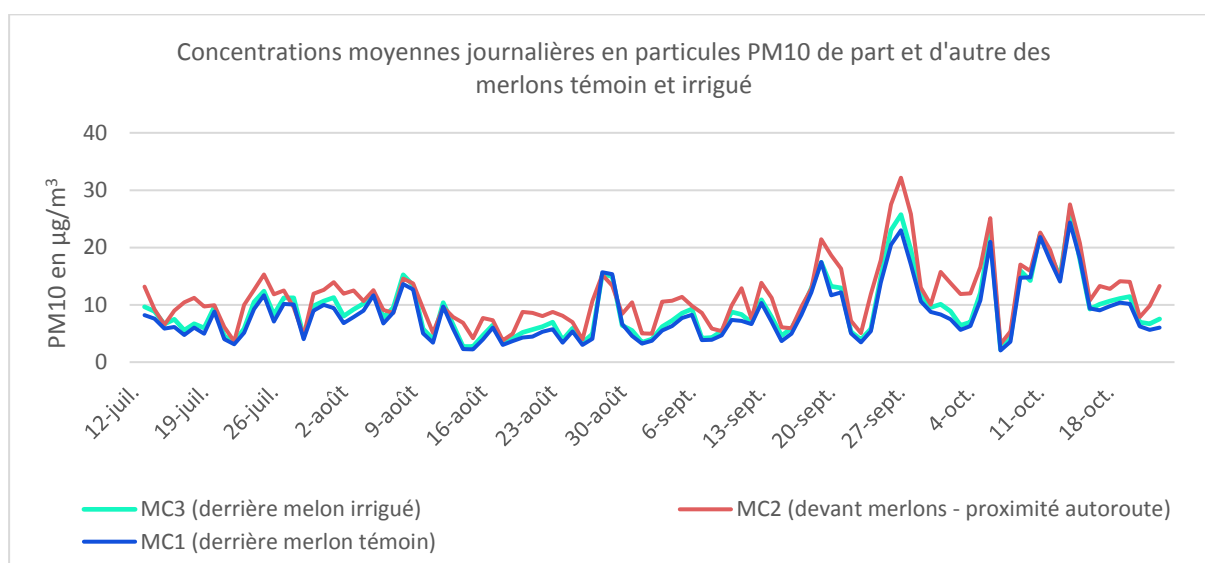
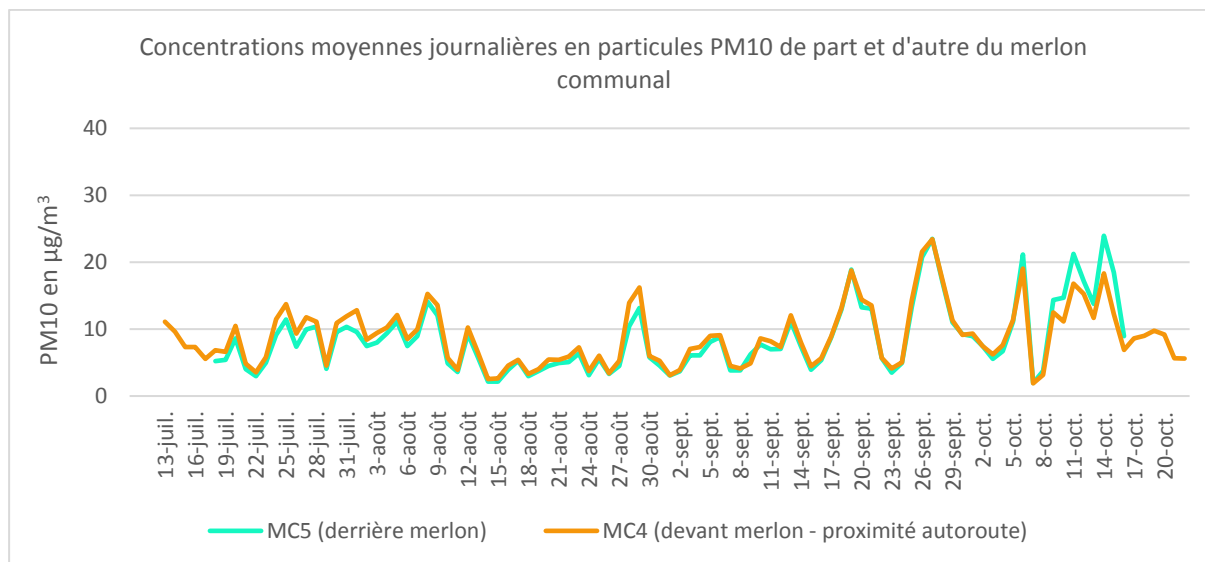
Les mesures par microcapteur indiquent une **baisse significative** de niveaux de NO₂ derrière **chaque merlon** (devant et derrière). En moyenne, les concentrations y sont inférieures de 22%, variant de 5% (MC3) à 34% (MC1).

L'efficacité n'est toutefois pas continue, car certaines journées les concentrations maximales journalières sont similaires ou légèrement 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.

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

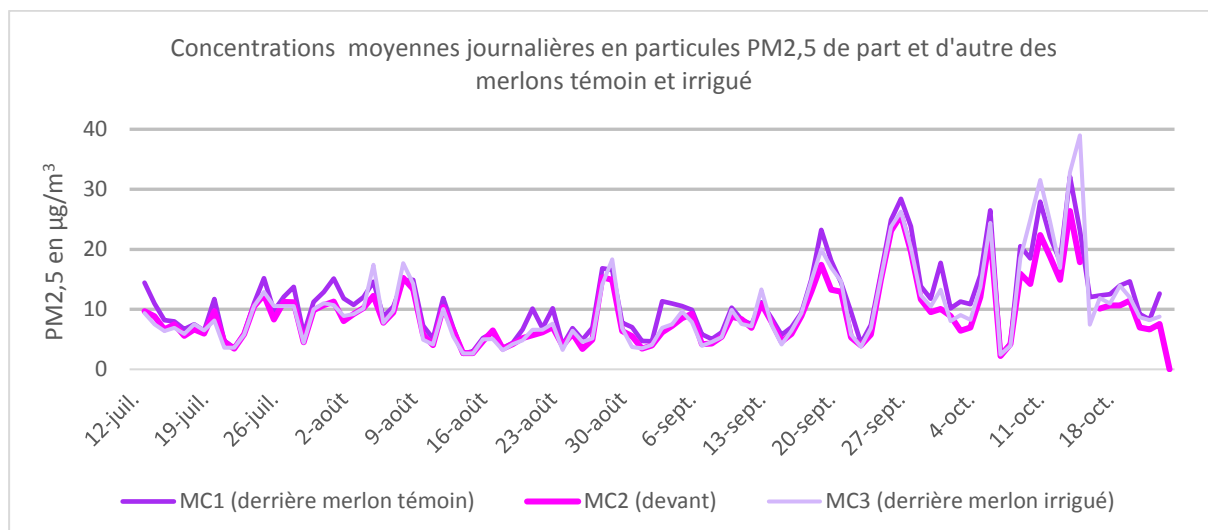
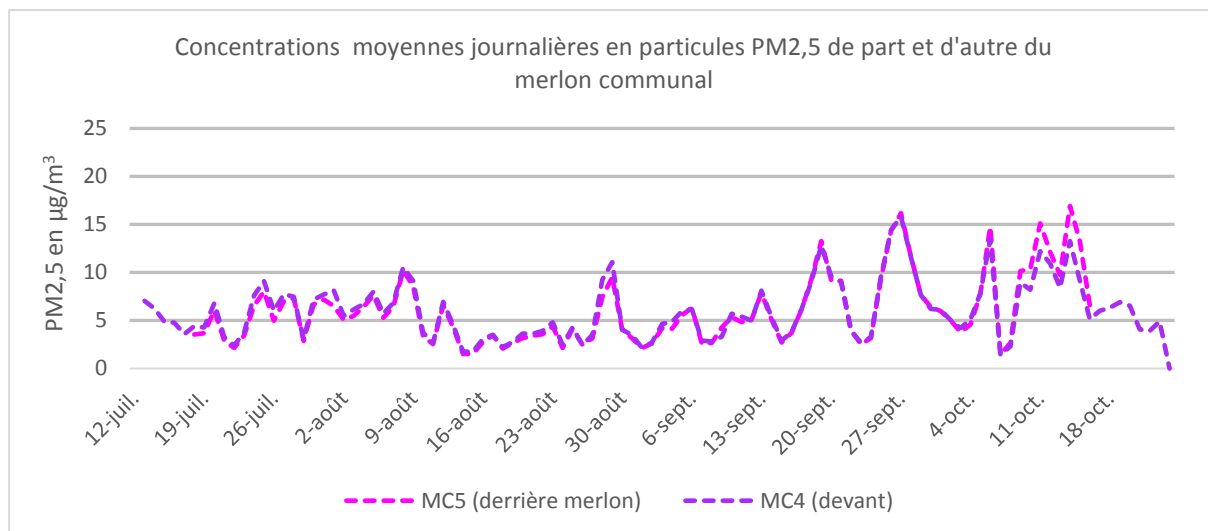
Les graphes suivants présentent les concentrations moyennes journalières de chaque site mesurées par les microcapteurs.

6.2.1 – PM10



Les concentrations moyennes journalières de PM₁₀ sont très similaires entre les sites (devant et derrière les merlons), ce qui montre la faible influence de l'autoroute sur les concentrations de proximité par rapport au concentrations de fond. On observe toutefois des niveaux globalement plus élevés devant les merlons car la configuration topographique (merlons et murs anti-bruit) piège une partie des particules.

6.2.2 – PM2,5



Comme pour les PM₁₀, les **concentrations moyennes journalières de PM_{2,5} sont très similaires entre les sites** (devant et derrière les merlons), ce qui montre la faible influence de l'autoroute sur les concentrations de proximité par rapport au concentrations de fond. **Les concentrations en PM_{2,5} sont toutefois plus élevées sur les merlons situés au Sud-Est de l'autoroute (merlons témoin et irrigué).**

6.2.3 – Bilan des mesures PM10 et PM2,5

Les résultats montrent que :

- les concentrations en PM₁₀ et PM_{2,5} sont très similaires entre les sites,
- les concentrations en particules PM₁₀ sont moins élevées à l'arrière des merlons.

VII – PERSPECTIVES

Pour l’année 2019, deux campagnes de mesure par microcapteurs seront à nouveau réalisées afin de disposer de **données moyennes annuelles représentatives de l’année**.

Cette deuxième année d’étude confirme **l’efficacité des merlons sur l’abattement des concentrations en NO₂**. Ce résultat qui n’avait pas été observé pour les particules en 2017 est mis en évidence en 2018.

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

La modélisation permettra de préciser la distance à laquelle le niveau de pollution de fond que ce soit en NO₂ 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.

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

TABLE DES ANNEXES

Annexe	1	:	Présentation des sites de mesures par microcapteur, par merlon
Annexe	2	:	Fiche commerciale microcapteur NO ₂
Annexe	3	:	Fiche commerciale microcapteur e-PM
Annexe	4	:	Echantillonneurs passifs NO ₂
Annexe	5	:	Mesures par analyseur automatique
Annexe	6	:	Conditions météorologiques
Annexe	7	:	Résultats par série - Echantillonneurs passifs NO ₂
Annexe	8	:	Localisation des stations de mesures de la qualité de l'air

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 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 NO₂.

- 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



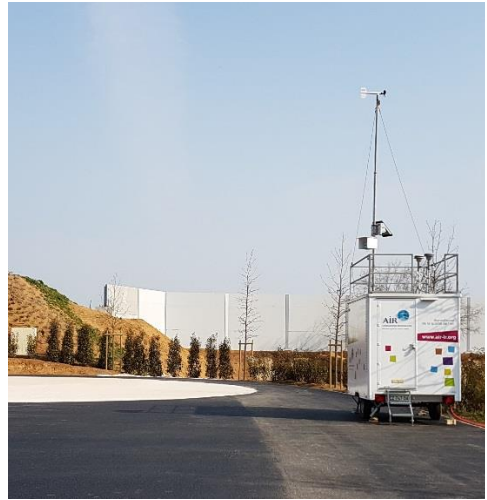
Le site MC4 est placé à proximité immédiate du trafic, à environ 5 mètres des voies de circulation de l’autoroute.

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

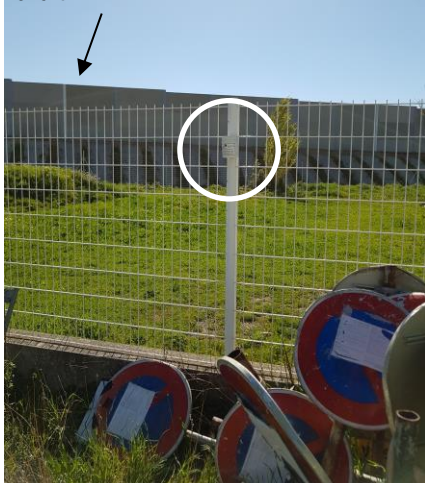


Le site MC6 est situé à environ 40 mètres des voies de l’autoroute et à proximité immédiate du carrefour de l’Ecoparc. Sur cette portion d’autoroute, il n’y a pas de protection anti-bruit (mur ou merlon). Ce site est donc influencé par le trafic routier.

- **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 Prés d’Arènes**

MC7 Station de Montpellier Prés d’Arènes

La station de Prés 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
Gamme d’utilisation (T°C, HR)	-5°C... +50°C 0...95% T>0°C 0...70% T<0°C	
Précision (T°C, HR)	± 0.5°C (de 5 à 40°C) ± 3% (de 20 à 80% HR)	
Gamme de mesure (PM2.5, PM10)	PM 2.5 (0 – 100 µg/m ³) - PM 10 (0 – 200 µg/m ³); Qualitatif au-delà	
Limite de quantification	PM 2.5 : 5 µg/m ³ PM 10 : 5 µg/m ³	
Précision	PM 2.5 : 25% (minimum : 5 µg/m ³) PM10 : 15% (minimum : 5 µg/m ³)	
Technologie	Détection par diffraction de lumière	
Communication	Radio fréquence 802.15.4 (868 MHz) Portée : jusqu’à 400m en champ libre visuel, extensible avec le répéteur de signal (Repeat’Air)	
Energie	Secteur et batterie rechargeable	
Périodicité	Ajustable Optimale : 5 min sur secteur	
Mémoire interne	3 mois de mesure (avec périodicité de 30 min)	
Autonomie sur batterie	1 semaine avec périodicité de 30 minutes	
Mise en marche	Par aimant - témoin lumineux LED	
Etalonnage	Annuel - Sable d’ARIZONA	
Dimensions boîtier - Poids	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 NO₂e-NO₂

FONCTIONNALITES

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

Piloter vos e-NO₂ 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 ₂
Plage d’utilisation (T°C, HR)	-5°C... +40°C 10...90% HR (non condensée)	
Gamme de mesure	0-240 pbb	
Limite de détection	20 ppb	
Précision	< 30% de la mesure	
Communication	Radio fréquence 802.15.4 (868 MHz) Portée : jusqu’à 400m en champ libre* ou GSM	
Mémoire interne	1 mois de mesure (avec périodicité de 10 min)	
Energie	Version RF : Secteur avec 2 prises de 5VDC Version GSM : Secteur ou batteries + panneau solaire	
Dimensions boîtier - Poids	Version RF : 13 x 10 x 5 (cm) - 500 g (boîtier de communication) D 3,2 x L 6,2 (cm) - 55g (boîtier de mesure) Version GSM : 16 x 16 x 9 (cm) - 500 g	
Etalonnage	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 LCSQA⁵ "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.

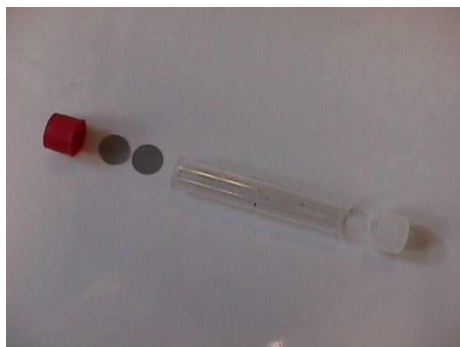
⁵ Laboratoire Central de Surveillance de la qualité de l'Air

4 – Tubes passifs pour le NO₂

Dans le cas du NO₂, 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.

Eléments 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 NO₂ 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	
Nom et polluant mesuré	AC32M (mesures de NOx)

Les mesures de NO_x ont été réalisées conformément à la norme **NF EN 14211**.

Annexe 6 : Conditions météorologiques

Les 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 NO₂ 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.

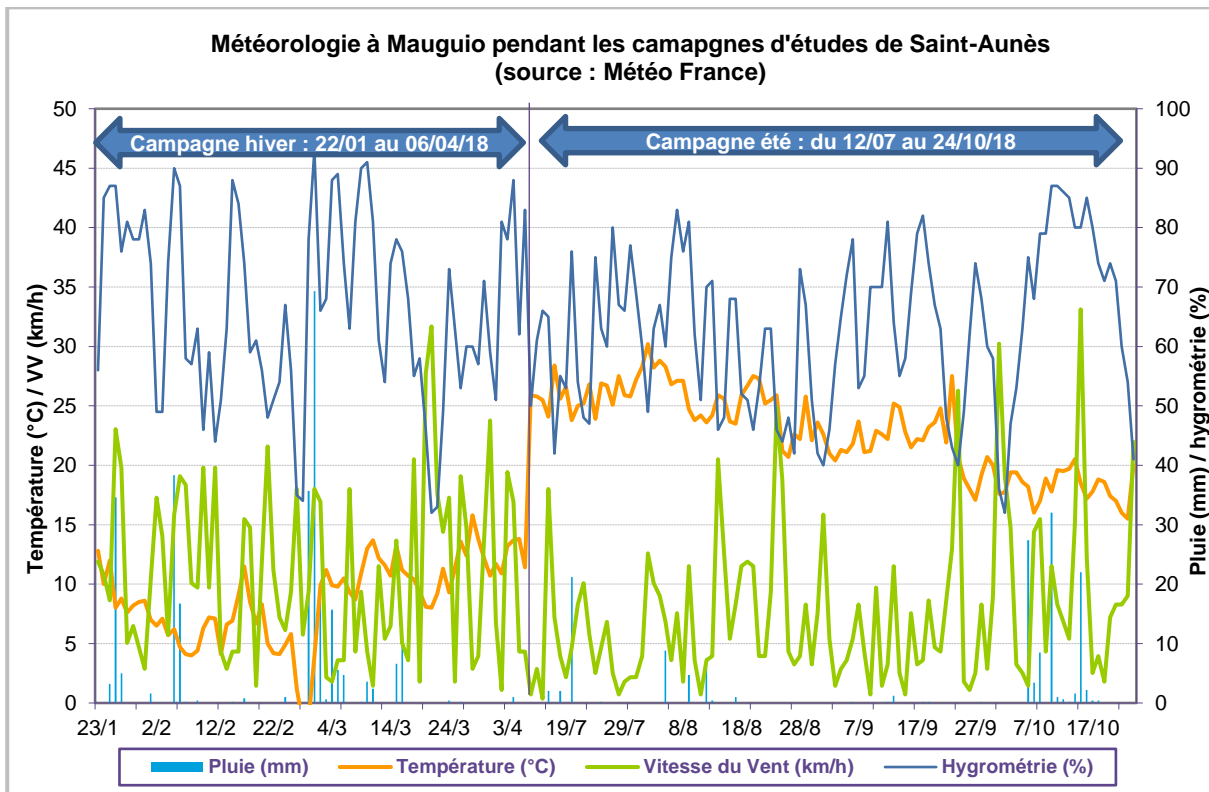
1 - Régime des vents

- Sur la première période de l’étude (18/01 au 06/04/2018), les vents sont modérés (entre 8 et 20 km/h) et proviennent essentiellement du Nord et du Nord-Ouest (Mistral et Tramontane). On note également la présence de vent d’Ouest et de Sud-Est.
- Sur la période estivale (12/07 au 24/10/18), 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.

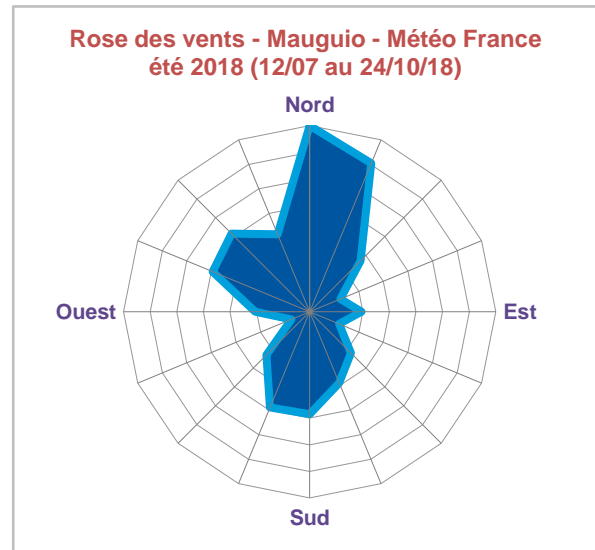
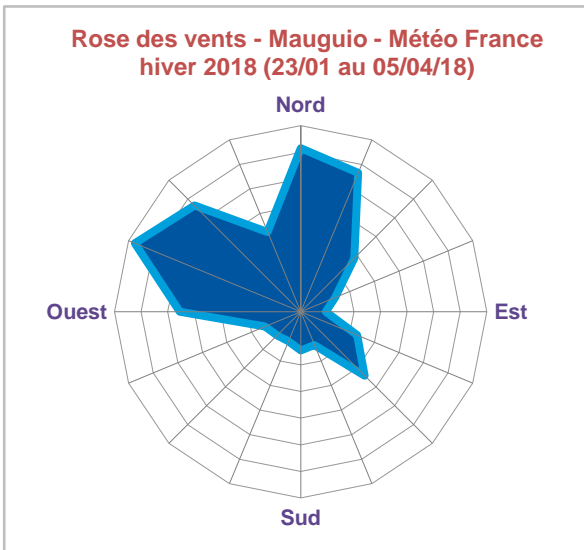
Ces vents sont représentatifs de l’année 2018, tant par leur direction dominante que par leur intensité.

2 - Pluviométrie

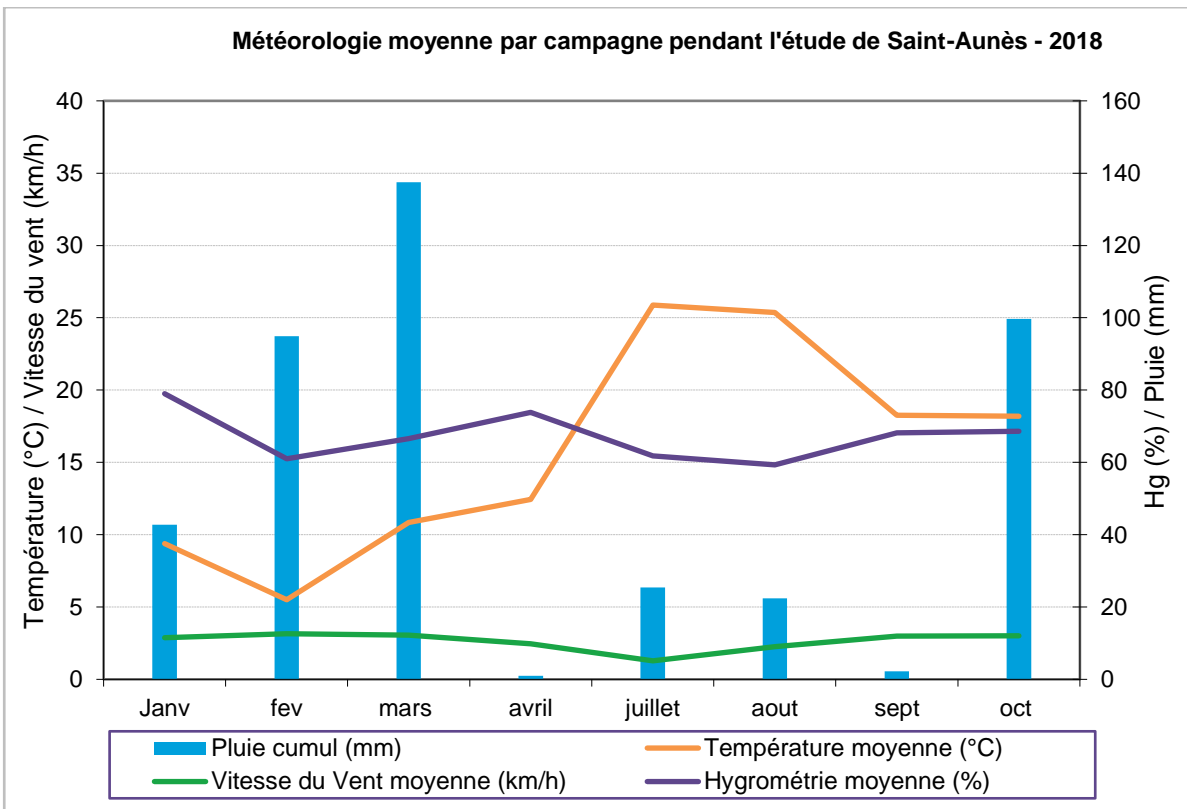
Sur l’ensemble de la période d’étude, les cumuls mensuels de précipitation varient de quelques millimètres (septembre) à 138 mm (mars). Les mois de janvier, mars et octobre ayant été particulièrement pluvieux. Le cumul total de précipitations pour l’année 2018 est de **961 mm**, soit **au-dessus de la moyenne de ces 20 dernières années** sur la zone de Montpellier (environ 750 mm en moyenne).



3 - Rose des vents



4 - Météorologie mensuelle



Annexe 7 : Résultats par série – Mesures par échantillonneurs passifs NO₂

INFORMATIONS SITE DE MESURE			CONCENTRATIONS				
N° site	Emplacement	Type de site	série 1 18/01- 15/02/18	série 2 15/02- 15/03/18	série 3 11/07- 09/08/18	série 4 09/08- 06/09/18	Moyenne en µg/m ³
45	station Prés d'Arènes	Urbain	23	20	9	11	16
509	Transect St-Aunès projet proxi A9	Trafic	32	31	36	25	31
513	Berges de l'étang de l'Or	Rural	11	7	5	5	7
30	Transect St-Aunès 200 m au nord	Urbain influencé trafic	33	20	16	14	21
31	Transect St-Aunès 50 m au nord	Urbain influencé trafic	27	21	17	12	19
32	Transect St-Aunès proxi A9	Trafic	26	30	14	18	22
33	Transect St-Aunès 50 m au sud	Urbain influencé trafic	26	30	14	18	23
34	Transect St-Aunès 200 m au sud	Urbain influencé trafic	26	30	14	18	20
41	Transect St-Aunès projet ouest A9 150 m	Urbain influencé trafic	17	19	13	10	15
42	Transect St-Aunès projet ouest A9 50 m	Urbain influencé trafic	31	22	18	15	21
43	Transect St-Aunès projet est A9 50 m	Urbain influencé trafic	28	20	12	18	19
44	Transect St-Aunès projet est A9 150 m	Urbain influencé trafic	24	19	13	16	18
45	Station de mesure mobile –Saint-Aunès	Urbain influencé trafic	23	19	13	13	17
46	Saint-Aunès – ZAC Ecopole	Urbain influencé trafic	22	22	17	22	21
50	Groupe scolaire Albert Dubout – Saint Aunès	Urbain	21	21	13	12	17
1	Merlon communal – Saint- Aunès	Urbain influencé trafic	-	-	13	14	14
2	Av. Jules Ferry – Aire de jeux – Saint-Aunès	Trafic	-	-	10	10	10
3	Terrain de tennis – Saint - Aunès	Urbain influencé trafic	-	-	11	7	9
4	Mairie Saint -Aunès – Transect Sud- 340m	Trafic	-	-	7	10	8
5	Chemin serv. Tec Saint – Aunès – Transect sud 35 m	Urbain influencé trafic	-	-	13	18	16
6	Chemin après pépinières Ruiz vers A9 – Transect sud 13m	Trafic	-	-	21	20	21
7	Chemin après pépinières Ruiz vers A9 – Transect sud 60m	Rural influencé trafic	-	-	15	16	15
8	Arrière merlon irrigué côté Crouzette	Rural influencé trafic	-	-	15	20	17

Sites microcapteurs		Concentrations NO ₂					Moyenne en µg/m ³
Site	Emplacement	18/01/ au 15/02/18	15/02 au 15/03/18	12/07/ au 02/08/18	02/08 au 28/08/18	28/08 au 26/09/18	
Micro Capteur 1	Arrière merlon témoin	31	30	23	21	17	24
Micro Capteur 2	Devant merlon irrigué et témoin	43	41	35	21	25	33
Micro Capteur 3	Arrière merlon irrigué	31	27	17	16	14	21
Micro Capteur 4	Devant merlon communal	44	49	45	25	34	39
Micro Capteur 5	Arrière Merlon communal	33	36	15	18	27	26
Micro Capteur 6	ZAC Ecoparc – Saint-Aunès	8	25	11	19	10	14
Micro Capteur 7	Station urbaine Prés d’Arènes - Montpellier	26	9	8	6	7	11
Micro capteur 8	Services techniques – Saint-Aunès	19	8	11	8	16	12

Validation des résultats

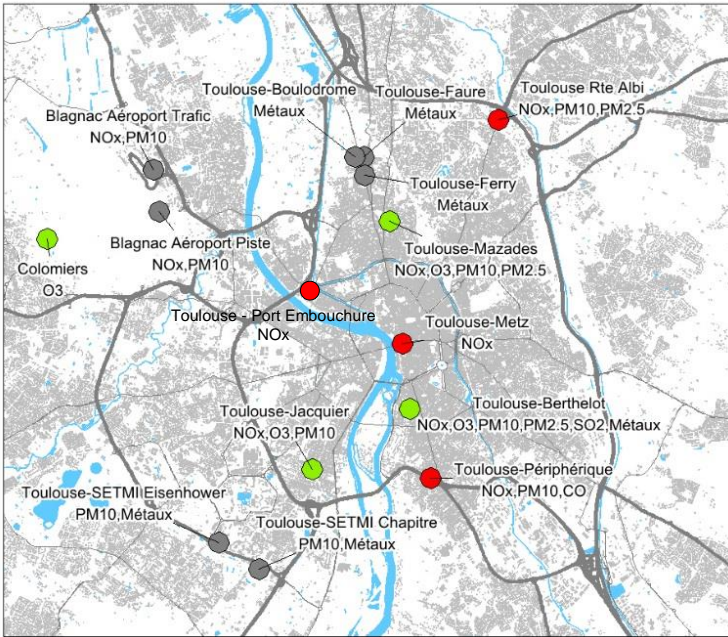
L'incertitude sur les mesures par échantillonneurs passifs calculée selon les règles de l'AFNOR⁶ est, selon une hypothèse haute, égale à 20% pour les moyennes mensuelles de NO₂.

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 (18/01 au 15/06/18 et 11/07 au 06/09/18) de 9 analyseurs automatiques de NO₂ 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** donnent une **bonne estimation** de la moyenne annuelle 2018.

⁶ Association Française de Normalisation

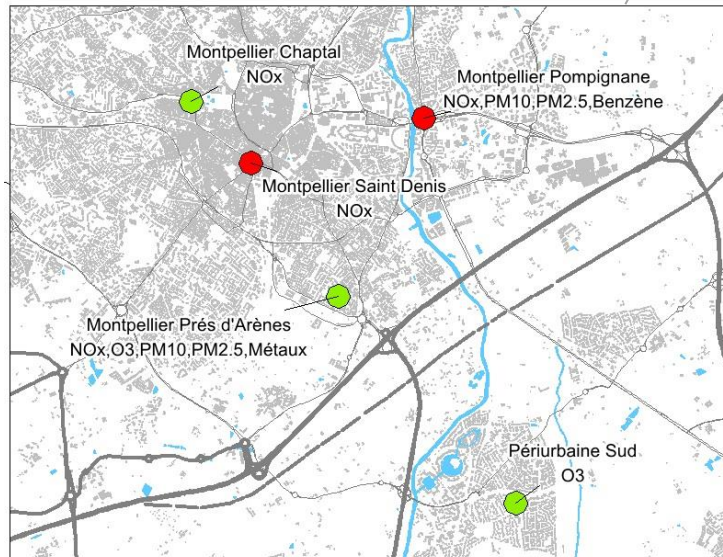
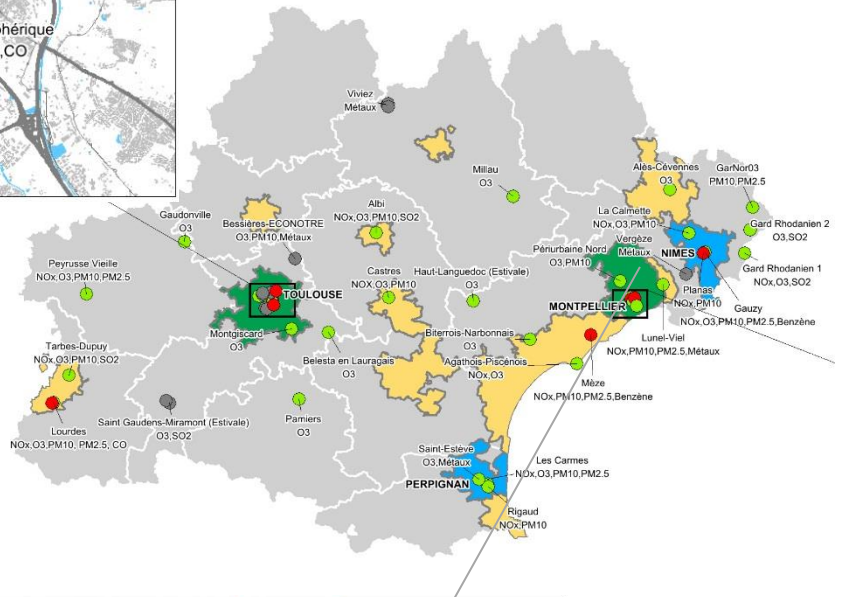
Annexe 8 : Localisation des stations de mesure de la qualité de l’air



Réseau de Toulouse Métropole



V. 24/01/2017



Réseau de Montpellier

STATIONS FIXES

- Fond
- Industrielle
- Trafic



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

www.atmo-occitanie.org