

Évaluation de la qualité de l'air sur le territoire du Muretain Agglo

Campagne de mesure 2020-2021

Rapport annuel 2021

ETU-2022-129

Édition Septembre 2022

www.atmo-occitanie.org

contact@atmo-occitanie.org

09 69 36 89 53 (Numéro CRISTAL – Appel non surtaxé)



CONDITIONS DE DIFFUSION

Atmo Occitanie, est une association de type loi 1901 agréée (décret 98-361 du 6 mai 1998) pour assurer la surveillance de la qualité de l'air sur le territoire de la région Occitanie. Atmo Occitanie est adhérent de la Fédération Atmo France.

Ses missions s'exercent dans le cadre de la loi sur l'air du 30 décembre 1996. La structure agit dans l'esprit de la charte de l'environnement de 2004 adossée à la constitution de l'État français et de l'article L.220-1 du Code de l'environnement. Elle gère un observatoire environnemental relatif à l'air et à la pollution atmosphérique au sens de l'article L.220-2 du Code de l'Environnement.

Atmo Occitanie met à disposition les informations issues de ses différentes études et garantit la transparence de l'information sur le résultat de ses travaux. À ce titre, les rapports d'études sont librement accessibles sur le site :

www.atmo-occitanie.org

Les données contenues dans ce document restent la propriété intellectuelle d'Atmo Occitanie.

Toute utilisation partielle ou totale de données ou d'un document (extrait de texte, graphiques, tableaux, ...) doit obligatoirement faire référence à **Atmo Occitanie**.

Les données ne sont pas systématiquement rediffusées lors d'actualisations ultérieures à la date initiale de diffusion.

Par ailleurs, **Atmo Occitanie** n'est en aucune façon responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses résultant de ses travaux et pour lesquels aucun accord préalable n'aurait été donné.

En cas de remarques sur les informations ou leurs conditions d'utilisation, prenez contact avec **Atmo Occitanie** par mail :

contact@atmo-occitanie.org

SOMMAIRE

SYNTHÈSE	1
1. CONTEXTE ET OBJECTIFS	2
1.1. CONTEXTE	2
1.2. OBJECTIFS	2
1.3. DEROULEMENT DE LA CAMPAGNE	2
2. LE DIOXYDE D'AZOTE (NO₂)	3
2.1. ÉVALUATION DU RESPECT DES VALEURS REGLEMENTAIRES	3
2.2. COMPARAISON AVEC D'AUTRES AGGLOMERATIONS EN OCCITANIE	4
2.3. CAMPAGNE MULTI-SITES REALISEE EN 2019	5
2.4. CARTOGRAPHIE DE REPARTITION DU DIOXYDE D'AZOTE	9
3. LES PARTICULES EN SUSPENSION (PM₁₀)	10
3.1. ÉVALUATION DU RESPECT DES VALEURS REGLEMENTAIRES	10
3.2. COMPARAISON AVEC D'AUTRES AGGLOMERATIONS EN OCCITANIE	11
3.3. CARTOGRAPHIE DE REPARTITION DES PARTICULES EN SUSPENSION	12
4. L'OZONE (O₃)	14
4.1. ÉVALUATION DU RESPECT DES VALEURS REGLEMENTAIRES	14
4.2. COMPARAISON AVEC LA SITUATION REGIONALE	14
TABLE DES ANNEXES	17

SYNTHÈSE

Le territoire du Muretain n'est pas équipé d'un dispositif pérenne permettant d'évaluer la qualité de l'air. Atmo Occitanie, en partenariat avec le Muretain Agglo, a donc mis en place entre mars 2020 et mai 2021 une station de mesure afin de surveiller en continu l'évolution des concentrations des principaux polluants réglementés. Le site retenu pour cette étude se trouve au niveau de la rue Félix Recole, dans la ville de Muret.

Cet emplacement a été choisi suite à une évaluation des concentrations de dioxyde d'azote menée antérieurement, en 2019, sur 62 sites différents répartis sur l'ensemble de l'agglomération. La station, à l'écart des principales sources de pollution, a permis de mettre en évidence les niveaux de concentrations dits de « fond », représentatifs de la qualité de l'air respiré par une large majorité de la population du territoire.

Dioxyde d'azote (NO₂)

- Respect de la valeur limite.
- Concentrations légèrement inférieures à celles relevées dans des agglomérations de taille moyenne en Occitanie et nettement inférieures à celles mesurées dans Toulouse Métropole.

Particules en suspension (PM₁₀)

- Respect de l'objectif de qualité et des valeurs limites.
- Concentrations plus élevées que celles relevées dans des agglomérations de taille moyenne en Occitanie et similaires à celles mesurées dans Toulouse Métropole.

Ozone (O₃)

- Objectif de qualité pour la santé, non respecté comme sur la majeure partie de l'Occitanie.
- Situation similaire à la moyenne des autres zones urbaines de la région, meilleure que la situation rurale et péri-urbaine moyenne en Occitanie.

La plupart des seuils réglementaires sont respectés sur Muret. L'ozone dépasse toutefois l'objectif de qualité fixé pour la préservation de la santé comme sur la majeure partie de la région.

La qualité de l'air sur le territoire du Muretain Agglo est proche de celle observée dans la métropole toulousaine, les concentrations en dioxyde d'azote y sont cependant moins élevées.

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS

1.1. Contexte

Atmo Occitanie, l'observatoire régional de la qualité de l'air en Occitanie, est agréé par le ministère de la Transition écologique pour assurer la surveillance de la pollution atmosphérique en tout point du territoire régional. Cette mission d'intérêt général qui lui est confiée nécessite des ajustements réguliers de son parc de dispositifs de mesures, comprenant des stations pérennes et des stations mobiles temporairement installées sur différents territoires.

La Haute-Garonne est régulièrement concernée par des épisodes de pollution aux particules en suspension. En effet au cours de ces cinq dernières années, 37 journées de dépassement du seuil de recommandation et d'information ont été mises en évidence par Atmo Occitanie. En 2021 le département est, après les Hautes-Pyrénées et Pyrénées-Orientales, le troisième plus impacté par des épisodes de pollution aux particules en suspension en Occitanie. De manière moins récurrente, des épisodes de pollution à l'ozone sont également constatés comme sur l'ensemble du territoire régional.

En plus de ces enjeux, le choix de déployer un suivi de la qualité de l'air sur l'agglomération du Muretain a également été conditionné par l'absence de station de mesure automatique des principaux polluants réglementés sur ce secteur du sud de Toulouse. Les mesures réalisées par ce nouveau dispositif viennent compléter les résultats obtenus lors de l'étude multi-sites de 2019, l'ensemble permettra d'affiner les outils de modélisation afin de proposer des cartes précises de la dispersion de la pollution sur l'agglomération.

C'est dans ce cadre contextuel que s'est mis en place, en partenariat avec Le Muretain Agglo, un suivi de longue durée des principaux polluants réglementés en air ambiant.

1.2. Objectifs

L'installation d'un dispositif de mesures temporaire à Muret répond à plusieurs objectifs :

- évaluer l'exposition des populations aux principaux polluants réglementés sur une année complète ;
- comparer la situation sur l'agglomération avec celle observée sur d'autres environnements de fond urbain dans la région Occitanie pour mettre en évidence d'éventuelles particularités locales ;
- améliorer les cartographies de la pollution de la qualité de l'air en affinant statistiquement les résultats du modèle de dispersion fine échelle mis en place sur le territoire.

1.3. Déroulement de la campagne

En mars 2020, un dispositif temporaire mesurant les principaux polluants atmosphériques réglementés en air ambiant a été installé rue Félix Recole dans la ville de Muret. La station a fonctionné jusqu'à la fin du mois de mai 2021. Quatorze mois ont ainsi été couverts par la campagne de mesures.

L'installation de la station a été réalisée un mois avant le premier confinement mis en place pour faire face à la pandémie de Covid. Toute la période couverte par l'étude était impactée par la crise sanitaire et les différentes mesures prises dans son cadre (couvre-feu, confinement, télétravail...). Les résultats obtenus sont le reflet de ce contexte particulier.

2. Le dioxyde d'azote (NO₂)

- Respect des valeurs limites en situation de fond
- Respect probable des valeurs limites en proximité trafic depuis 2020 (un site ne respectait pas l'objectif en 2019)
- Concentrations légèrement inférieures aux environnements de fond urbains régionaux



2.1. Évaluation du respect des valeurs réglementaires

Le dioxyde d'azote est un polluant gazeux principalement émis majoritairement par le trafic routier et dans une moindre proportion par les activités industrielles. Sa concentration chute rapidement dès que l'on s'éloigne de la source d'émission. En 2019, sur l'agglomération du Muretain, 81% des émissions d'oxydes d'azote provenaient des transports (voir Annexe 5).

Le dispositif déployé par Atmo Occitanie a permis une mesure en continu de ce polluant sur plus de 14 mois consécutifs.

Dioxyde d'azote					
NO ₂		Valeurs réglementaires	Moyenne mesurée	Respect de la réglementation	Comparaison avec le fond urbain régional
Exposition de longue durée	Valeurs limite	40 µg/m ³ en moyenne annuelle	9 µg/m ³	Oui	Inférieure
Exposition de courte durée	Valeurs limite	200 µg/m ³ en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18h/an	0 heure (Maximum horaire mesuré à 89 µg/m ³)	Oui	Égal

Au regard de cette situation, **l'ensemble des valeurs réglementaires pour le dioxyde d'azote est respecté en situation de fond sur l'agglomération muretaine.**

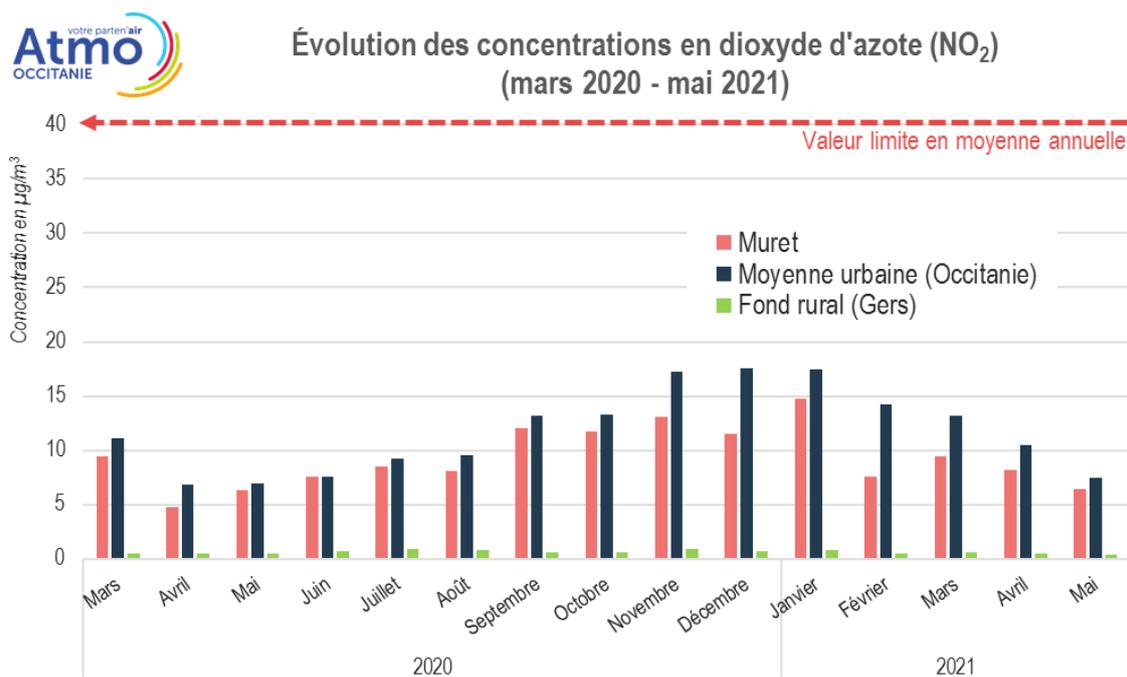
Ces résultats confirment ceux de la campagne de mesures effectuée à l'aide d'échantillonneurs passifs en 2019¹ (voir 2.3). Les mesures effectuées en 2019 concluaient sur un respect des valeurs limites en dioxyde d'azote pour l'ensemble des sites échantillonnés en situation de fond urbain. Cette étude permettait également de s'assurer qu'à l'exception d'un point de mesure situé sur les Allées Niel, les concentrations mesurées à proximité du trafic routier respectaient également la valeur limite. La baisse importante observée sur l'ensemble

¹ <https://atmo-occitanie.org/sites/default/files/publications/2020-06/ETU-2020-64%20-%20Evaluation%20de%20la%20qualit%C3%A9%20de%20l%27air%20sur%20Muretain%20AGGLO-2019.pdf>

du territoire régional (-20%) des niveaux de dioxyde d'azote suite aux mesures sanitaires prises pendant la crise de la Covid-19 permettent de supposer que tous les sites respectent dorénavant la valeur limite².

2.2. Comparaison avec d'autres agglomérations en Occitanie

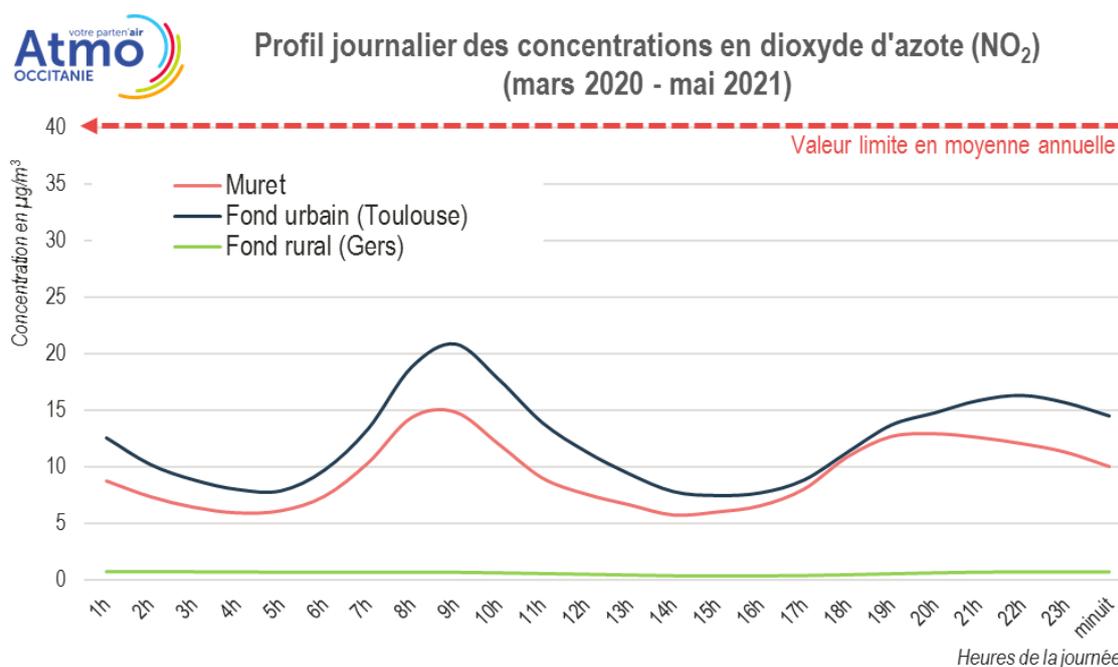
Les deux graphiques suivants représentent l'évolution de la concentration en dioxyde d'azote mesurée sur le site de Muret tout au long de la campagne de mesures. Une comparaison est proposée avec la moyenne relevée par les stations installées en milieu urbain dans la région Occitanie ainsi qu'avec un dispositif placé en milieu rural dans le Gers à l'écart des principales sources du polluant.



Les concentrations moyennes de dioxyde d'azote mesurées à Muret au cours de la campagne (9 µg/m³) sont légèrement inférieures à celles observées en fond urbain dans les grandes agglomération d'Occitanie hors Montpellier, Toulouse, Perpignan, Nîmes (10 µg/m³ en 2020) et nettement moins élevées que sur les stations installées en situation de fond urbain à Toulouse et Montpellier (respectivement 14 et 15 µg/m³ en 2020). Ces valeurs restent bien en deçà de la valeur limite pour une exposition de longue durée (40 µg/m³). Les relevés effectués en fond rural permettent de mettre en valeur l'atténuation de la pollution au dioxyde d'azote lorsque l'on s'écarte de toutes sources émettrices.

² <https://www.atmo-occitanie.org/occitanie-evaluation-de-la-qualite-de-lair-2020>

Le profil journalier des concentrations est présenté ci-dessous :



On remarque que les maxima journaliers des concentrations en dioxyde d'azote surviennent simultanément sur la station de Muret et sur celle située en situation de fond urbain à Toulouse, lors de l'heure de pointe du matin et de l'heure de pointe du soir. Ces pics journaliers soulignent ainsi l'influence prépondérante du trafic routier sur les concentrations de ce polluant, et cela même en situation de fond urbain, dans un environnement éloigné de tout axe de circulation important. Les mesures réalisées par le dispositif installé à Muret forment un profil journalier équivalent à celui mis en évidence par les stations de mesures installées dans la métropole toulousaine en situation de fond urbain.

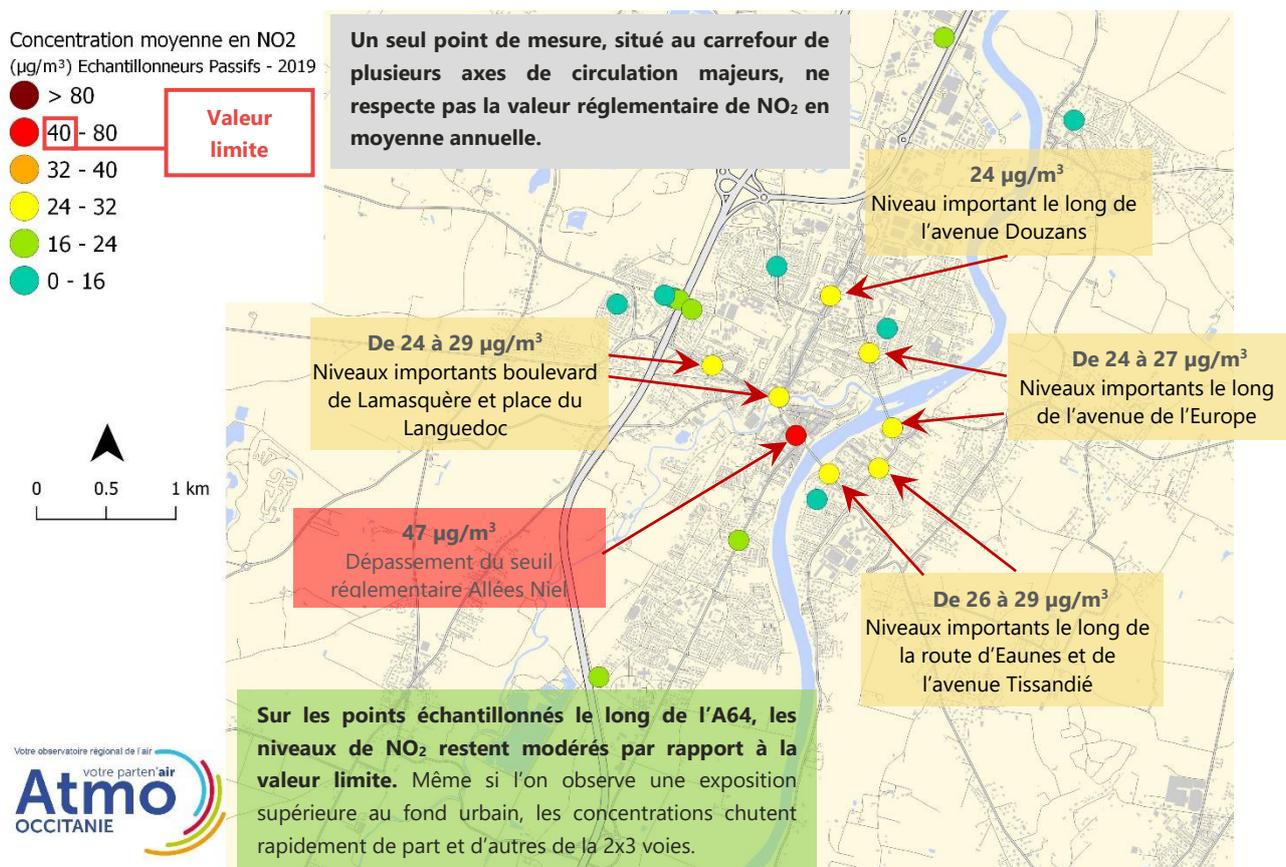
2.3. Campagne multi-sites réalisée en 2019

En 2019, une campagne de mesures du dioxyde d'azote a été réalisée sur l'ensemble du territoire du Muretain Agglo. Les principaux résultats de cette campagne sont détaillés ci-dessous.

Les 62 sites retenus pour l'évaluation de 2019 peuvent être séparés en deux catégories aux environnements différents. La première est composée d'échantillonneurs placés à proximité directe de grands axes routiers de l'agglomération afin d'évaluer l'influence du trafic sur les concentrations de ce polluant. Le second groupe est constitué de points de mesures placés à l'écart du trafic dans des zones dites de « fond » afin d'évaluer les concentrations moyennes auxquelles est exposée la grande majorité de la population. La campagne s'est déroulée en deux phases, l'une hivernale et l'autre estivale, afin de s'assurer que les mesures soient représentatives de la situation annuelle.

Les résultats obtenus sont présentés sous la forme de deux cartographies. Une première donne les concentrations moyennes en 2019 des échantillonneurs disposés dans la ville de Muret. La seconde donne les concentrations moyennes en 2019 de ceux disposés sur le reste du territoire de l'agglomération.

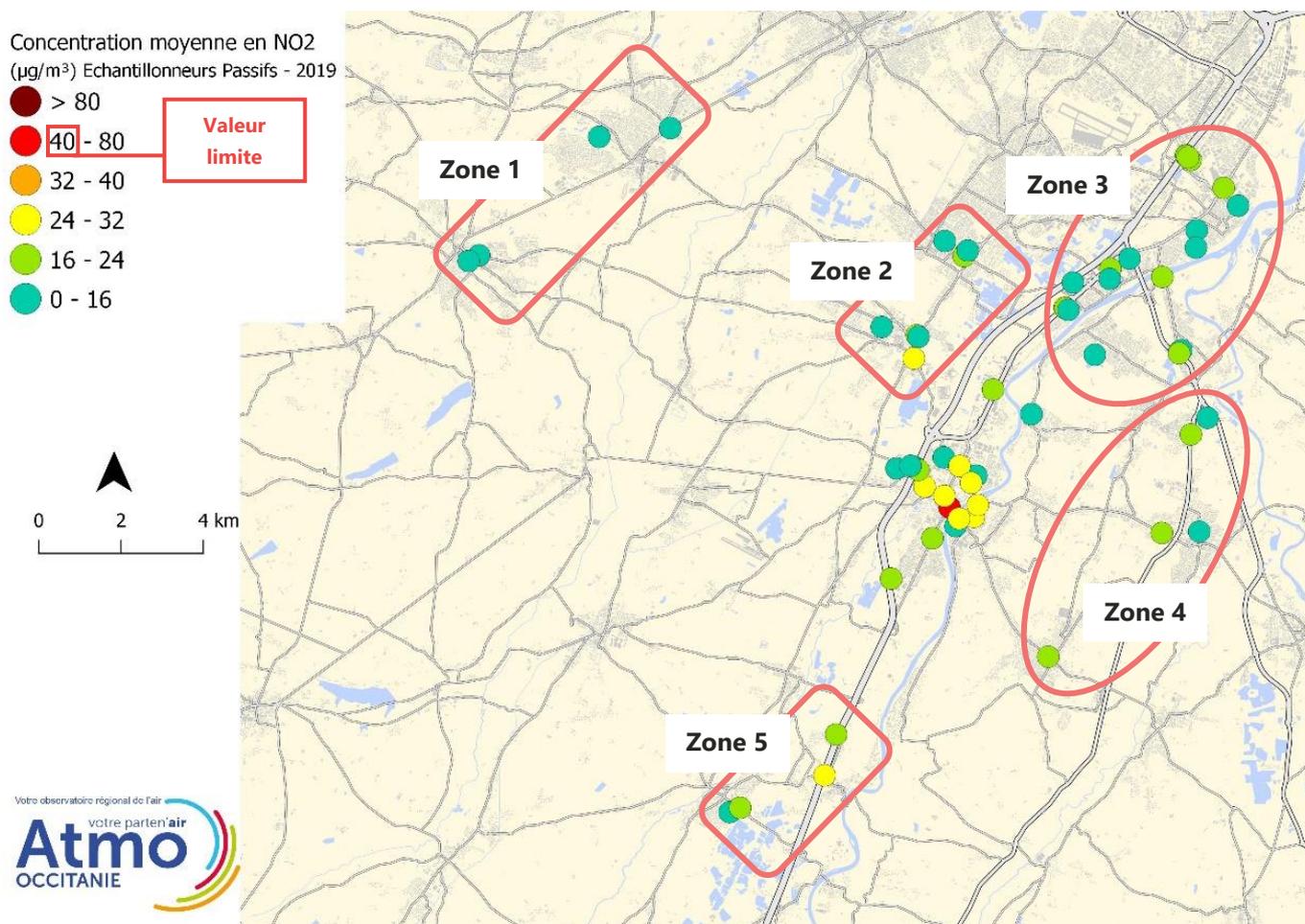
Ville de Muret



Cartographie des concentrations moyennes annuelles de dioxyde d'azote, ville de Muret - 2019

- Une zone en dépassement de la valeur limite annuelle (pour la protection de la santé humaine) pour le dioxyde d'azote est mise en évidence sur les allées Niel, carrefour de circulation majeur de la ville de Muret. La concentration mesurée à hauteur de ces allées est de 47 µg/m³ en 2019. Cet axe de circulation, possède un trafic moyen journalier annuel (TMJA) des plus élevés de la ville avec plus de 40 000 véhicules par jour.
- Sur les principales pénétrantes routières de la ville, les niveaux respectent les normes réglementaires en moyenne annuelle. Cependant, les concentrations sont significativement supérieures à la concentration relevée en fond urbain (10 µg/m³ sur la ville de Muret). Les concentrations restent modérées, comprises entre 24 et 29 µg/m³.
- Dans la zone d'activité industrielle au Nord, la concentration mesurée dans l'environnement proche de la route d'Espagne et des Fonderies Dechaumont est de 17 µg/m³. Ce niveau, bien que présentant une surexposition par rapport au fond urbain, reste modéré par rapport au seuil limite réglementaire.
- Sur les coteaux, à Saubens, la concentration de 10 µg/m³ est conforme au niveau de fond mesuré sur le Muretain.

Territoire du Muretain Agglo, hors ville de Muret



Cartographie des concentrations moyennes annuelles de dioxyde d'azote, Le Muretain Agglo - 2019

- Zone 1 :** Les concentrations relevées sur la partie Ouest de l'agglomération, sur le secteur Saint-Lys/Fonsorbes, sont basses et comparables au niveau de fond. La concentration mesurée sur la D632 en direction de Plaisance-du-Touch (13 µg/m³) reste modérée pour un site à proximité du trafic routier.
- Zone 2 :** La concentration maximale mesurée sur cette zone est de 26 µg/m³, sur un échantillonneur positionné le long de la D12 à la sortie de la zone commerciale entre Muret et Seysses. À proximité d'axes routiers traversant, route de Toulouse (à Seysses) et boulevard de la Méditerranée (à Frouzins), les concentrations sont intermédiaires (20 µg/m³). La décroissance des concentrations s'observe rapidement sur les différents transects à mesure que l'on s'écarte des axes routiers : après 50 mètres, on observe des niveaux comparables au fond urbain de l'agglomération.
- Zone 3 :**

À Roques, la concentration mesurée le long de la route de « Toulouse à Bayonne » est importante avec 30 µg/m³. L'étude du transect, et des autres sites de mesures sur la commune, montre que les niveaux chutent rapidement avec l'éloignement par rapport à la 2x2 voies. Après 200 mètres, la concentration mesurée chute de 60%, et atteint une valeur comparable au niveau de fond.

Les points de mesures au plus proche de l'A64 affichent des concentrations comprises entre 16 et 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les niveaux mesurés en fond urbain à Portet-sur-Garonne et à Roquettes sont compris entre 7 et 9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, comparables au niveau de fond du reste de l'agglomération.

L'impact de la circulation sur la D820 est visible sur les concentrations mesurées à proximité avant de décroître rapidement : à Pinsaguel 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour un point de mesure à 40 mètres ; à Roques 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour un point de mesure positionné à 80 mètres.

La route d'Ax (à Pinsaguel), très fréquentée, met en évidence une concentration influencée par le trafic routier, de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ce niveau est du même ordre de grandeur que celui mesuré le long de la route d'Espagne, sur sa portion « nord ». Dans le prolongement de la route d'Ax, le long de l'avenue des Pyrénées, la concentration moins élevée reste sous influence sensible des émissions du trafic routier local avec 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

- **Zone 4** : Les concentrations sur les communes de Pins-Justaret et Labarthe-sur-Lèze sont minimales en situation de fond avec respectivement 11 et 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, conformes au fond moyen mesuré sur l'agglomération. Les niveaux à proximité directe des 3 principaux axes de circulation du secteur, route de Lézat (à Pins Justaret), avenue du Comminges (à Labarthe-sur-Lèze) et route de Muret (à Eaunes), sont près de 2 fois supérieurs au niveau de fond. Les concentrations restent modérées au regard de la réglementation française pour le NO_2 .
- **Zone 5** : Les sites de mesures échantillonnés en bordure d'A64, au niveau du Fauga, mettent à nouveau en évidence la décroissance des concentrations : à 25 mètres de l'autoroute, 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; à 50 mètres de l'autoroute 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La concentration mesurée à proximité de la D53, à l'entrée de Lavernose est du même ordre de grandeur avec 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Le niveau de fond est évalué à 9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, conforme au fond moyen de l'agglomération.

Faits marquants de la campagne 2019

L'ensemble des sites situés en « fond urbain » respecte la valeur limite fixée pour les concentrations de dioxyde d'azote afin de garantir la protection de la santé (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à ne pas dépasser en moyenne annuelle). En 2019, les niveaux moyens de fond urbain sont inférieurs aux concentrations évaluées sur l'agglomération toulousaine ou dans d'autres agglomérations d'importance comme Tarbes ou Albi.

Un seul site de mesures situé à proximité du trafic routier ne respecte pas la valeur limite fixée pour la concentration de dioxyde d'azote. La concentration mesurée en 2019 sur ce site est de 47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Suite aux mesures mises en place en 2020 et 2021 pour faire face à la crise de la Covid-19, les concentrations mesurées en proximité trafic dans la région Occitanie ont baissé. La baisse globale est d'environ 19% entre 2019 et 2021. Si l'on applique ce taux d'évolution à 47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, on obtient une concentration de 38 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ qui respecterait la valeur limite.

2.4. Cartographie de répartition du dioxyde d'azote

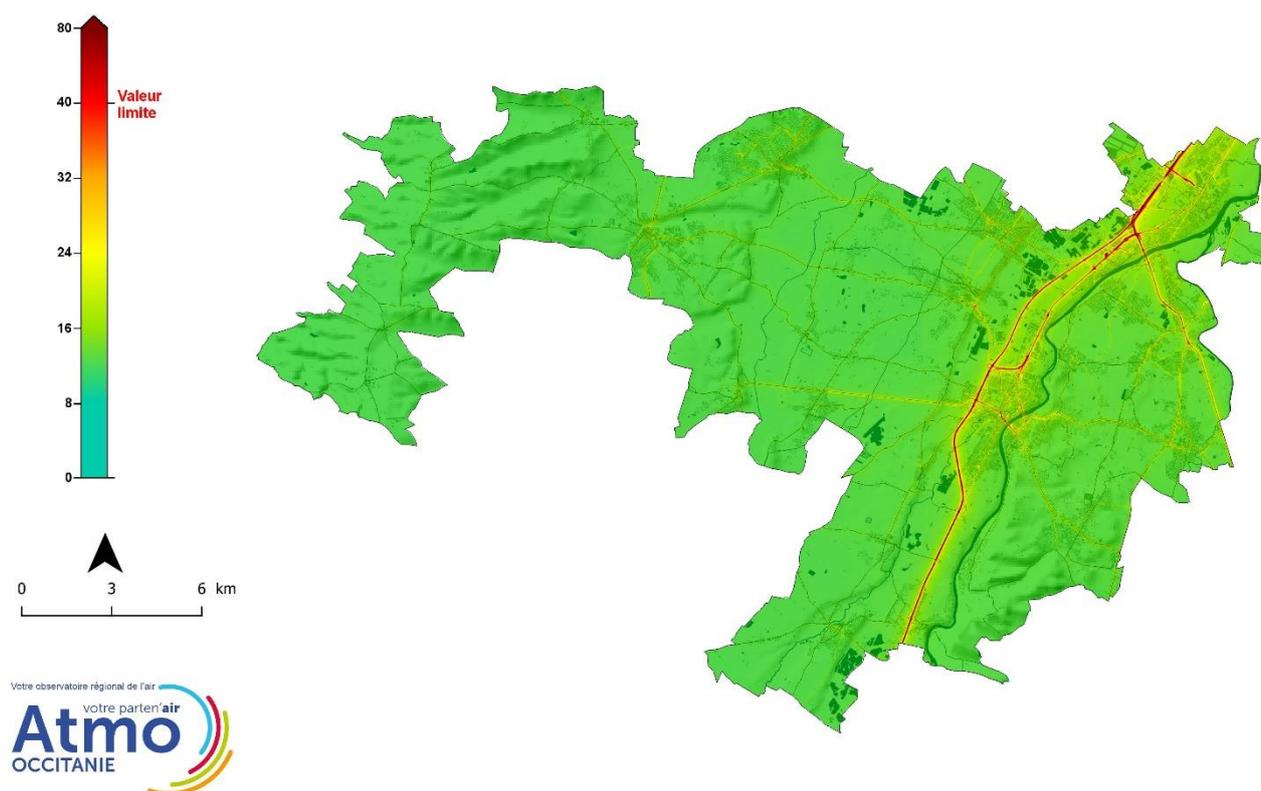
En s'appuyant sur des modèles qui prennent en compte les données météorologiques, les mesures réalisées par les stations ou encore la topographie urbaine, il est possible d'évaluer les concentrations des principaux polluants atmosphériques en tout point du territoire. La modélisation permet ensuite de générer des cartographies de dispersion des polluants et d'estimer la part de la population exposée à des dépassements de seuils réglementaires.

La cartographie ci-dessous permet de visualiser la concentration de dioxyde d'azote (NO₂) sur l'ensemble du Muretain Agglo. 81% des oxydes d'azote émis dans le Muretain sont issus des transports, expliquant ainsi que les concentrations les plus élevées s'observent aux abords immédiats des grands axes de circulation. Les villes de Portet-sur-Garonne et de Muret sont les plus exposées, notamment à proximité de l'A64, des départementales 817 et 820 ou du Boulevard de l'Europe (Portet-sur-Garonne).

La valeur limite définie pour le dioxyde d'azote est dépassée sur certaines parties du territoire mais respectée sur l'ensemble des secteurs habités. Ainsi, aucune population n'est exposée à un dépassement de ce seuil réglementaire en 2019.

Situation du NO₂ pour
la protection de la **santé**
(en µg/m³ - Moyenne annuelle)

2019



3. Les particules en suspension (PM₁₀)

- Respect de l'objectif de qualité et des valeurs limites pour les particules en suspension PM₁₀
- Concentrations plus élevées que celles observées en fond urbain régional
- Cinq épisodes de pollution aux particules en suspension ont touché la Haute-Garonne en 2020, dix ont été observés en 2021



3.1. Évaluation du respect des valeurs réglementaires

Les particules en suspension sont un ensemble hétéroclite d'éléments d'origines anthropique (combustion, exploitation de carrières...) ou naturelle (érosion du sol, feu de forêt, embruns marins...). La concentration en air ambiant des particules est fortement tributaire des conditions météorologiques. En 2019 sur l'agglomération du Muretain Agglo, 44% des émissions de particules en suspension provenaient du secteur résidentiel et notamment des équipements de chauffage (voir Annexe 5).

Le dispositif déployé par Atmo Occitanie a permis une mesure en continu de ce polluant entre mars 2020 et mai 2021, soit près de quatorze mois consécutifs.

PARTICULES DE DIAMÈTRE INFÉRIEUR À 10 µm					
	PM ₁₀	Valeurs réglementaires	Moyenne mesurée	Respect de la réglementation	Comparaison avec le fond urbain
Exposition de longue durée	Objectif de qualité	30 µg/m ³ en moyenne annuelle	15 µg/m ³	Oui	Supérieure
	Valeurs limite	40 µg/m ³ en moyenne annuelle	15 µg/m ³	Oui	Supérieure
		50 µg/m ³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours/an	2 jours sur la campagne	Oui	Égale

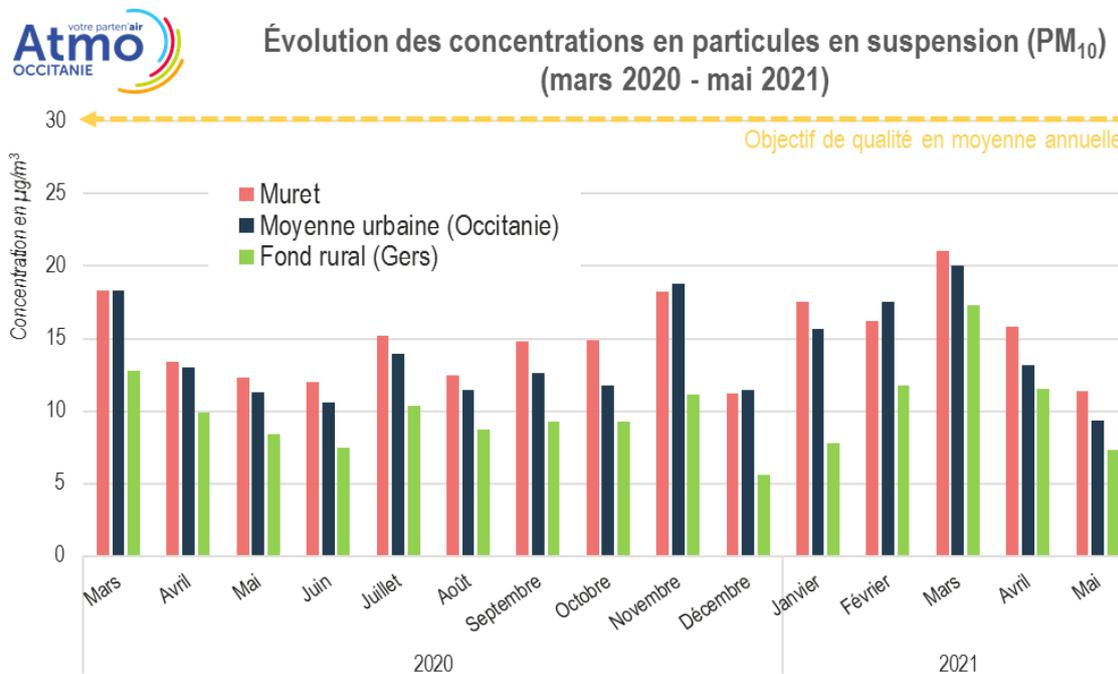
- La station a mesuré une concentration moyenne de 15 µg/m³.
- La moyenne sur 24 heures a atteint une valeur maximale de 59 µg/m³.
- Deux dépassements du seuil journalier réglementaire (50 µg/m³) ont été observés sur la station du Muretain au cours de journées ayant fait l'objet d'un déclenchement d'une procédure préfectorale d'épisode de pollution sur le département. Ces dépassements ont aussi été relevés sur des stations implantées dans la métropole toulousaine.

Au regard de cette situation, **l'ensemble des valeurs réglementaires est respecté.**

Cinq épisodes de pollution aux particules en suspension ont touché la Haute-Garonne en 2020, dix ont été observés en 2021. Les particules à l'origine de ces épisodes peuvent être émises localement ou provenir d'une source extérieure au département. Une part importante de ces épisodes est ainsi liée à l'apport de poussières désertiques en provenance du Sahara.

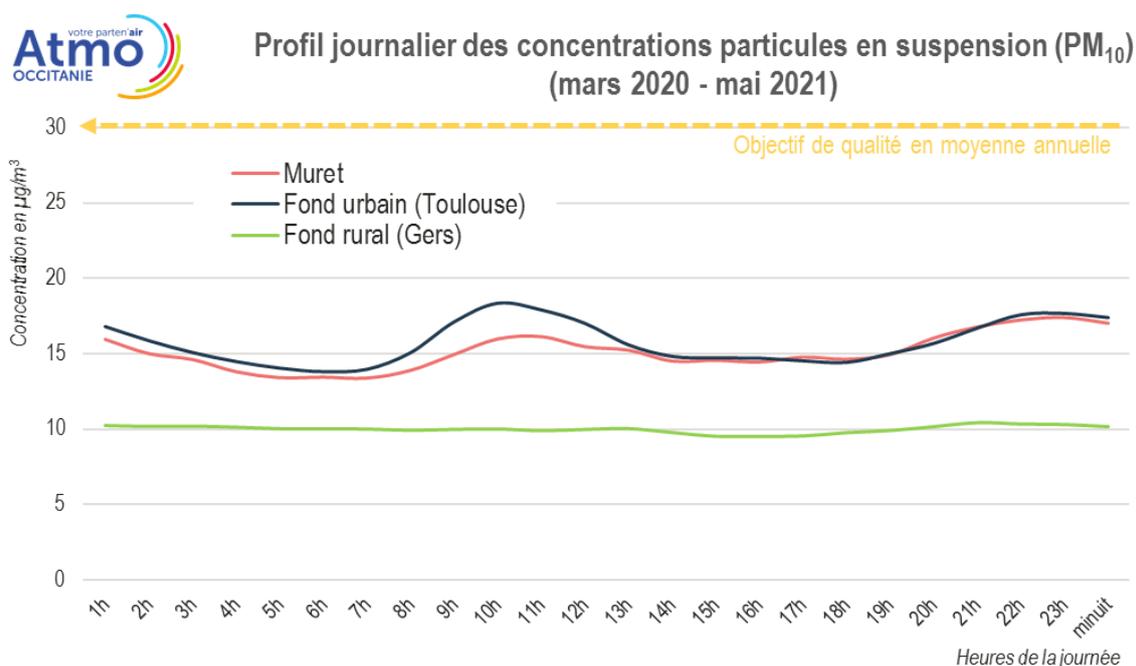
3.2. Comparaison avec d'autres agglomérations en Occitanie

Les deux graphiques suivants représentent l'évolution des concentrations en particules en suspension mesurées sur le site de Muret tout au long de la campagne. Une comparaison est proposée avec la moyenne relevée par les stations installées en milieu urbain en Occitanie ainsi qu'avec le dispositif placé en milieu rural dans le Gers à l'écart des principales sources d'émissions du polluant.



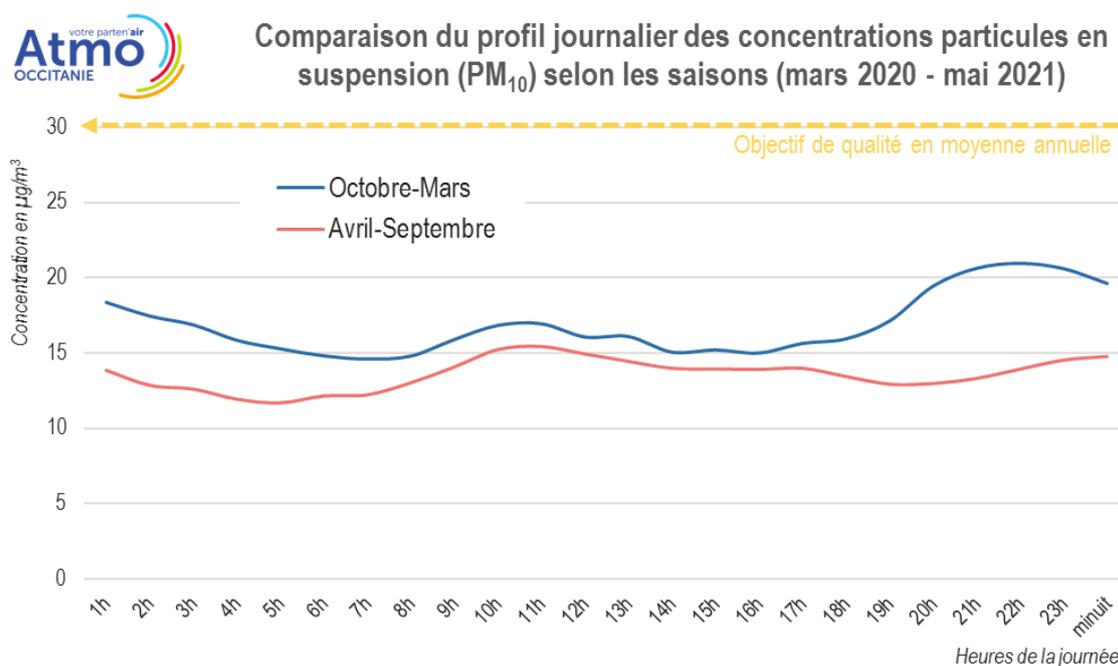
Les concentrations moyennes de particules en suspension mesurées à Muret au cours de la campagne ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sont supérieures à celles observées en fond urbain dans les grandes agglomération d'Occitanie hors Montpellier, Toulouse, Perpignan, Nîmes ($13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2020) et identiques aux stations installées en situation de fond urbain à Toulouse et Montpellier ($15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2020).

Le profil journalier des concentrations est présenté ci-dessous :



On remarque sur ce graphique que les maximas journaliers des concentrations en particules en suspension sont observés aux mêmes heures sur la station de Muret et sur celles situées en fond urbain à Toulouse. Ces deux maximas se produisent lors de l'heure de pointe du matin et de l'heure de pointe du soir soulignant une influence du trafic routier sur les niveaux de ce polluant. Les pics sont néanmoins bien moins marqués pour les particules en suspension que pour le dioxyde d'azote à cause de la variété des sources d'émissions de particules en suspension sur l'agglomération, le trafic routier n'étant qu'une source secondaire.

Dans le Muretain Agglo, les particules en suspensions sont principalement émises (44%, voir Annexe 5) par les appareils de chauffage et notamment par des dispositifs anciens fonctionnant au bois. Lorsque l'on trace le profil journalier des concentrations en particules en suspension en différenciant les mesures réalisées en « période hivernale » (octobre-mars) de celles en « période estivale » (avril-septembre), nous obtenons la représentation suivante.



Le tracé précédent permet de constater que les concentrations sont globalement plus élevées en « période hivernale » au cours d'une journée moyenne, et que cet écart augmente fortement de 17h à 7h du matin. Ces observations soulignent le rôle des dispositifs de chauffage (chaudières, poêles, cheminées). Habituellement activés lors du retour au domicile, ces équipements sont les principaux contributeurs et responsables de la hausse des concentrations de particules en suspension observée sur le pic du soir pour la « période hivernale ».

Les concentrations de particules en suspension mesurées par la station de Muret respectent toutes les valeurs réglementaires, et sont comparables à celles mesurées sur l'agglomération toulousaine.

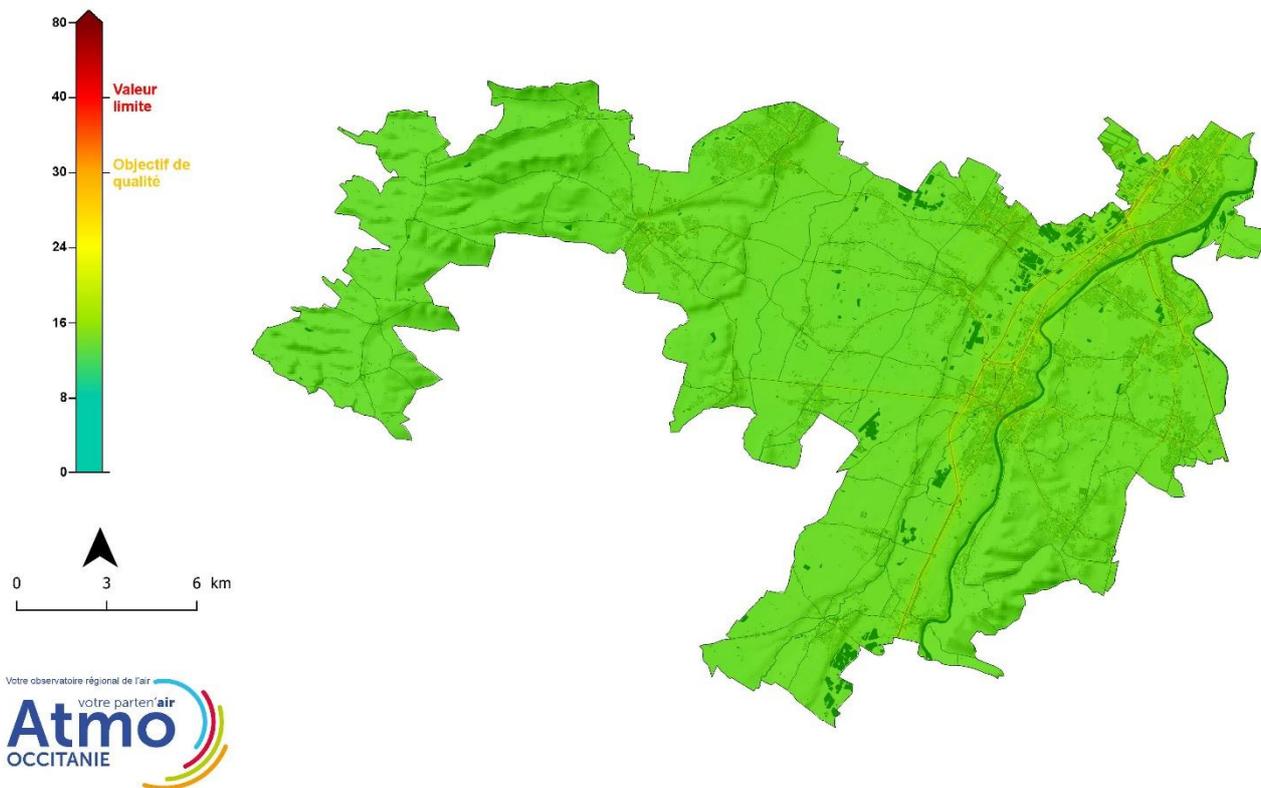
3.3. Cartographie de répartition des particules en suspension

La cartographie ci-dessous permet de visualiser la concentration de particules en suspension (PM₁₀) sur l'ensemble du Muretain Agglo. Nous pouvons remarquer que les concentrations sont bien plus diffuses que celles de dioxyde d'azote. 20% des particules en suspension émises dans le Muretain l'étant par les transports, des niveaux élevés de particules sont observés aux abords immédiats des grands axes de circulation.

L'ensemble des seuils réglementaires (objectif de qualité et valeur limite) définis pour les particules en suspension (PM₁₀) sont respectés sur le territoire de l'agglomération. Ainsi, aucune population n'est exposée à un dépassement de ce seuil réglementaire en 2019.

Situation des PM₁₀ pour
la protection de la **santé**
(en µg/m³ - Moyenne annuelle)

2019



4. L'ozone (O₃)

- Respect de la valeur cible pour la protection de la santé
- Dépassement de l'objectif de qualité pour la protection de la santé comme sur la majeure partie de la région Occitanie
- Aucun épisode de pollution à l'ozone n'a touché la Haute-Garonne en 2021, et un seul a été observé en 2020



4.1. Évaluation du respect des valeurs réglementaires

Le dispositif déployé par Atmo Occitanie a permis une mesure en continu de ce polluant du 10 mars 2020 au 26 mai 2021 soit plus de 14 mois consécutifs.

Ozone					
O ₃		Valeurs réglementaires	Jours en dépassement	Respect de la réglementation	Comparaison avec le fond urbain
Exposition de courte durée	Objectif de qualité	120 µg/m ³ en moyenne sur 8h	6 (tous en 2020)	Non	Égal
	Valeur cible	120 µg/m ³ en moyenne sur 8h à ne pas dépasser plus de 25 jours/an	6 (tous en 2020)	Oui	Égal

- La station a mesuré une concentration moyenne de 57 µg/m³.
- Le maximum de la moyenne glissante sur 8 heures a été calculé à 147 µg/m³.
- Le maximum horaire a été mesuré à 175 µg/m³.

Au regard de la situation observée, **l'objectif de qualité pour la santé n'est pas respecté. Cette observation est conforme à la situation régionale où 94% des habitants étaient touchés par un dépassement de l'objectif de qualité en 2020. La valeur cible est respectée sur l'ensemble de l'agglomération.**

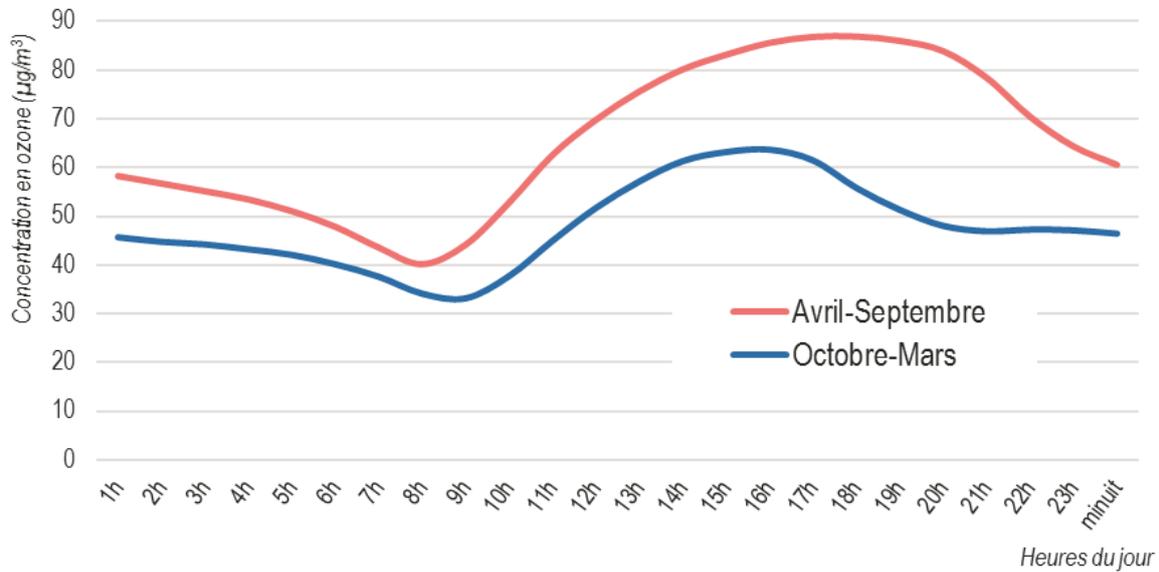
4.2. Comparaison avec la situation régionale

L'ozone est un polluant dit « secondaire », c'est-à-dire qu'il n'est pas rejeté directement dans l'atmosphère mais provient de la transformation chimique d'autres polluants : les oxydes d'azote (NOx), issus principalement du trafic routier, et les Composés Organiques Volatils (COV) émis par de multiples sources (solvants et peintures, industries, trafic routier – principalement les deux roues – et les végétaux).

La réaction générant l'ozone étant favorisée par les températures élevées et le rayonnement ultraviolet, la saison estivale est ainsi propice aux niveaux de concentrations les plus élevés. Le graphique suivant permet d'observer cette différence été/hiver :



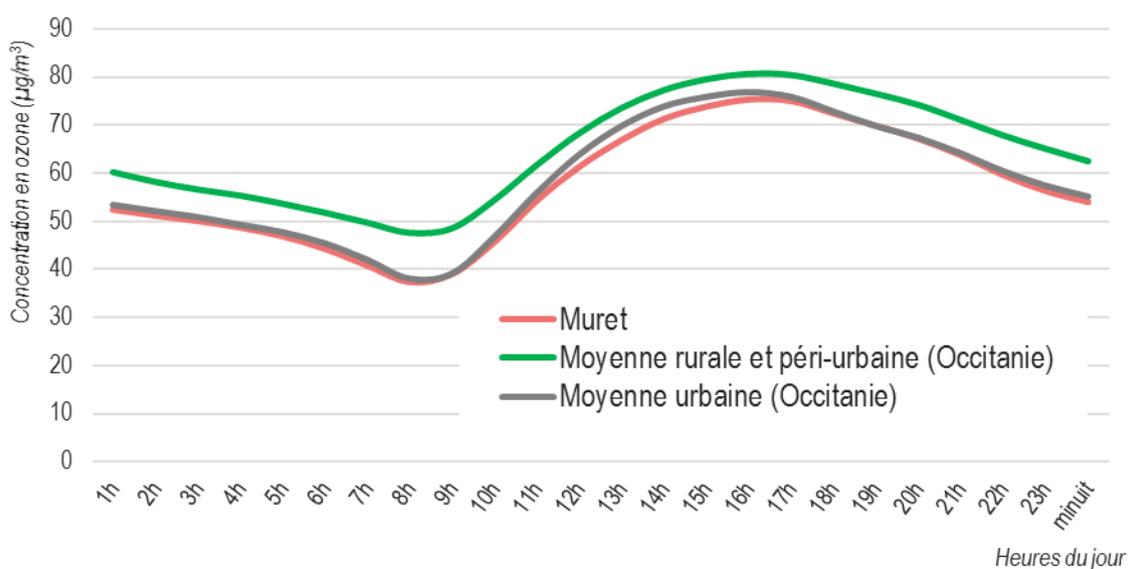
Profil journalier des concentrations en ozone (O₃) mesurées à Muret (mars 2020 - mai 2021)



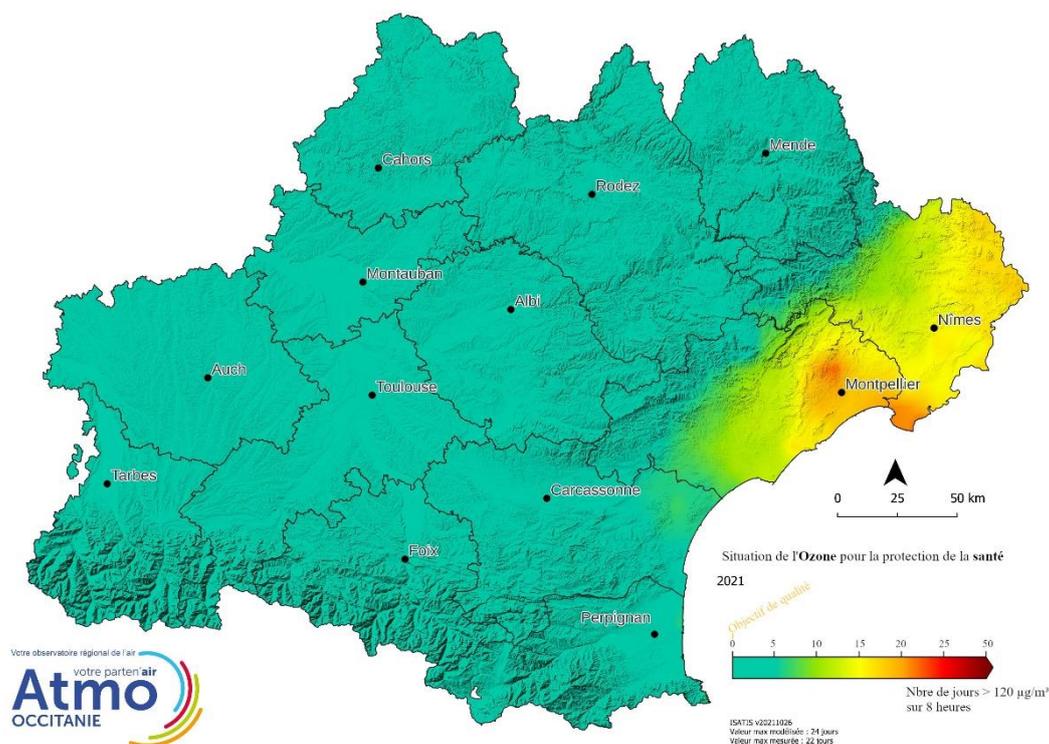
Le tracé ci-dessous permet de constater que le profil journalier des stations rurales et péri-urbaines de la région ressemble à celui des zones urbaines tout en présentant des concentrations supérieures de 6 µg/m³ en moyenne. Cela s'explique par une réaction nocturne de destruction de l'ozone par les oxydes d'azote et les composés organiques volatiles, cette réaction se produit davantage dans les villes que dans les campagnes, en raison des concentrations plus élevées de monoxyde d'azote (NO) émises par le trafic. On observe également que les concentrations mesurées à Muret ont un profil similaire à celui mis en évidence dans les autres zones urbaines de la région.



Profil journalier des concentrations en ozone (O₃) (mars 2020 - mai 2021)



Les concentrations mesurées à Muret sont très proches de celles observées dans le fond urbain de Toulouse. Quoique touchée par des niveaux de pollution plus élevés que dans les départements ruraux de la région, la Haute-Garonne ne fait pas partie des territoires les plus exposés à l'ozone. Les plus fortes concentrations de ce polluant s'observent dans les départements du littoral méditerranéen. Cela est illustré par la cartographie régionale issue du modèle CHIMERE/Atmo Occitanie, représentant le nombre de jours en dépassement du seuil réglementaire des 120 microgrammes sur 8 heures glissantes en 2021 (objectif de qualité pour la santé) :



Les concentrations en ozone mesurées par le dispositif de Muret sont comparables à celles relevées dans les principales agglomérations de la région.

En 2020, comme en 2021, l'objectif de qualité pour la protection de la santé n'est pas respecté. À l'échelle du département de la Haute-Garonne, plus de 99% des habitants sont touchés par le dépassement de ce seuil.

En 2020, comme en 2021, La valeur cible pour la protection de la santé est respectée sur le Muretain et sur l'ensemble du département.

TABLE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : Définition des valeurs réglementaires

ANNEXE 2 : Dispositif de mesures

ANNEXE 3 : Éléments sur les différents polluants étudiés

ANNEXE 4 : Évaluation de l'exposition de la population aux particules fines (PM_{2.5}) dans le Muretain Agglo

ANNEXE 5 : Sources de pollution dans l'agglomération

ANNEXE 6 : Conditions météorologiques de l'étude

ANNEXE 7 : Méthodologie de l'inventaire, de la modélisation et de la cartographie

ANNEXE 8 : Validation du modèle fine échelle

ANNEXE 1 : Définition des valeurs réglementaires

Seuil d'alerte

Niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de l'ensemble de la population et à partir duquel des mesures doivent immédiatement être prises.

Seuil de recommandation et d'information

Niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine des groupes de personnes particulièrement sensibles et pour lequel des informations immédiates et adéquates sont nécessaires.

Valeur limite

Niveau fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement. À atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser une fois atteint.

Valeur cible

Niveau fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement. À atteindre dans la mesure du possible sur une période donnée.

Objectif de qualité

Niveau de concentration à atteindre à long terme, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.

L'unité principalement employée pour la concentration des polluants est le microgramme par mètre-cube notée $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Les concentrations des métaux sont données en nanogramme par mètre-cube et la notation utilisée est ng/m^3 .

1 μg = un millionième de gramme

1 ng = un milliardième de gramme

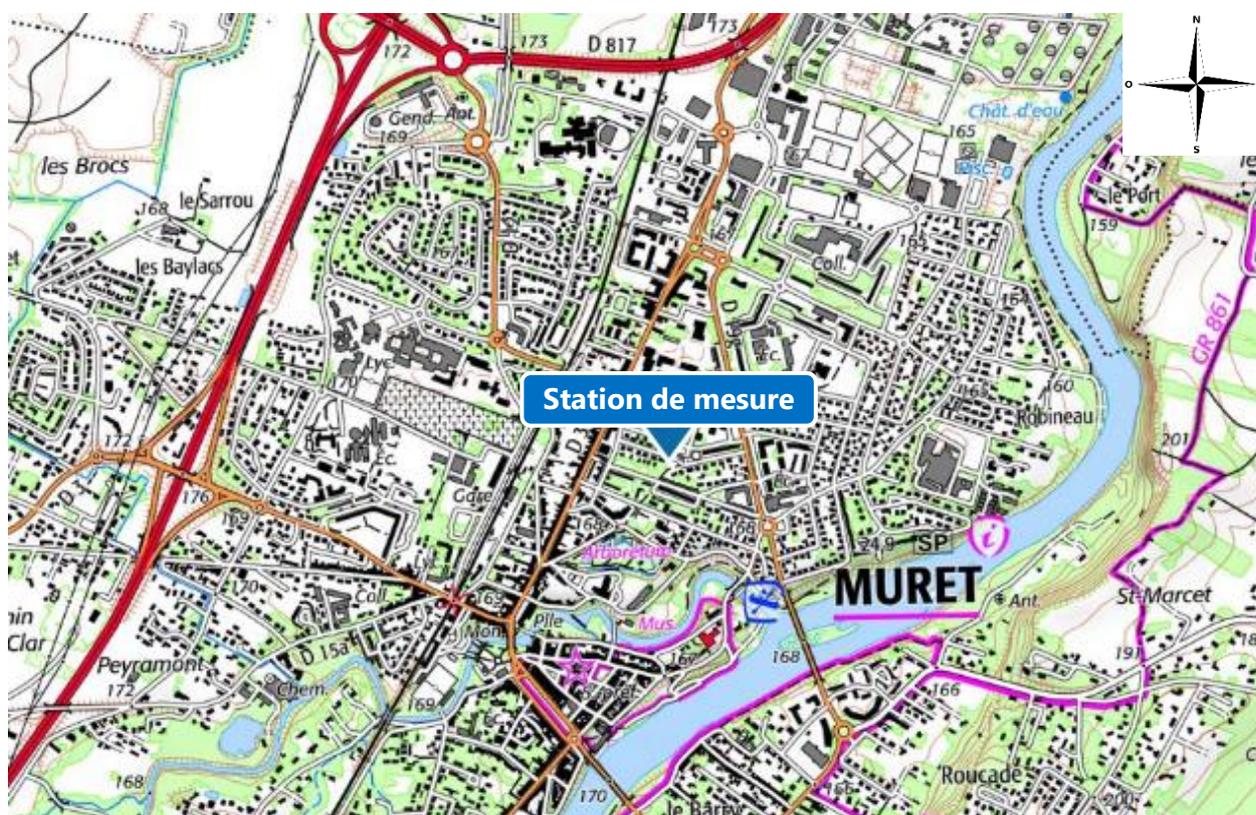
ANNEXE 2 : Dispositif de mesures

Dans le cadre d'un partenariat avec le Muretain Agglo, un dispositif temporaire de mesures en continu a été déployé au cœur de la ville de Muret. Sous-préfecture de la Haute-Garonne, Muret compte environ 25 000 habitants et accueille le siège de la communauté d'agglomération Le Muretain Agglo regroupant 26 communes pour un total de 122 000 résidents.

La station de mesure a été installée début mars 2020 et a fonctionné jusqu'à la fin du mois de mai 2021. Quatorze mois complets ont été couverts par cette campagne.

Disposition spatiale

La carte suivante permet de visualiser la situation de la station dans la zone urbaine de Muret :



Cartographie fournie par l'I.G.N. Échelle 1 : 25 000

Le terrain sur lequel se trouve la station se situe dans un quartier pavillonnaire sur la partie nord du centre-ville. L'autoroute A64 est le principal axe de circulation du territoire, elle est située à un peu plus d'un kilomètre à l'ouest du site de mesures. Les principaux axes de circulation du centre-ville, avenue de l'Europe (à l'est), avenue Douzans (à l'ouest) sont situés à plus de 150 mètres de la station. Le site retenu est donc à l'écart des principales voies de circulation et permet d'évaluer la qualité de l'air en situation dite de « fond urbain ».

Le choix de l'emplacement résulte d'une campagne de mesures réalisée en 2019 sur l'ensemble du territoire de l'agglomération. Lors de cette étude, les concentrations en dioxyde d'azote avaient été évaluées sur 62 sites au cours de deux séries de mesures (hivernale et estivale). Un emplacement en fond urbain (comme celui de la rue Recole) a donc été privilégié, afin que les mesures soient représentatives d'une plus large partie de la population du territoire.

Afin de mieux apprécier la situation de la station, l'emplacement est matérialisé sur une vue aérienne :



Polluants mesurés

Les principaux polluants à enjeux réglementés en air ambiant en France sont mesurés par la station de Muret :

- **Le dioxyde d'azote** (NO_2), polluant gazeux majoritairement émis par le trafic routier ;
- **les particules en suspension** (PM_{10}) émises principalement par le secteur résidentiel lors de l'utilisation de dispositifs de chauffage au bois. Les poussières désertiques transportées par les masses d'air depuis le Sahara font également partie de cette fraction ;
- **l'ozone** (O_3), polluant gazeux « secondaire » traceur de la pollution photochimique.

ANNEXE 3 : Éléments sur les différents polluants étudiés

Le dioxyde d'azote - NO₂

Sources

Le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂) sont émis lors de la combustion incomplète des combustibles fossiles. Au contact des oxydants présents dans l'air, comme l'oxygène et l'ozone, le NO se transforme rapidement en NO₂.

Le NO₂ est un gaz irritant pour les bronches. Il participe aux phénomènes des pluies acides, à la formation de l'ozone troposphérique, à l'atteinte de la couche d'ozone stratosphérique et à l'effet de serre.

Les principales sources sont les véhicules et les installations de combustion (centrales thermiques, chauffage...). Le NO₂ est également présent à l'intérieur des locaux où fonctionnent des appareils au gaz tels que gazinières, chauffe-eau au gaz.

Le pot catalytique a permis, depuis 1993, une diminution des émissions des véhicules à essence. Néanmoins, l'effet reste encore peu perceptible compte tenu de l'accroissement du trafic automobile.

Des études montrent qu'une fois sur deux les européens prennent leur voiture pour faire moins de trois kilomètres, une fois sur quatre pour faire moins d'un kilomètre et une fois sur huit pour faire moins de cinq-cents mètres ; or le pot catalytique n'a une action sur les émissions qu'à partir de dix kilomètres.

Effets sur la santé

Le dioxyde d'azote est un gaz irritant qui pénètre dans les plus fines ramifications des voies respiratoires. Dès que sa concentration atteint 200 µg/m³, il peut entraîner une altération de la fonction respiratoire, une hyper réactivité bronchique chez l'asthmatique et un accroissement de la sensibilité des bronches aux infections chez l'enfant.

Effets sur l'environnement

Les oxydes d'azote participent aux phénomènes des pluies acides, à la formation de l'ozone troposphérique, dont ils sont l'un des précurseurs, à l'atteinte de la couche d'ozone stratosphérique et à l'effet de serre.

Les particules en suspension PM₁₀

Sources

Les particules, notées PM pour « particulate matter » soit « matière particulaire » en français, peuvent être d'origine naturelle (embruns océaniques, éruption volcaniques, feux de forêt, érosion éolienne des sols, pollens...) ou anthropique (liées à l'activité humaine). Dans ce cas, elles sont issues majoritairement de la combustion incomplète des combustibles fossiles (circulation automobile, centrale thermique, sidérurgie, cimenteries, incinération de déchets, manutention de produits pondéraux, minerais et matériaux...).

Une partie d'entre elles, les particules secondaires, se forme dans l'air par réaction chimique à partir de polluants précurseurs comme les oxydes de soufre, les oxydes d'azote, l'ammoniac et les Composés Organiques Volatils (COV). On distingue les particules de diamètre inférieur à 10 micromètres (PM₁₀), à 2,5 micromètres (PM_{2.5}) et à 1 micromètre (PM₁).

Effets sur la santé

Plus une particule est fine, plus sa toxicité potentielle est élevée.

Les plus grosses particules sont retenues par les voies aériennes supérieures. Les plus fines pénètrent profondément dans l'appareil respiratoire où elles peuvent provoquer une inflammation et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble. Les particules ultra fines sont suspectées de provoquer également des effets cardio-vasculaires. Certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérigènes : c'est notamment le cas de certaines particules émises par les moteurs Diesel qui véhiculent certains hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Une corrélation a été établie entre les niveaux élevés de PM₁₀ et l'augmentation des admissions dans les hôpitaux et des décès, liés à des pathologies respiratoires et cardio-vasculaires.

Ces particules sont quantifiées en masse mais leur nombre peut varier fortement en fonction de leur taille.

Effets sur l'environnement

Les effets de salissures des bâtiments et des monuments sont les atteintes à l'environnement les plus évidentes.

L'ozone – O₃

Sources

L'ozone est un polluant dit « secondaire », c'est-à-dire qu'il n'est pas rejeté directement dans l'atmosphère mais provient de la transformation chimique d'autres polluants : les oxydes d'azote (NO_x), issus principalement du trafic routier, et les Composés Organiques Volatils (COV) émis par de multiples sources (solvants et peintures, industries, trafic routier – principalement les deux roues – et les végétaux).

Les températures élevées et le fort rayonnement lumineux vont favoriser les réactions chimiques produisant de l'ozone à partir des polluants précurseurs (NO_x et COV) dans les parties basses de l'atmosphère.

Effets sur la santé

À des concentrations élevées, l'ozone provoque des problèmes respiratoires, déclenchement de crises d'asthme, diminution de la fonction pulmonaire et apparition de maladies respiratoires.

Les derniers travaux montrent qu'à long terme, des liens sont observés avec la mortalité respiratoire et cardio-respiratoire, notamment pour des sujets prédisposés par des maladies chroniques (pulmonaires, cardiaques, diabète), avec l'asthme (incidence ou sévérité) et la croissance de la fonction pulmonaire chez les jeunes. Il agresse le système respiratoire des animaux. Cet oxydant énergétique agresse les cellules vivantes.

Effets sur l'environnement

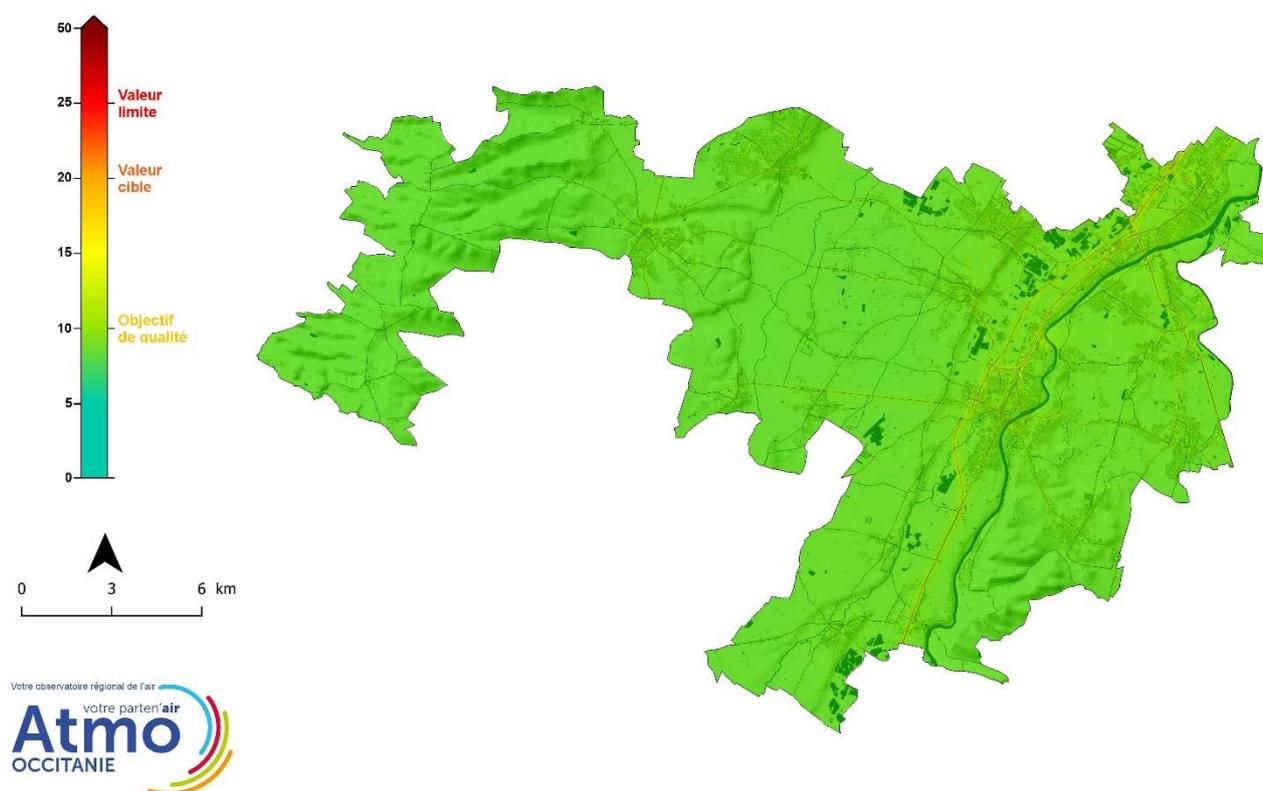
L'ozone a un effet néfaste sur la végétation, notamment sur le processus de photosynthèse, qui conduit à une baisse du rendement des cultures. Il a une action nécrosante sur les feuilles. Sur les bâtiments, il dégrade les matériaux de construction. Enfin, l'ozone est aussi un gaz à effet de serre qui contribue au changement climatique.

ANNEXE 4 : Évaluation de l'exposition de la population aux particules fines (PM_{2.5}) dans le Muretain Agglo

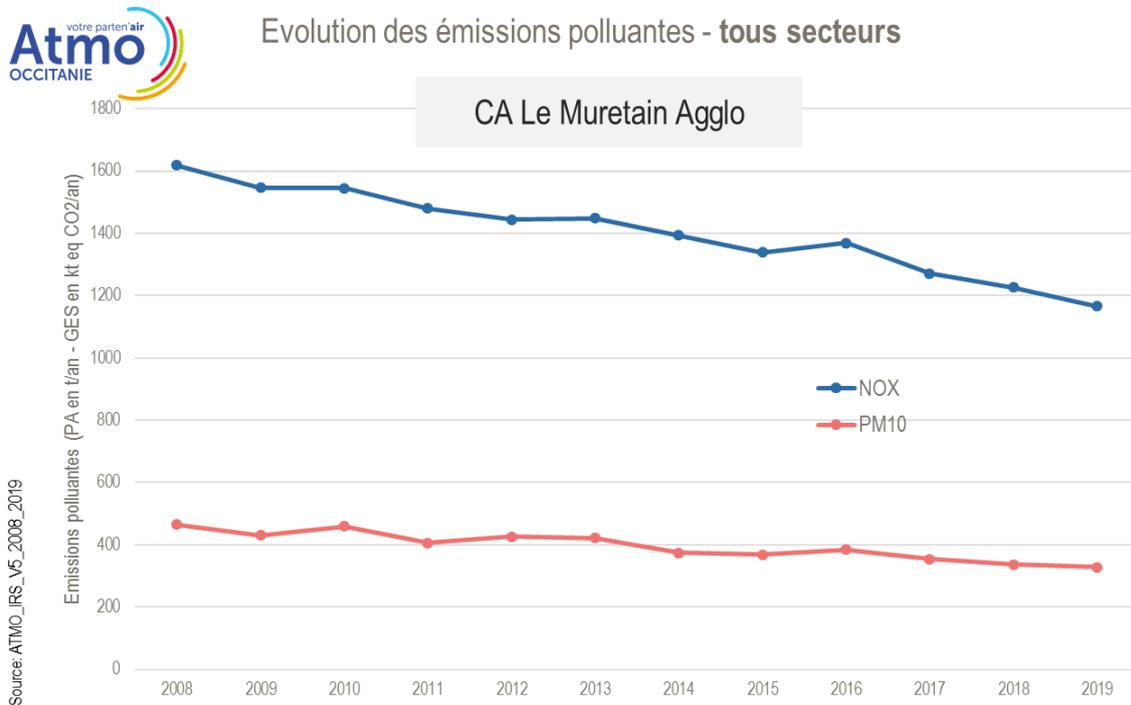
En s'appuyant sur des modèles qui prennent en compte les données météorologiques, les mesures réalisées par les stations ou encore la topographie urbaine, il est possible d'évaluer les concentrations des principaux polluants atmosphériques en tout point du territoire. La modélisation permet ensuite de générer des cartographies de dispersion des polluants et d'estimer la part de la population exposée à des dépassements de seuils réglementaires.

La carte ci-dessous représente la concentration de particules fines (PM_{2.5}) sur l'ensemble du Muretain Agglo. Nous pouvons remarquer que les concentrations les plus élevées sont observées aux abords immédiats des grands axes de circulation avec des secteurs pour lesquels l'objectif de qualité n'est pas respecté. Ces dépassements de l'objectif de qualité fixé pour les particules fines touchent un peu moins de 2% de la population de l'agglo, soit environ 2100 habitants. La valeur cible et la valeur limite sont respectées sur tout le territoire de l'agglomération.

Situation des PM_{2.5} pour
la protection de la **santé**
(en µg/m³ - Moyenne annuelle)
2019

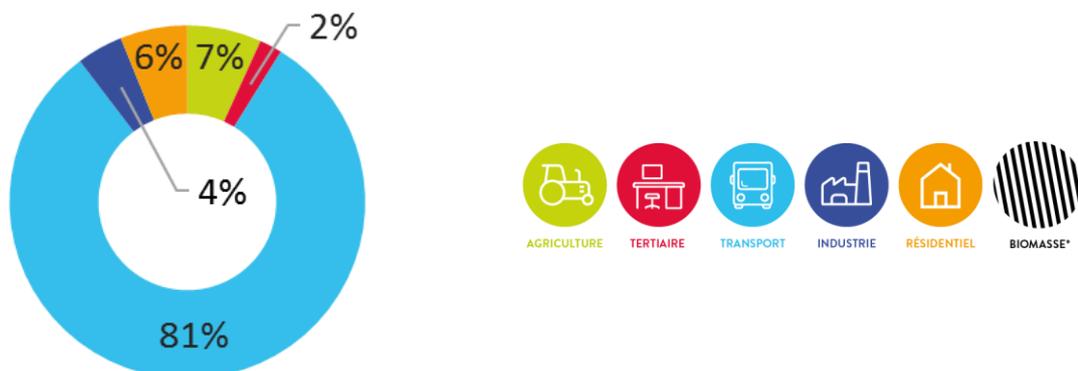


ANNEXE 5 : Sources de pollution dans l'agglomération (émissions calculées pour l'année 2019)³



Les oxydes d'azote (NO_x)

Dans l'agglomération du Muretain Agglo en 2019, les émissions d'oxydes d'azote ont reculé de 10% par rapport à la moyenne des quatre années précédentes.



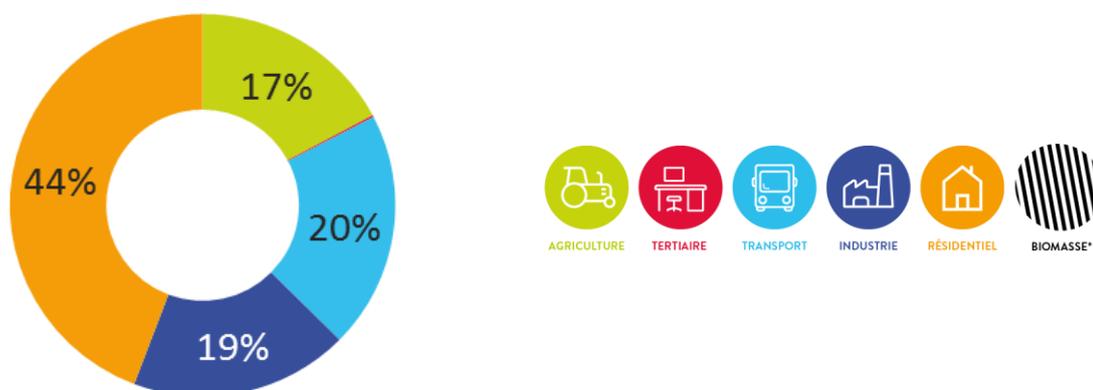
Avec 81% des émissions, le secteur du transport est le principal contributeur devant l'agriculture dont la part s'élève à 7%. Les émissions d'oxydes d'azote dans le Muretain Agglo s'établissaient en 2019 à 10 kg par habitant.

³ Source : Atmo Occitanie/ ATMO_IRS_V5_2008_2019

*Les émissions issues de la biomasse correspondent à la combustion de matières comme le bois, les déchets organiques et les résidus agricoles.

Les particules en suspension PM₁₀

Dans l'agglomération du Muretain Agglo en 2019, les émissions de particules en suspension ont reculé de 9% par rapport à la moyenne des quatre années précédentes.



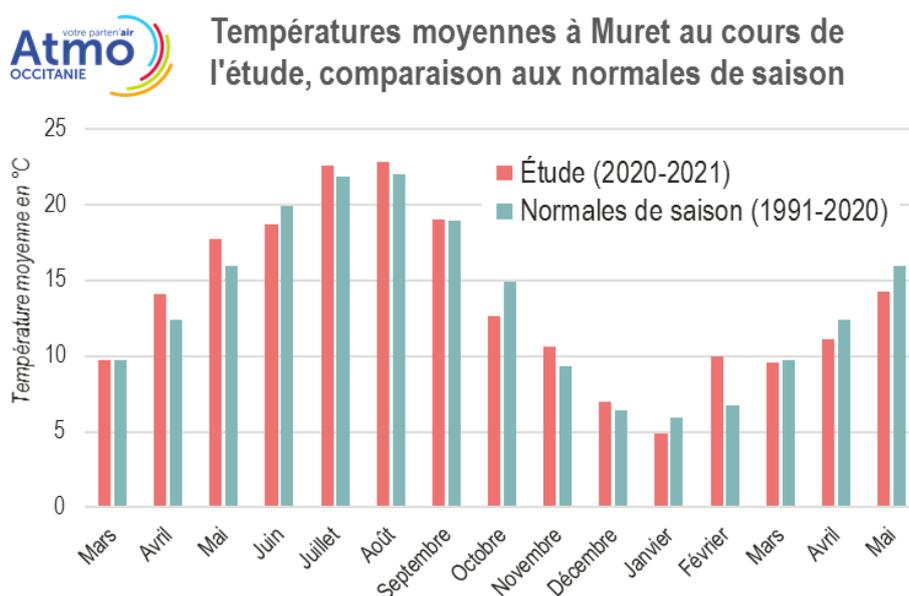
Avec 44% des émissions, le secteur résidentiel est le principal contributeur (dispositifs de chauffage) devant le transport dont la part s'élève à 20% et l'industrie avec 19%. Les émissions de particules en suspension dans le Muretain Agglo s'établissaient en 2019 à 3 kg par habitant.

ANNEXE 6 : Conditions météorologiques de l'étude

Les données exploitées dans cette étude ont été mesurées par la station installée à Muret entre le 10 mars 2020 et le 26 mai 2021. Il peut être intéressant d'observer les conditions météorologiques des mois durant lesquels se sont déroulés ces relevés afin de juger de la représentativité de la période.

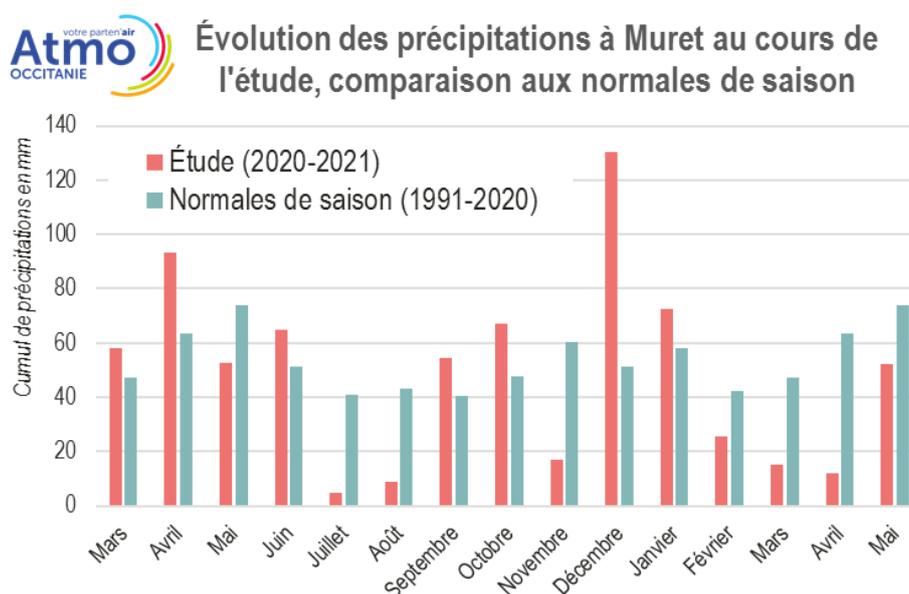
Dans cette annexe, l'évolution de la température moyenne et de la pluviométrie est présentée et comparée avec les normales de saison telles que fournies par Météo-France pour la période 1991-2020. Une rose des vents est également construite pour la période considérée.

Évolution de la température



Avec une moyenne s'établissant à 13,6°C sur les mois de l'étude, la température reste très proche des 13,5°C de la normale de saison. Le premier semestre de 2020 se démarque par des températures sensiblement plus douces que la moyenne.

Évolution des précipitations



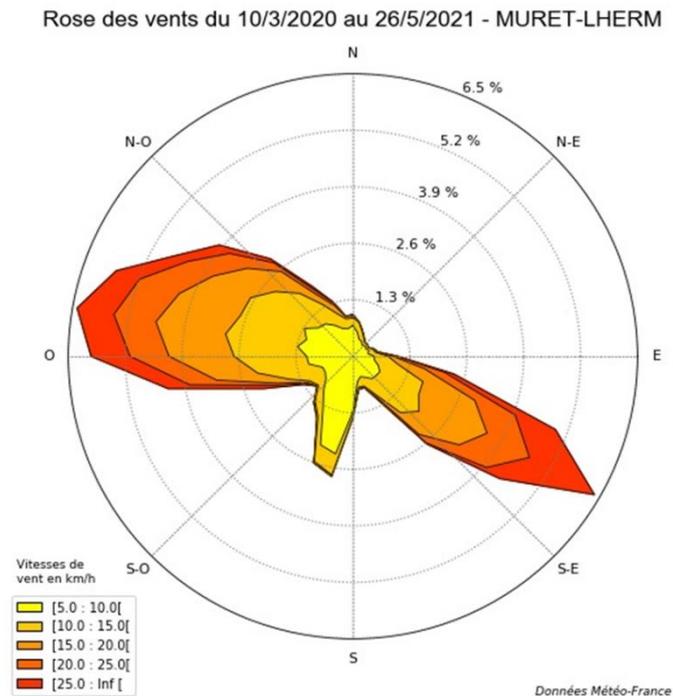
En moyenne, sur les mois de l'étude les précipitations ont été déficitaires par rapport à la normale. L'été 2020 et le printemps 2021 ont été particulièrement secs. À l'inverse, le mois de décembre 2020 a enregistré un cumul exceptionnel de précipitations.

Vents

Au cours de l'étude les vents prédominants provenaient du secteur ouest ainsi que du quart sud-est (vent d'autan). Les rafales les plus fortes étaient également orientées selon ces directions.

On peut noter également des vents, peu nombreux et de faibles intensités, en provenance du sud.

Ces directions de vents sont cohérentes avec les observations historiques.



ANNEXE 7 : Méthodologie de l'inventaire, de la modélisation et de la cartographie

L'inventaire des émissions

Dans le cadre de l'arrêté du 24 août 2011 relatif au Système National d'Inventaires d'Émissions et de Bilans dans l'Atmosphère (SNIEBA), le Pôle de Coordination nationale des Inventaires Territoriaux (PCIT) associant :

- le Ministère en charge de l'Environnement,
- l'INERIS,
- le CITEPA,
- les Associations Agréées de Surveillance de Qualité de l'Air ;

a mis en place un guide méthodologique pour l'élaboration des inventaires territoriaux des émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques.

Ce guide constitue la référence nationale à laquelle chaque acteur local doit pouvoir se rapporter pour l'élaboration des inventaires territoriaux.

Sur cette base et selon les missions qui lui sont ainsi attribuées, Atmo Occitanie réalise et maintient à jour un Inventaire Régional Spatialisé des émissions de polluants atmosphériques et GES sur l'ensemble de la région Occitanie. L'inventaire des émissions référence une trentaine de substances avec les principaux polluants réglementés (NO_x , particules en suspension, NH_3 , SO_2 , CO , benzène, métaux lourds, HAP, COV, etc.) et les gaz à effet de serre (CO_2 , N_2O , CH_4 , etc.).

Cet inventaire est notamment utilisé par les partenaires d'Atmo Occitanie comme outil d'analyse et de connaissance détaillée de la qualité de l'air sur leur territoire ou relative à leurs activités particulières.

Les quantités annuelles d'émissions de polluants atmosphériques et GES sont ainsi calculées pour l'ensemble de la région Occitanie, à différentes échelles spatiales (EPCI, communes, ...), et pour les principaux secteurs et sous-secteurs d'activité.

La méthodologie de calcul des émissions consiste en un croisement entre des données primaires (statistiques socio-économiques, agricoles, industrielles, données de trafic...) et des facteurs d'émissions issus de bibliographies nationales et européennes.

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

Avec :

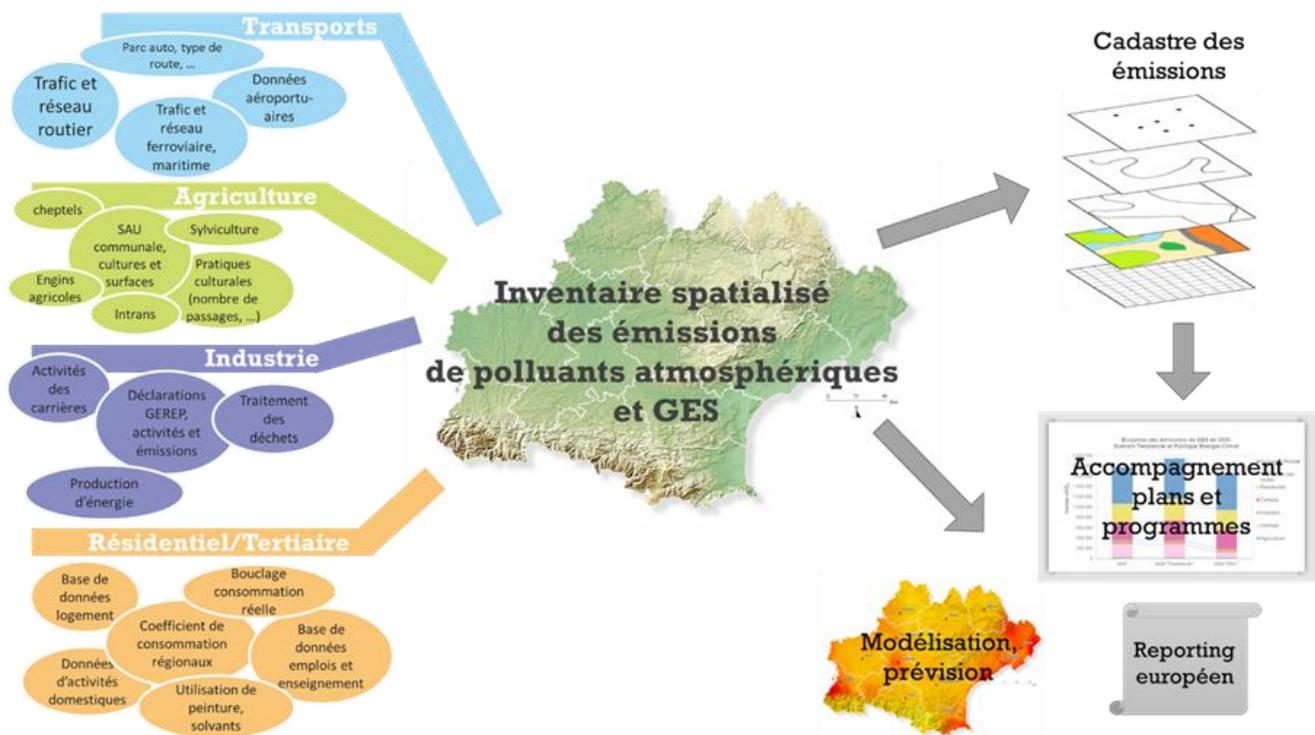
E : émission relative à la substance « s » et à l'activité « a » pendant le temps « t »

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

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

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

Organigramme de la méthodologie de l'inventaire des émissions



Chaque source d'émissions est géo-localisée soit comme une :

- Source ponctuelle,
- Source surfacique,
- Source linéique,

dépendant du type de données disponibles en fonction de la source d'émissions considérée.

Ainsi, le secteur du transport routier est défini comme une source linéique, le secteur industriel comme une source ponctuelle et les secteurs résidentiel/tertiaire ainsi que l'agriculture sont représentés comme des sources surfaciques.

Hypothèses de calcul des émissions

L'ensemble des éléments utilisés pour la modélisation de la dispersion du dioxyde d'azote et des particules PM₁₀ et PM_{2.5} sont produits à l'aide de l'Inventaire des émissions - Atmo Occitanie - ATMO_IRS_V5_2008_2019.

Cette version prend en compte de nombreuses évolutions méthodologiques et une actualisation des données d'entrée nécessaires aux calculs, secteur par secteur. Elle intègre ainsi la dernière version des facteurs d'émissions nationaux donnés par le CITEPA (Réf. : CITEPA, 2020. Rapport OMINEA –17ème édition). Cette évolution permet de prendre en compte les facteurs d'émissions les plus récents et les plus à jour possible pour l'ensemble des activités émettrices sur la région Occitanie.

Secteur du transport routier

Le trafic routier est aujourd'hui l'une des principales sources de pollution atmosphérique. Il est présent sur l'ensemble du territoire et présente une forte variation horaire, journalière et mensuelle. Le calcul des émissions liées au trafic demande de prendre en compte un grand nombre de paramètres et de recueillir des informations et des données venant de sources différentes.

Les émissions associées aux transports routiers sont liées à plusieurs types de phénomènes qui peuvent être classés dans trois catégories :

- Les émissions liées à la combustion du carburant dans les moteurs,
- Les émissions liées à l'usure de la route et de divers organes des véhicules (embrayage, freins, pneumatique),
- Les émissions liées aux ré-envol des particules, déposées sur la voie, au passage d'un autre véhicule.

Plusieurs types de paramètres sont indispensables pour calculer les émissions du transport routier :

Les paramètres de voiries :

- Type de voies (autoroute, nationale, départementale, ...),
- Vitesse maximale autorisée de la voie,
- Saturation de la voie (permet la prise en compte des embouteillages),
- Nombre de véhicules jour,
- Pourcentage de poids lourds.

Les facteurs d'émissions, calculés en fonction du parc roulant (données CITEPA), des vitesses de circulation, et du type de véhicules suivant la méthodologie COPERT V,

Les profils temporels, permettant de prendre en compte les variations horaires, journalières et mensuelles du trafic.

Le calcul des émissions pour le trafic routier se fait en deux temps : la majeure partie du réseau routier est traité linéairement en tenant compte de la configuration de la route, du type de route et du trafic réel parcourant ce réseau. Le trafic secondaire est quant à lui estimé grâce à la prise en compte de la typologie des communes (population, bassins d'emplois, ...) et des trajets effectués à l'intérieur des celles-ci.

Le réseau structurant représente les grands axes de circulation pour lesquels il existe des données de comptage fournies par les partenaires d'Atmo Occitanie (Conseils départementaux ASF, DIRSO, DIRMC, Collectivités, modèles trafic (CAMINO-T), etc.). Sur ces axes les émissions sont calculées en fonction du trafic moyen journalier annuel (TMJA), de la vitesse autorisée et de la composition des véhicules pour chaque heure de la semaine en prenant en compte les surémissions liées aux ralentissements aux heures de pointe.

Les émissions liées à la circulation sur le reste du réseau routier (réseau secondaire) sont calculées en prenant en compte les caractéristiques communales (commune rurale, en périphérie, ...), la population, le nombre d'actifs et les données des enquêtes déplacements.

L'ensemble du réseau structurant est réparti en tronçons (portions de routes homogènes en terme de trafic et de vitesses). Les tronçons sont considérés comme sources de polluants de type linéaires. Les émissions du réseau secondaire sont surfaciques.

Les derniers facteurs d'émissions de COPERT ainsi que la dernière version du parc roulant CITEPA (version janv. 2020) ont été utilisés pour le calcul des émissions.

Autres secteurs d'activité

L'industrie

Les émissions issues du secteur industriel sont déterminées d'une part à partir des déclarations annuelles d'émissions faites auprès de la DREAL (base Installations Classées Pour l'Environnement) et d'autre part à partir des données relatives aux emplois par secteurs d'activité (INSEE). Pour les polluants pour lesquels les informations ne sont pas disponibles, Atmo Occitanie calcule une estimation de ces émissions à partir de caractéristiques de l'activité (consommation énergétique, production, etc.) du site, et de facteurs d'émissions provenant du guide OMINEA du CITEPA.

Les activités des carrières, des chantiers et travaux de BTP sont prise en compte grâce aux quantités d'extraction et surface permettant de calculer les émissions de particules fines.

Le résidentiel / tertiaire

Les émissions sont essentiellement dues aux dispositifs de chauffage et ont été déterminées à partir des données INSEE concernant les logements et les ménages ; la consommation des ménages est alors estimée par type de logement, par combustible, et un bouclage énergétique est réalisé grâce aux données locales de l'énergie, disponibles au niveau communal.

Les données relatives aux chaufferies biomasse alimentant des bâtiments résidentiels et tertiaires sont aussi prises en compte comme données réelles. Elles permettent d'affiner pour les communes concernées la connaissance de la consommation locale de bois-énergie.

L'agriculture

Atmo Occitanie utilise les données issues du recensement agricole réalisé par l'AGRESTE et les données issues des Statistiques Agricoles Annuelles, permettant d'accéder à une donnée communale précise des répartitions de cheptels et de cultures sur un territoire. Elles permettent ainsi de disperser des données d'activités agricoles à l'échelle communale sur l'ensemble de la région. La culture des sols engendre, au-delà des émissions liées à l'utilisation de machines munies de moteurs thermiques, des émissions dues aux labours des sols et aux réactions consécutives à l'utilisation de fertilisants. L'élevage se traduit par des émissions liées, d'une part, à la fermentation entérique et, d'autre part, aux réactions chimiques engendrées par les déjections animales.

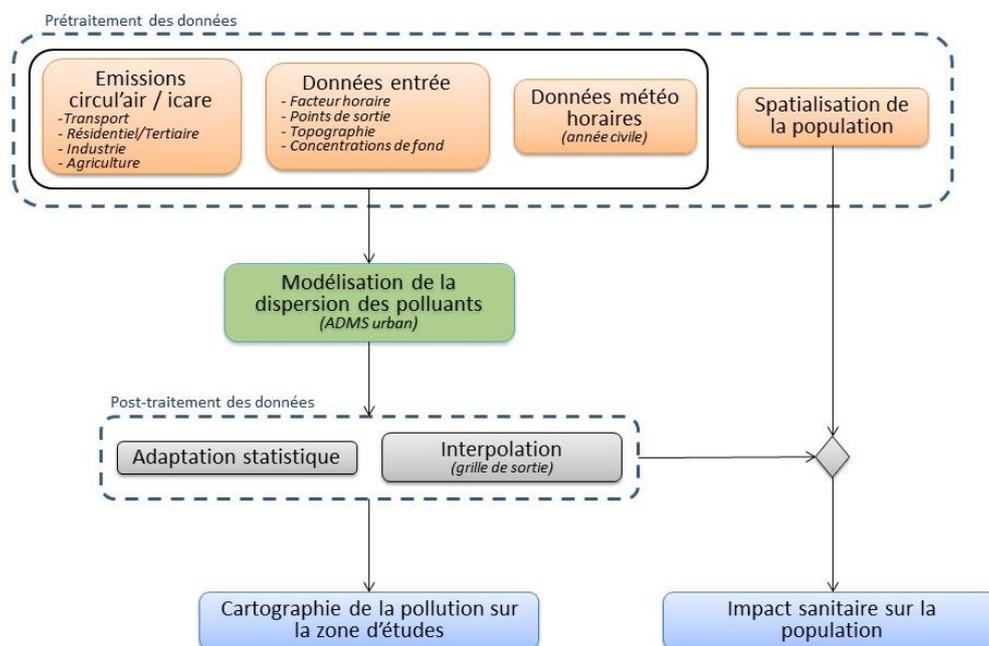
Le transport hors trafic routier

Les émissions dues au trafic ferroviaire sont estimées pour les communes traversées par les lignes de chemin de fer et selon les données disponibles (SNCF Réseau...).

Modélisation de la dispersion des polluants

Principe de la méthode

Méthodologie utilisée pour la modélisation de la dispersion à fine échelle sur la zone d'études



Le modèle ADMS-Urban permet de simuler la dispersion des polluants atmosphériques issus d'une ou plusieurs sources ponctuelles, linéiques, surfaciques ou volumiques selon des formulations gaussiennes.

Ce logiciel permet de décrire de façon simplifiée les phénomènes complexes de dispersion des polluants atmosphériques. Il est basé sur l'utilisation d'un modèle Gaussien et prend en compte la topographie du terrain de manière assez simplifiée, ainsi que la spécificité des mesures météorologiques (notamment pour décrire l'évolution de la couche limite).

Le principe du logiciel est de simuler heure par heure la dispersion des polluants dans un domaine d'étude sur une année entière, en utilisant des chroniques météorologiques réelles représentatives du site. À partir de cette simulation, les concentrations des polluants au sol sont calculées et des statistiques conformes aux réglementations en vigueur (notamment annuelles) sont élaborées. L'utilisation de données météorologiques horaires sur une année permet en outre au modèle de pouvoir calculer les percentiles relatifs à la réglementation.

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

Pour le dioxyde d'azote, les émissions introduites dans ADMS-Urban concernent les NO_x. Or seule une partie de NO_x est oxydée en NO₂ en sortie des pots d'échappement. L'estimation des concentrations en dioxyde d'azote (NO₂) à partir de celles d'oxydes d'azote (NO_x) est réalisée par le biais de 2 types de module intégrés dans le logiciel ADMS-Urban.

Les données d'entrée du modèle hors déplacements routiers

L'objet de cette section est de présenter la méthodologie utilisée pour agréger les données nécessaires à la modélisation fine échelle sur la zone d'études.

Les données intégrées

Facteurs horaires

Les données de sortie d'émissions sont des données annuelles et/ou horaires sur une année civile complète.

Un facteur horaire moyen par type de voiries et par jour de la semaine est attribué à chaque axe routier pris en compte dans la modélisation. Ce facteur horaire est calculé avec les émissions horaires du trafic linéique.

Un facteur horaire constant est utilisé pour le secteur industriel.

Un facteur horaire moyen sur la zone pour l'ensemble des émissions surfaciques (trafic surfacique, résidentiel/tertiaire, agriculture) est calculé. Ce calcul provient d'une moyenne pondérée entre les émissions horaires du trafic routier et celles du secteur résidentiel tertiaire sur l'ensemble du domaine d'études.

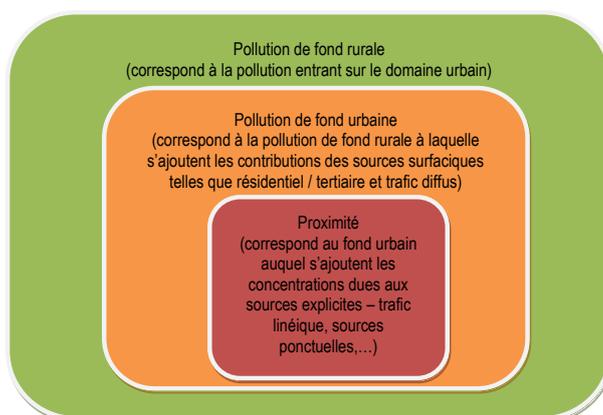
Topographie

La topographie n'a pas été intégrée dans cette modélisation.

Pollution de fond

Les choix de caractérisation de la pollution de fond et des sources d'émissions complémentaires au trafic routier à intégrer au modèle sont des étapes déterminantes dans une étude de modélisation en milieu urbain. Pour réaliser ces choix, il est tout d'abord essentiel de comprendre les différentes contributions régionales et locales dans la structure de la pollution urbaine. Celles-ci peuvent ainsi être décrites par le schéma suivant.

Principales échelles de pollution en milieu urbain



Lorsque l'on s'intéresse à la pollution de fond urbaine au sens d'un modèle, celle-ci diffère sensiblement du fond urbain mesuré par les capteurs. En effet, au sens du modèle, la pollution de fond correspond à la pollution entrant sur le domaine modélisé. Les capteurs pour leur part, lorsqu'ils sont installés sur ce domaine, ne permettent pas de soustraire l'ensemble des sources locales. Ainsi la pollution de fond issue de la station rurale

Peyrusse-Vieille dans le Gers est utilisée. Les biais potentiels quant à cette pollution de fond sont ensuite corrigés grâce à l'adaptation statistique.

Données météorologiques

La modélisation est réalisée pour obtenir des concentrations horaires. Les calculs de dispersion ont donc été menés à partir des mesures horaires de plusieurs paramètres météorologiques (vitesse et direction du vent, couverture nuageuse, température, etc.) fournies par la station météorologique de Toulouse-Blagnac, station la plus proche de la zone d'études et pour l'année 2019.

Spatialisation de la population

La législation européenne sur la surveillance de la qualité de l'air requiert la cartographie des zones géographiques de dépassement d'une valeur limite et l'estimation du nombre d'habitants exposés au dépassement. Les cartographies des populations exposées à la pollution de l'air ambiant nécessitent deux variables : les concentrations de polluant d'une part et la population d'autre part, ainsi qu'une méthodologie permettant de croiser ces deux informations. Le LCSQA a été chargé de travailler sur cette problématique afin d'harmoniser les méthodes employées en France dans le domaine de la surveillance de la qualité de l'air. Il a ainsi développé une approche adaptée à toutes les résolutions spatiales rencontrées pour une étude de la qualité de l'air. La méthode de spatialisation nommée « MAJIC » permet une description très fine de la population à une échelle locale.

Les données des locaux d'habitation de la base MAJIC foncière délivrée par la DGFIP sont croisées avec des bases de données spatiales de l'IGN et les statistiques de population de l'INSEE pour estimer un nombre d'habitants dans chaque bâtiment d'un département. Cette méthodologie garantit ainsi une homogénéité des données de population spatialisées utilisées dans le cadre de la surveillance de la qualité de l'air, que ce soit au niveau local ou au niveau national. Le LCSQA assure la mise en œuvre de cette approche et met à disposition des AASQA les données spatiales de la population qui en sont issues.

La version utilisée dans ce rapport est la version disponible pour l'année 2017. Les données de population sont considérées constantes pour toutes les situations présentées.

Post traitement de la modélisation

Adaptation statistique de données

Les sorties brutes de modèles de dispersion tels qu'ADMS correspondent rarement à la réalité des concentrations mesurées. En effet, différents effets sont difficilement pris en compte par la modélisation :

Les surémissions de certains polluants dues à des bouchons suite à un accident

La pollution de fond sur laquelle vient s'ajouter la dispersion des sources prises en compte (trafic routier, industrie, chauffage, etc.). En effet l'évolution de la pollution de fond entre deux heures consécutives est difficilement prise en compte par les modèles de dispersion. L'apport de pollution provenant de l'extérieur de la zone de modélisation.

Ces différents points sont les sources principales de différence entre les sorties brutes de la modélisation et les mesures. L'hypothèse retenue dans cette méthodologie est que cette différence est homogène sur la zone

d'étude et peut être représentée par un biais moyen horaire. Le but de l'adaptation statistique est donc d'estimer ce biais moyen sur la zone pour chaque heure de l'année et pour chaque polluant.

Sur l'agglomération toulousaine, les stations de fond d'Atmo Occitanie sont utilisées pour estimer ce biais horaire.

Interpolation des données

Les données de sortie de modélisation ne sont pas spatialement homogènes dans le domaine d'études. Aussi avant de créer une cartographie des concentrations, une interpolation par pondération inverse à la distance est effectuée sur une grille régulière.

Cartographie et Impact sur les populations

Cartographie

Les cartes de dispersion de la pollution sont obtenues en géo référençant l'interpolation des données décrites précédemment avec un Système d'Information Géographique (SIG).

Les cartes issues du SIG permettent de suivre l'évolution de la pollution sur une zone donnée en comparant les cartes sur plusieurs années.

Impact sur les populations

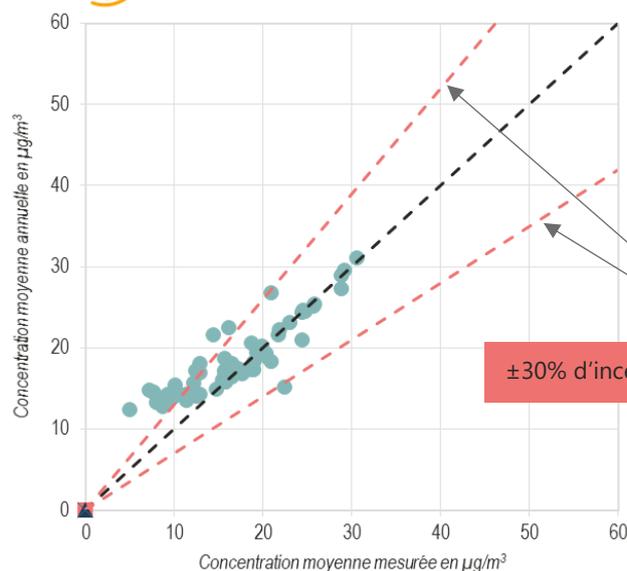
Les concentrations interpolées de polluants dépassant les valeurs réglementaires sont croisées avec la base « MAJIC » qui fournit les données de population spatialisée.

ANNEXE 8 : Validation du modèle fine échelle

Un modèle performant



Dioxyde d'azote - Comparaison mesures/modèle (année 2019)



Les critères statistiques utilisés pour valider le modèle ont été choisis en tenant compte des recommandations faites par J.C. Chang et S. R. Hanna dans leurs mesures de la performance de modèles de qualité de l'air⁴.

Dans le tableau ci-après, nous indiquons les performances statistiques du modèle en comparant les concentrations moyennes annuelles en NO₂ modélisées et observées sur le domaine d'étude.

Indicateurs statistiques

	Modèle 2019	Caractéristiques d'un modèle performant
FB	-0,11	$-0.3 < FB < 0.3$
MG	0,85	$-0.7 < MG < 1.3$
NMSE	0,20	$NMSE \leq 2$
VG	1,09	$VG < 1.6$
FAC2	0,97	$FAC2 > 0.5$
r	0,9	$R=1$

⁴ J.C Chang and S. R Hanna : Air quality model performance evaluation, Meteorology and Atmospheric Physics 87, 167–196 (2004)

Les valeurs proches de 0 du biais fractionnel (FB) indiquent qu'en moyenne, le modèle tend à bien estimer les valeurs observées.

NMSE permet de juger de l'erreur relative commise par le modèle. Plus NMSE est faible, plus les concentrations simulées par le modèle sont proches des observations. Les NMSE obtenus pour les modèles sont corrects.

L'indicateur logarithmique VG est autant sensible aux valeurs fortes qu'aux valeurs faibles. Proche de 1, l'écart entre mesure et observation est assez faible.

FAC2 renseigne sur la proportion des valeurs simulées à moins d'un facteur 2 des observations. 100% des valeurs simulées sont ainsi à moins d'un facteur 2 des observations.

La corrélation mesure la capacité du modèle à reproduire les variations temporelles des observations.

La directive européenne 2008/50/CE du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe fixe des objectifs de qualité pour les concentrations modélisées.

Pour le NO₂, l'erreur sur la moyenne annuelle doit être inférieure à ±30% sur les sites de fond. Cette incertitude est représentée par les lignes oranges sur le graphe. L'erreur sur la moyenne annuelle est calculée selon la formule suivante : $\text{Erreur} = \frac{(\text{modèle} - \text{mesure})}{\text{mesure}}$. Pour les sites de fond, les erreurs sur la moyenne annuelle obtenues en NO₂ sont globalement inférieures à 30%.

Les critères de performance trouvés dans la littérature sont atteints pour le modèle utilisé, lequel peut être considéré comme relativement performant. Les concentrations sont donc correctement modélisées

Principe de la méthode

Afin de vérifier la validité des résultats obtenus par la modélisation, nous avons utilisé des paramètres statistiques permettant de comparer les résultats de la modélisation aux résultats fournis par les échantillonneurs passifs.

Il existe dans la littérature de nombreux indicateurs ou outils de performance statistiques afin d'évaluer quantitativement la qualité d'un modèle de dispersion atmosphérique.

Le guide "evaluating the performance of Air Quality Models -3 juin 2010" du department for environment, food & Rural Affairs of United Kingdom recommande une certaine simplification et rationalisation en adoptant un nombre limité d'indicateurs statistiques.

Les indicateurs statistiques ont été choisis en suivant les recommandations faites par Chang et Hanna dans leurs mesures de la performance de modèles de qualité de l'air.

Les équations suivantes incluant le biais fractionnaire (FB), l'erreur quadratique moyenne normalisée (NMSE), la variance géométrique (VG), le coefficient de corrélation et la fraction de prédiction comprise dans un facteur 2 (FAC2) ont ainsi été utilisées :

Les performances des deux modèles sont évalués par les indicateurs statistiques suivants (formule indiquée ci-après) :

- le biais fractionnel (fractional bias) FB
- le biais moyen géométrique (MG),
- L'erreur quadratique normalisée ("normalized mean square error") NMSE,

- la variance géométrique (VG),
- Le coefficient de corrélation Corr,
- la fraction de prédiction comprise dans un facteur 2 FAC2.

Un modèle parfait aurait MG, VG, R et FAC2 =1; et FB et NMSE = 0.

Notons que, d'après les conventions utilisées, les valeurs de FB sont négatives en cas de sur-estimation, et positives en cas de sous-estimation des valeurs.

Des critères de performances acceptables ont été développés dans Chang et Hanna [2004] et Hanna et al [2004] à partir de l'évaluation de nombreux modèles sur un grand nombre d'expériences.

Présentation des indicateurs statistiques utilisés

On utilise les notations suivantes :

- Co: observation au temps i
- Cp: valeur modélisée au temps i
- N : nombre de couple de valeurs
- Les termes surmontés d'un trait désignent la moyenne temporelle de la grandeur indiquée.

Les différents paramètres présentés ici permettent de quantifier trois types d'erreur :

- l'erreur systématique, qui détermine si le modèle a tendance à sous-estimer ou surestimer globalement la réalité
- l'erreur locale, qui caractérise la "précision" des données du modèle (c'est à dire leur étalement autour de leur moyenne),
- l'erreur totale, qui caractérise la "justesse" globale des données du modèle par rapport à la réalité.

Il est intéressant lorsque l'on compare deux jeux de données de pouvoir estimer ces différents types d'erreur. Dans la suite, le type d'erreur que permet de quantifier chaque paramètre est indiqué.

FB : Biais fractionnel

$$FB = \frac{(\overline{C_o} - \overline{C_p})}{0.5 (\overline{C_o} + \overline{C_p})}$$

Signification : Le biais fractionnel est une normalisation de la valeur du biais. Ceci présente l'avantage de permettre la comparaison des valeurs de ce paramètre obtenues sur des échantillons différents. Ceci permet aussi de pouvoir interpréter la valeur du biais sans avoir à se référer aux données considérées : une même valeur de FB correspond à peu près au même type d'erreur quel que soit le cas étudié ou l'unité utilisée pour exprimer les grandeurs considérées.

Valeur recherchée : 0

Interprétation des valeurs : FB peut être positif ou négatif. Il est sans dimension. Si les valeurs observées et mesurées sont positives ou nulles (comme dans le cas de concentrations), FB est compris entre -2 et 2. Une valeur nulle indique que les données d'observations et les données modélisées ont la même moyenne. Le modèle est donc en mesure de bien restituer la valeur moyenne du paramètre considéré. Toutefois les écarts

peuvent être ponctuellement ou systématiquement très importants : il suffit que les écarts positifs compensent les écarts négatifs.

Une valeur positive implique, qu'en moyenne, le modèle sous-estime la mesure : la moyenne des données issues du modèle est plus faible que celle des données mesurées. Toutefois ponctuellement, le modèle peut donner une valeur supérieure à la mesure.

Une valeur négative implique qu'en moyenne, le modèle surestime globalement la mesure : la moyenne des données issues du modèle est plus forte que celle des données mesurées. Toutefois ponctuellement, le modèle peut donner une valeur inférieure à la mesure.

Type d'erreur : systématique

NMSE : Normalised mean square error

$$\text{NMSE} = \frac{\overline{(C_o - C_p)^2}}{\overline{C_o} \cdot \overline{C_p}}$$

Signification : ce terme qualifie l'erreur totale existant entre observation et mesure. Il est normalisé ce qui présente l'avantage de permettre la comparaison des valeurs de ce paramètre obtenu sur des échantillons différents. Ceci permet aussi de pouvoir interpréter la valeur du NMSE sans avoir à se référer aux données considérées : une même valeur de NMSE correspond à peu près au même type d'erreur quel que soit le cas étudié ou l'unité utilisée pour exprimer les grandeurs considérées.

Valeur recherchée : 0

Interprétation des valeurs : La NMSE est une grandeur positive ou nulle. Elle est sans dimension. Si elle est nulle, les valeurs du modèle sont toutes égales aux valeurs observées. Plus la NMSE est grande, plus l'écart entre mesure et observation est grand. La NMSE ne donne toutefois pas d'indication sur la distribution de cette erreur. Une grande valeur de NMSE peut correspondre soit à un biais fort, soit à un écart type des erreurs fort, soit aux deux à la fois.

Type d'erreur : totale

MG : Geometric Mean Bias

$$\text{MG} = \exp \left(\overline{\ln C_o} - \overline{\ln C_p} \right)$$

Signification : MG est l'exponentielle du biais calculé à partir des logarithmes népériens des valeurs d'observations et des valeurs modélisées. Il donne le même type d'information que la valeur du biais. Toutefois les propriétés du logarithme font que ce paramètre est influencé par l'écart relatif entre les valeurs et non pas par l'écart brut.

Concrètement, pour une même erreur relative, le biais est plus sensible à un écart sur des valeurs fortes que sur des valeurs faibles car la même erreur relative conduira alors à un écart plus grand. MG sera aussi sensible à l'un qu'à l'autre.

Valeur recherchée : 1

Interprétation des valeurs : MG est une grandeur strictement positive. C'est un nombre sans dimension. Une valeur égale à 1 indique que les données d'observations et les données modélisées ont la même moyenne. Le modèle est donc en mesure de bien restituer la valeur moyenne du paramètre considéré. Toutefois les écarts peuvent être ponctuellement ou systématiquement très importants : il suffit que les écarts positifs compensent les écarts négatifs.

Une valeur supérieure 1 implique qu'en moyenne, le modèle sous-estime la mesure : la moyenne des données issues du modèle est plus faible que celle des données mesurées. Toutefois ponctuellement, le modèle peut donner une valeur supérieure à la mesure.

Une valeur inférieure à 1 implique, qu'en moyenne, le modèle surestime globalement la mesure : la moyenne des données issues du modèle est plus forte que celle des données mesurées. Toutefois ponctuellement, le modèle peut donner une valeur inférieure à la mesure.

Type d'erreur : systématique

VG : Geometric Mean Variance

$$VG = \exp \left[\overline{(\ln C_o - \ln C_p)^2} \right]$$

Signification : VG est l'exponentielle du carré du RMSE calculé à partir des logarithmes népériens des valeurs d'observations et des valeurs modélisées. Il donne le même type d'information que la valeur du RMSE.

Toutefois les propriétés du logarithme font que ce paramètre est influencé par l'écart relatif entre les valeurs et non pas par l'écart brut. Concrètement, pour une même erreur relative, le RMSE est beaucoup plus sensible à un écart sur des valeurs fortes que sur des valeurs faibles car la même erreur relative conduira alors à un écart plus grand. VG sera aussi sensible à l'un qu'à l'autre.

Valeur recherchée : 1

Interprétation des valeurs : VG est une grandeur supérieure ou égale à 1. C'est un nombre sans dimension. Si elle est égale à 1, les valeurs du modèle sont toutes égales aux valeurs observées. Plus VG est grand, plus l'écart entre mesure et observation est grand. La VG ne donne toutefois pas d'indication sur la distribution de cette erreur. Une grande valeur de VG peut correspondre soit à un biais fort, soit à un écart type des erreurs fort, soit aux deux à la fois.

Type d'erreur : locale

FAC2 : Factor of Two

$$FAC2 = \text{fraction of data that satisfy } 0.5 \leq \frac{C_p}{C_o} \leq 2.0$$

Signification : Le FAC2 représente la fraction des données simulées qui sont en accord avec les données mesurées à un facteur 2 près.

Valeur recherchée : 1

Interprétation des valeurs : FAC2 est une grandeur comprise entre 0 et 1. Il est sans dimension. Une valeur nulle indique qu'aucune des données modélisées ne se trouve dans l'intervalle cité plus haut. Une valeur égale à 1 implique que les inégalités citées plus haut sont vérifiées pour chacune des valeurs simulées. Elle ne garantit pas une adéquation parfaite entre mesure et observation.

Type d'erreur : totale

R : Coefficient de corrélation linéaire

$$R = \frac{(\overline{C_o} - \overline{C_p})(C_p - \overline{C_p})}{\sigma_{C_p} \sigma_{C_o}}$$

Signification : Ce paramètre permet de qualifier l'intensité de la liaison linéaire existante entre observation et valeur modélisée. Autrement dit, il évalue s'il existe une fonction affine du type $x_i = a \cdot x_i + b$ (avec a et b , 2 constantes) permettant une bonne restitution des valeurs des observations. D'un point de vue graphique, il permet de savoir s'il est possible de tracer une droite constituant une bonne approximation du nuage de points représentant les couples "observations/valeurs modélisées".

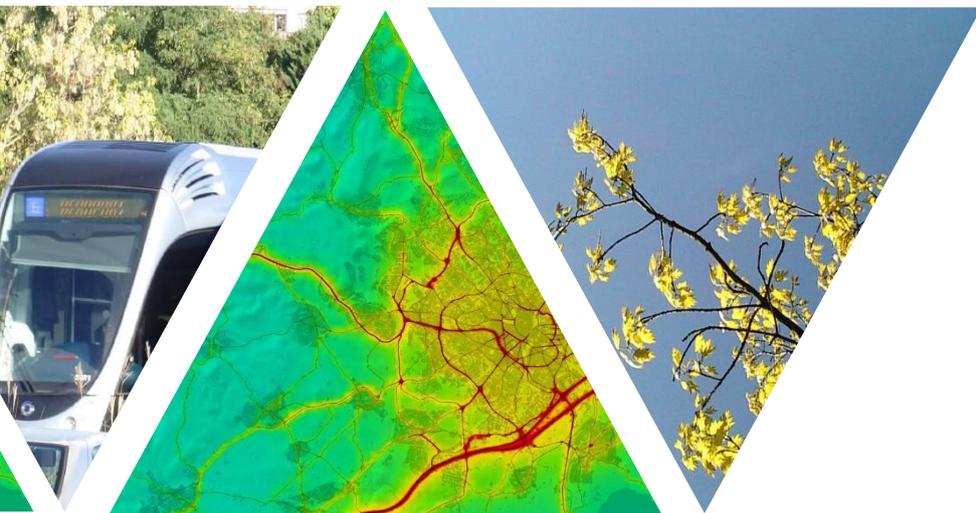
Valeur recherchée : 1 ou -1 (une valeur proche de -1 dénote toutefois un comportement étrange du modèle mais démontre sa bonne capacité de prévision moyennant une correction simple. Ce genre de cas met souvent en évidence une erreur grossière et facilement corrigable au sein du modèle, ou dans le traitement des données).

Interprétation des valeurs : R est toujours compris entre -1 et 1. Si la valeur absolue de R est égale à 1, l'ensemble des valeurs observées peut être calculé à partir des valeurs modélisées par l'application d'une fonction affine (facilement calculable). Autrement dit, il est possible de construire une droite passant exactement par l'ensemble des points correspondant aux couples "observations/valeurs modélisée". Le signe de R donne alors le signe de la pente de cette droite ou encore le sens de variation de la fonction linéaire reliant observation et modèle : croissante si R est positif, décroissante si R est négatif.

Une valeur égale à 0, implique une absence de liaison linéaire entre les deux séries de données (modélisées et mesurées) c'est à dire qu'il n'existe pas de fonction affine qui, appliquée aux données modélisées, permette une amélioration de l'estimation des valeurs observées.

Les valeurs intermédiaires traduisent une plus ou moins grande importance de la liaison linéaire existante entre les valeurs observées et les valeurs modélisées. Le signe de R donne alors le comportement relatif global des données modélisées et observées : si R est positif, les valeurs modélisées tendent à croître lorsque les valeurs observées croissent. L'inverse se produit lorsque R est négatif.

Type d'erreur : locale



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

www.atmo-occitanie.org



Agence de Montpellier
(Siège social)
10 rue Louis Lépine
Parc de la Méditerranée
34470 PEROLS

Agence de Toulouse
10bis chemin des Capelles
31300 TOULOUSE

Tel : 09.69.36.89.53
(Numéro CRISTAL – Appel non surtaxé)

Crédit photo : Atmo Occitanie