



# Evaluation de la qualité de l'air dans l'environnement de la zone aéroportuaire de Toulouse - Blagnac

---



## Rapport annuel 2019

ETU-2020-110 - Edition Septembre 2021



# CONDITIONS DE DIFFUSION

---

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

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

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

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

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

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

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

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

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

[contact@atmo-occitanie.org](mailto:contact@atmo-occitanie.org)

# SOMMAIRE

---

<b>SYNTHÈSE.....</b>	<b>3</b>
<b>1. CONTEXTE ET OBJECTIFS.....</b>	<b>5</b>
<b>2. ÉVALUATION DES EMISSIONS SUR LA PLATEFORME DE L'AEROPORT TOULOUSE BLAGNAC EN 2018 .....</b>	<b>6</b>
2.1. UNE CONTRIBUTION AUX EMISSIONS DU TERRITOIRE DU PPA DE TOULOUSE LIMITEE.....	6
2.2. LES AERONEFS PRINCIPALE SOURCE POLLUANTE DE LA PLATEFORME AEROPORTUAIRE.....	7
2.3. HAUSSE DES EMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES ENTRE 2008 ET 2018.....	8
<b>3. ÉVALUATION DE LA QUALITE DE L'AIR EN 2018 .....</b>	<b>10</b>
3.1. DANS L'ENVIRONNEMENT DE L'AEROPORT TOULOUSE BLAGNAC.....	10
3.2. SUR LE TERRITOIRE DU PPA TOULOUSAIN.....	12
<b>4. ÉVALUATION DES EMISSIONS DANS LE CADRE DE L'ARTICLE 45 DE LA LOI RELATIVE A LA TRANSITION ÉNERGETIQUE POUR LA CROISSANCE VERTE .....</b>	<b>15</b>
4.1. CONTEXTE .....	15
4.2. LES SOURCES D'EMISSIONS ET EQUIPEMENTS CONCERNES PAR L'OBLIGATION REGLEMENTAIRE.....	16
4.3. ÉMISSIONS DE POLLUANTS ATMOSPHERIQUES ET DE GAZ A EFFET DE SERRE DE L'AEROPORT TOULOUSE BLAGNAC.....	17
4.3.1. Contribution sectorielle de la plateforme aéroportuaire.....	17
4.3.2. Intensité des émissions .....	18
4.4. PRESENTATION DES OBJECTIFS REGLEMENTAIRES.....	18
4.5. QUELLES ACTIONS ENVISAGEES PAR ATB POUR ATTEINDRE LES OBJECTIFS REGLEMENTAIRES ? .....	19
<b>5. PERSPECTIVES.....</b>	<b>20</b>
<b>TABLE DES ANNEXES .....</b>	<b>21</b>

# SYNTHÈSE

---

## Comment est évaluée la qualité de l'air sur la plateforme aéroportuaire de Toulouse Blagnac?

Cette étude présente l'évaluation de la qualité de l'air sur la plateforme de l'aéroport de Toulouse Blagnac et son impact sur la qualité de l'air du territoire du PPA de Toulouse. Elle s'appuie sur différents dispositifs déployés par Atmo Occitanie sur ce territoire :

- L'inventaire des émissions de polluants et GES de la plateforme aéroportuaire et du territoire de Toulouse Métropole le plus récent<sup>1</sup> couvrant les années 2008 à 2018,
- Les mesures des deux stations de surveillance de la qualité de l'air implantées sur la plateforme aéroportuaire pour l'année 2019,
- La campagne de mesures du dioxyde d'azote par échantillonneurs passifs réalisée pour l'année 2019,
- Les cartographies de la pollution à l'échelle urbaine pour l'année 2018.

## Principaux enseignements

L'inventaire des émissions du territoire du PPA de Toulouse met en évidence une contribution limitée de l'activité aéroportuaire aux émissions totales. Elle représente 4% des émissions totales de NO<sub>x</sub>, 2% des émissions totales de particules PM<sub>10</sub> et 1% des émissions de particules PM<sub>2,5</sub> et de Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM). Les avions sont la principale source d'émissions. La hausse du trafic aérien de 8% entre 2008 et 2018 engendre donc une augmentation de la quantité de polluants atmosphériques émis sur la plateforme aéroportuaire.

Sur la plateforme aéroportuaire, les cartes de dispersion des polluants mettent en évidence une forte variabilité des niveaux de dioxyde d'azote et, dans une moindre mesure, des particules. Les concentrations en dioxyde d'azote et particules les plus élevées sont observées sur les pistes. Elles diminuent cependant rapidement lorsqu'on s'en éloigne. Ainsi, sur la majeure partie de la zone aéroportuaire, les niveaux de NO<sub>2</sub> et de particules observés sont similaires à ceux rencontrés dans l'environnement périurbain. L'influence de la zone aéroportuaire apparaît donc limitée aux abords :

- des pistes,
- de la zone de roulage des avions,
- des axes de circulation sur la plateforme aéroportuaire.

---

<sup>1</sup> Inventaire ATMO\_IRSV4\_Occ\_2008\_2018.

## PRÉCISIONS METHODOLOGIQUES

L'ensemble des mesures conduisant à cette évaluation sont consultables en annexe. Afin de mettre en perspective les mesures faites sur la plateforme aéroportuaire de Toulouse Blagnac, les concentrations mesurées sur ce site sont comparées à différents sites de mesures trafic et urbains de l'agglomération toulousaine.

Chaque période de mesures ayant ses spécificités, les concentrations moyennes en dioxyde d'azote relevées pendant la campagne d'échantillonneurs passifs ont fait l'objet d'une adaptation statistique afin d'estimer les concentrations annuelles 2018. Cette adaptation a été calculée en recherchant la meilleure corrélation entre les concentrations mesurées sur le site étudié et les concentrations mesurées par les stations fixes de l'ensemble de l'Occitanie.



# 1. Contexte et objectifs

---

Depuis plusieurs années, des démarches ont été entreprises par le gestionnaire de l'aéroport Toulouse-Blagnac afin de répondre à un objectif permanent : « Satisfaire au mieux l'ensemble des clients, des partenaires, des collectivités locales, des riverains et des collaborateurs » et à un enjeu global « Maîtriser les risques qualité, sécurité, sûreté et environnementaux ».

La qualité de l'air est, ainsi, au même titre que la maîtrise du bruit ou la gestion de l'énergie, l'un des enjeux environnementaux de l'aéroport Toulouse-Blagnac. En effet, l'aéroport Toulouse-Blagnac, comme toutes les zones aéroportuaires, concentre de nombreuses activités émettrices de polluants atmosphériques : non seulement le trafic aérien, mais aussi le trafic routier, les divers engins, les véhicules de piste et de transport en commun, les installations de chauffage, de climatisation et de production d'énergie, les ateliers de maintenance...

Depuis 2005, la surveillance de la qualité de l'air dans l'environnement de l'aéroport Toulouse Blagnac est basée sur une approche métrologique. Deux stations pérennes équipées d'analyseurs sont implantées, l'une à proximité des pistes, la seconde à côté des parcs de stationnement. Elles permettent la surveillance en continu des polluants suivants :

- les particules de diamètre inférieur à 10 µm,
- le dioxyde d'azote
- le benzène (station coté parcs de stationnement).

En 2015, le partenariat entre l'Aéroport Toulouse Blagnac et Atmo Occitanie s'est renforcé avec la réalisation de l'inventaire des émissions des polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre sur la zone aéroportuaire. L'inventaire d'émissions sur la zone aéroportuaire cherche donc à comprendre et identifier l'activité aéroportuaire, pour entreprendre des actions adéquates de limitation de son impact.

Depuis 2016, l'inventaire des émissions aéroportuaires alimente le modèle fine échelle de dispersion des polluants, permettant de cartographier les concentrations sur la zone aéroportuaire et de réaliser des études de scénarisation et évaluation d'impact lors d'épisodes de pollution.

En 2019, l'Aéroport Toulouse Blagnac a renouvelé sa confiance à Atmo Occitanie avec la signature d'une nouvelle convention de partenariat pour 10 ans afin de suivre et actualiser l'évaluation de l'impact des activités de l'Aéroport Toulouse Blagnac sur les émissions des polluants atmosphériques et des gaz à effets de serre ainsi que sur les concentrations des polluants atmosphériques dans l'air.

Afin d'évaluer la qualité de l'air sur la plateforme de l'aéroport de Toulouse Blagnac et son impact sur la qualité de l'air de Toulouse Métropole, Atmo Occitanie a établi un programme d'études pluriannuel s'appuyant sur différents dispositifs :

- Un inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de Gaz à Effet de Serre,
- une campagne de mesures,
- Une cartographie de la pollution à l'échelle urbaine.

L'année 2019 a été marquée par :

- L'actualisation des quantifications d'émissions polluantes de la plateforme aéroportuaire pour l'année 2018 qui sont calculées à l'aide l'outil régional d'inventaire des émissions,
- La poursuite de la surveillance de la qualité de l'air par les deux stations de mesure implantées sur la plateforme aéroportuaire,
- La réalisation de cartes de distribution de la pollution sur et dans l'environnement de la plateforme aéroportuaire à partir de la plateforme de modélisation urbaine sur le territoire
- L'évaluation des émissions dans le cadre de l'article 45 de la Loi relative à la Transition Énergétique pour la croissance Verte (LTECV).

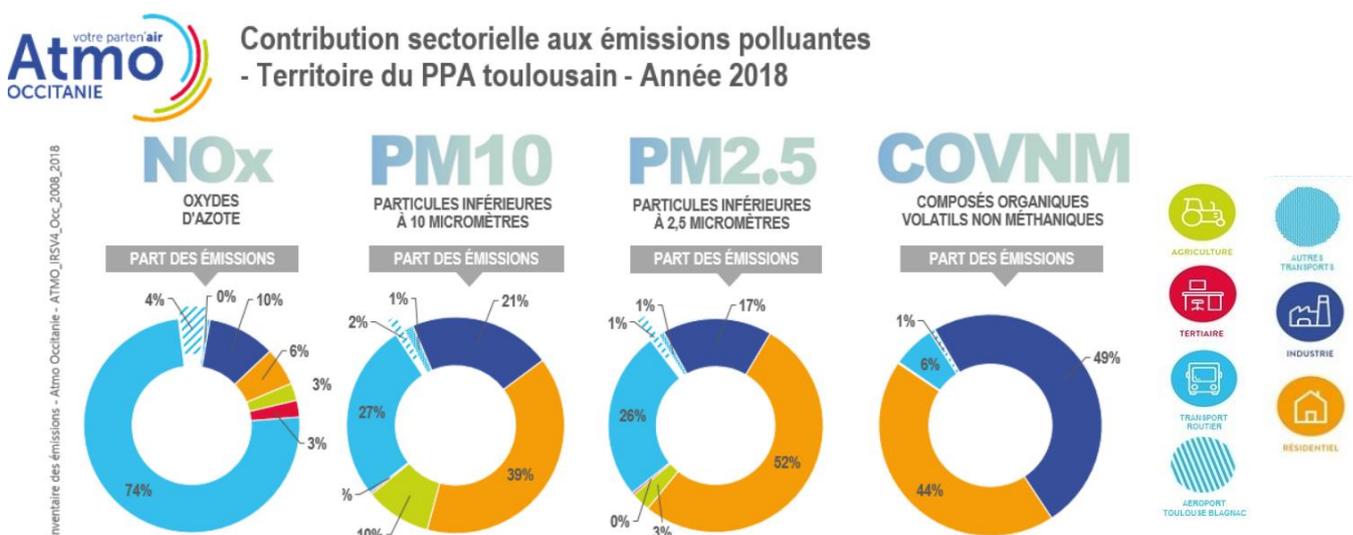
Cette évaluation de la zone aéroportuaire permet d'accompagner les travaux réalisés au niveau national par l'Autorité de Contrôle des Nuisances Aéroportuaires (ACNUSA). En effet, depuis le 1er novembre 2010, l'ACNUSA, dont la mission principale est le contrôle des nuisances sonores, a vu ses compétences élargies par la loi « Grenelle 2 » du 12 juillet 2010. Elle est notamment chargée de « contribuer au débat en matière d'environnement aéroportuaire ».

A travers son partenariat avec Atmo Occitanie, l'aéroport Toulouse-Blagnac participe à l'amélioration des connaissances de la qualité de l'air en région Occitanie.

## 2. Évaluation des émissions sur la plateforme de l'aéroport Toulouse Blagnac en 2018

### 2.1. Une contribution aux émissions du territoire du PPA de Toulouse limitée

Les graphes suivants présentent la contribution des différents secteurs d'activité aux émissions des polluants sur le territoire du PPA de Toulouse (117 communes) pour l'année 2018. L'intégration de l'inventaire des émissions de la zone aéroportuaire dans l'inventaire des émissions totales permet de déterminer le poids de l'activité aéroportuaire face aux autres secteurs émissifs du territoire.



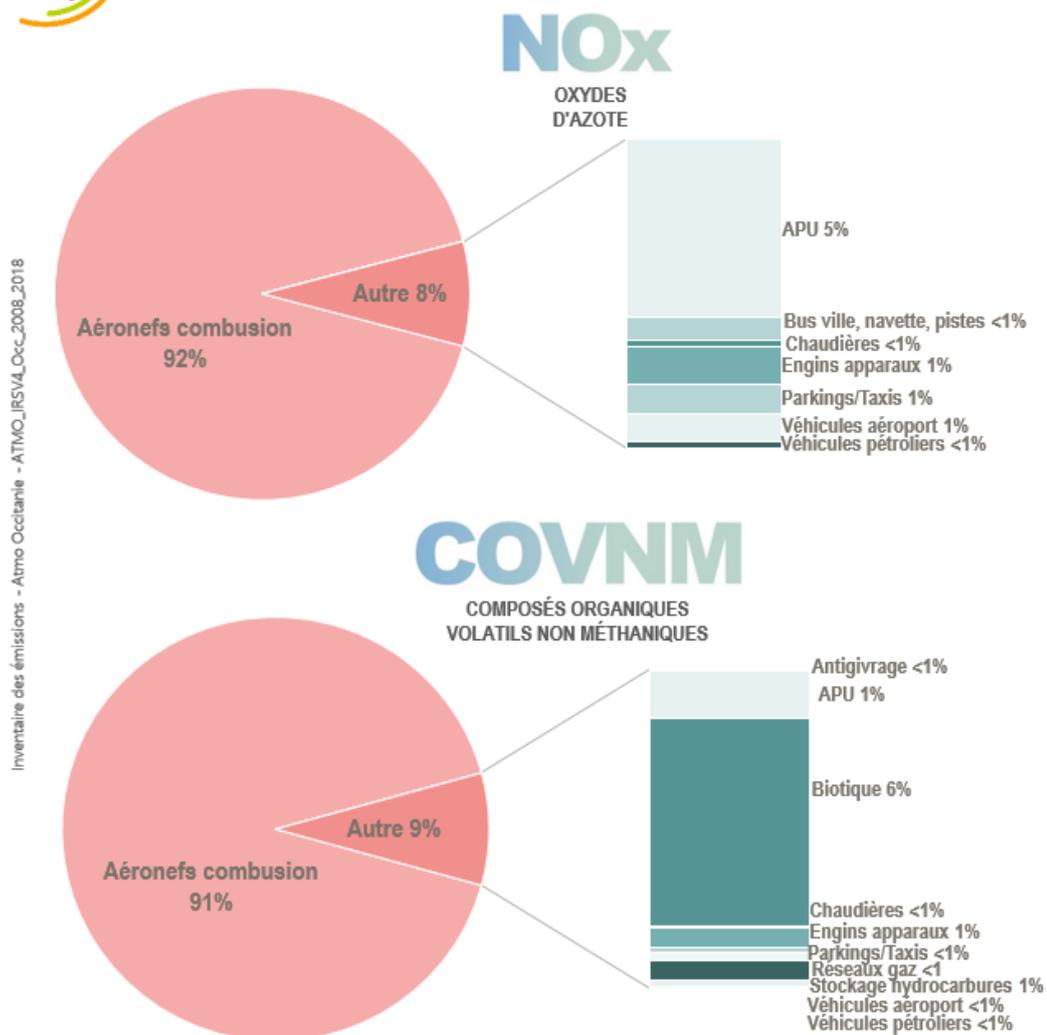
La contribution de l'activité aéroportuaire aux émissions du PPA de Toulouse est limitée. Elle représente 4% des émissions totales de NOx, 2% des émissions totales de particules PM10, et 1% des émissions de particules PM2,5 et de Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM).

## 2.2. Les avions principale source polluante de la plateforme aéroportuaire

Les graphes suivants présentent la contribution des différentes activités sur la plateforme aéroportuaire aux émissions totales des polluants pour l'année 2018. Sur la plateforme aéroportuaire, les avions sont la principale source d'émissions des différents polluants atmosphériques.

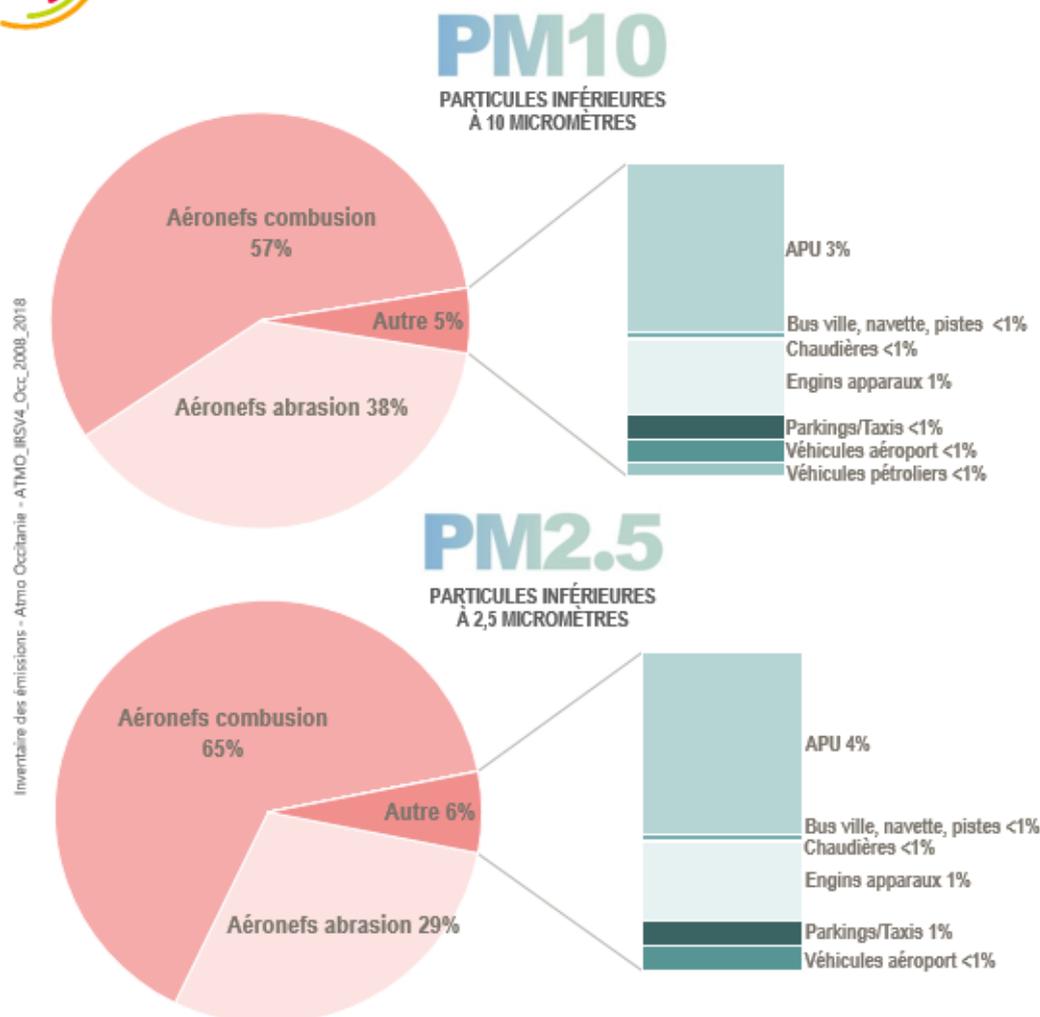


### Répartition des sources d'émissions polluantes gazeuses - Aéroport Toulouse Blagnac - Année 2018



La combustion des avions est ainsi la source de 92% des oxydes d'azote et de 91% des COVNM émis sur la zone aéroportuaire. Les Auxiliary Power Unit (APU) destinés à produire de l'énergie à bord des avions pour alimenter au sol les différents systèmes de bord quand les moteurs principaux sont à l'arrêt afin d'économiser le carburant sont la principale source émettrice de NOx au sol tandis que les émissions biotiques (émis par les couverts végétaux) sont la principale source au sol de COVNM.

## Répartition des sources d'émissions polluantes particulaires - Aéroport Toulouse Blagnac - Année 2018



### 2.3. Hausse des émissions de polluants atmosphériques entre 2008 et 2018

95% des particules de diamètre inférieur à 10 µm et 94% des particules de diamètre inférieur à 2,5 µm émises sur la zone aéroportuaire sont issues des avions.

Les particules émises par les aéronefs sont dues :

- A la combustion de leur carburant. Avec 57% des particules PM10 et 65% des particules PM2,5 émises, cette source est la première source de particules de la zone aéroportuaire
- A l'abrasion des freins, pneus et pistes (pour 38% des particules PM10 et 29% des particules PM2,5 émises sur la zone aéroportuaire)

Au sol, les groupes auxiliaires de puissance (APU) sont la principale source au sol des particules.

Les graphiques ci-dessous présentent l'évolution des émissions des principaux polluants à enjeux sur la plateforme aéroportuaire.

Les quantités de polluants atmosphériques émis sur la plateforme aéroportuaire tendent à augmenter entre 2008 et 2018 en lien avec l'augmentation du trafic aérien sur cette période. Ainsi, entre 2008 et 2018, le trafic aérien a augmenté de 8% sur la plateforme aéroportuaire.

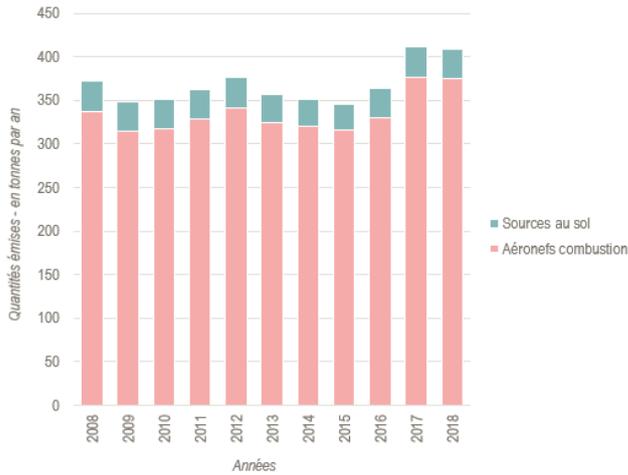


## Évolution des émissions de polluants atmosphériques gazeux de 2008 à 2018 - Aéroport Toulouse Blagnac

Inventaire des émissions - Atmo Occitanie - ATMO\_IRSV4\_Occ\_2008\_2018

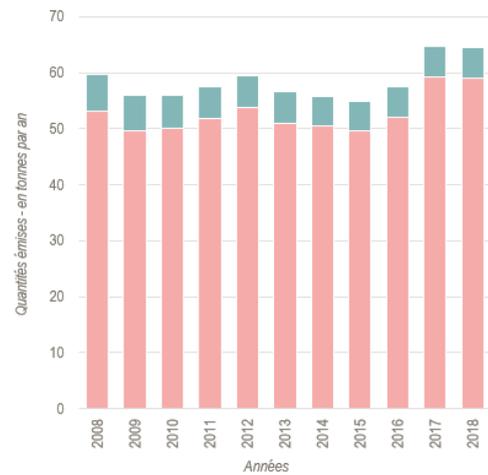
### NOx

OXYDES D'AZOTE



### COVNM

COMPOSÉS ORGANIQUES VOLATILS NON MÉTHANIKES



Les émissions globales ont respectivement augmenté de 10% pour les oxydes d'azote, de 9% pour les particules PM10 et PM2,5 et de 8% pour les COVNM.

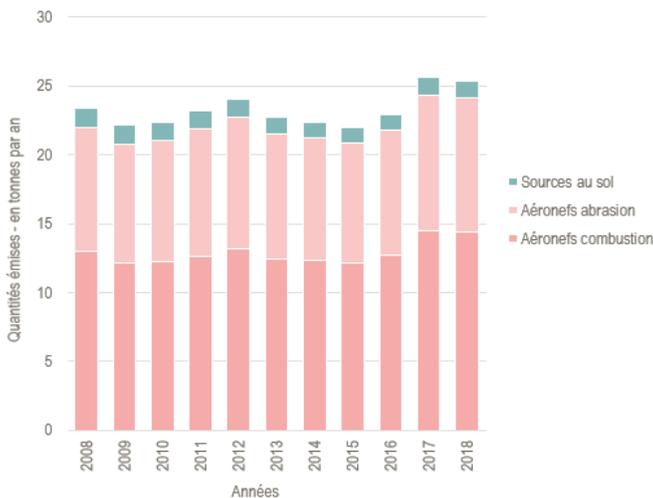


## Évolution des émissions de polluants atmosphériques particulaires de 2008 à 2018 - Aéroport Toulouse Blagnac

Inventaire des émissions - Atmo Occitanie - ATMO\_IRSV4\_Occ\_2008\_2018

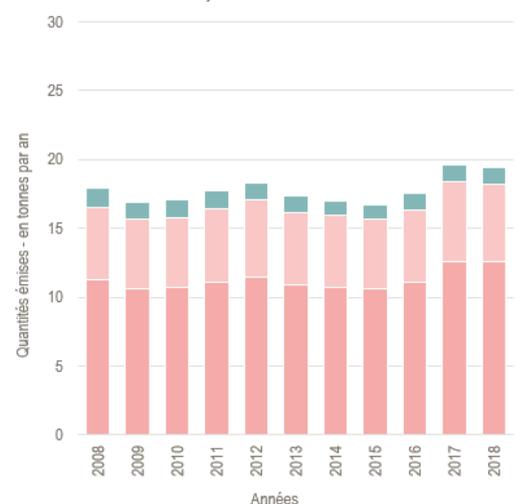
### PM10

PARTICULES INFÉRIEURES À 10 MICROMÈTRES



### PM2.5

PARTICULES INFÉRIEURES À 2,5 MICROMÈTRES



Alors que les émissions issues de la combustion des avions augmentent de 11% pour tous les polluants et que les émissions issues de l'abrasion des avions augmentent de 8% pour les particules en lien avec la hausse du trafic aérien, les émissions des sources au sol de la plateforme aéroportuaire tendent à diminuer. Cette diminution est variable selon les polluants. Elle est de :

- 17% pour les COVNM,
- 11% pour les particules PM10 et PM2,5
- 4% pour les NOx.

## 3. Évaluation de la qualité de l'air en 2018

### 3.1. Dans l'environnement de l'aéroport Toulouse Blagnac

Nous indiquons ci-dessous les cartes de dispersion centrées sur l'aéroport Toulouse Blagnac pour l'année 2018.

La carte de dispersion met en évidence une forte variabilité des niveaux de NO<sub>2</sub> aux abords de la zone aéroportuaire. Cette dispersion est moindre pour les particules PM10 et PM2,5 (cartes page suivante).

Sur la majeure partie de la zone aéroportuaire, les niveaux de NO<sub>2</sub> et de particules observés sont similaires à ceux rencontrés dans l'environnement périurbain de Toulouse. L'influence de la zone aéroportuaire apparaît donc limitée aux abords :

- de la zone de roulage des avions,
- des pistes,
- des axes routiers.

Les niveaux de dioxyde d'azote sur les pistes mettent en évidence une utilisation différente des deux pistes de l'aéroport. Ainsi, sur l'année, environ 2/3 des avions ont décollé ou atterri sur la piste 1 induisant des émissions de NOx plus fortes sur cette piste et donc des concentrations en NO<sub>2</sub> plus élevées.

### Concentrations annuelles en DIOXYDE D'AZOTE – zoom sur la plateforme aéroportuaire



Les particules émises par les aéronefs sont émises :

- Lors de la combustion du carburant comme pour les oxydes d'azote,
- Par l'abrasion des freins, pneus et pistes.

Les concentrations en particules sont ainsi plus élevées sur la piste 1 sur laquelle environ 2/3 des avions ont décollé ou atterri en 2018. Sur la zone de roulage, aux émissions dues à la combustion de carburant s'ajoutent celles issues de l'abrasion des freins, pneus et pistes pendant la phase de roulage.

## Concentrations annuelles en PARTICULES PM10 - zoom sur la plateforme aéroportuaire



**PM10**  
Année 2018

## Concentrations annuelles en PARTICULES PM2,5 - zoom sur la plateforme aéroportuaire



**PM2.5**  
Année 2018

## 3.2. Sur le territoire du PPA toulousain

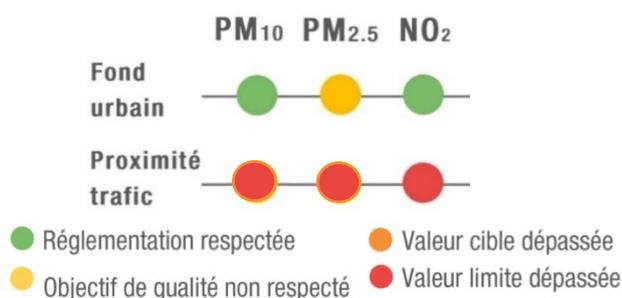
L'aéroport de Toulouse Blagnac fait partie du territoire du PPA toulousain. La situation réglementaire est établie par comparaison avec les différents seuils réglementaires existants. Les valeurs réglementaires de chaque polluant sont présentées en annexe 6.

**VALEUR LIMITE** : La valeur limite est un niveau à ne pas dépasser afin de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou sur l'environnement

**VALEUR CIBLE** : La valeur cible correspond au niveau à atteindre dans la mesure du possible sur une période donnée pour réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou sur l'environnement

**OBJECTIF DE QUALITÉ** : L'objectif de qualité est un niveau de concentration à atteindre à long terme afin d'assurer une protection efficace de la santé et de l'environnement dans son ensemble.

### Réglementation : situation du territoire du PPA toulousain – année 2018



En 2018, sur le territoire du PPA de Toulouse, les concentrations annuelles en dioxyde d'azote et en particules restent supérieures à la valeur limite pour la protection de la santé en proximité trafic.

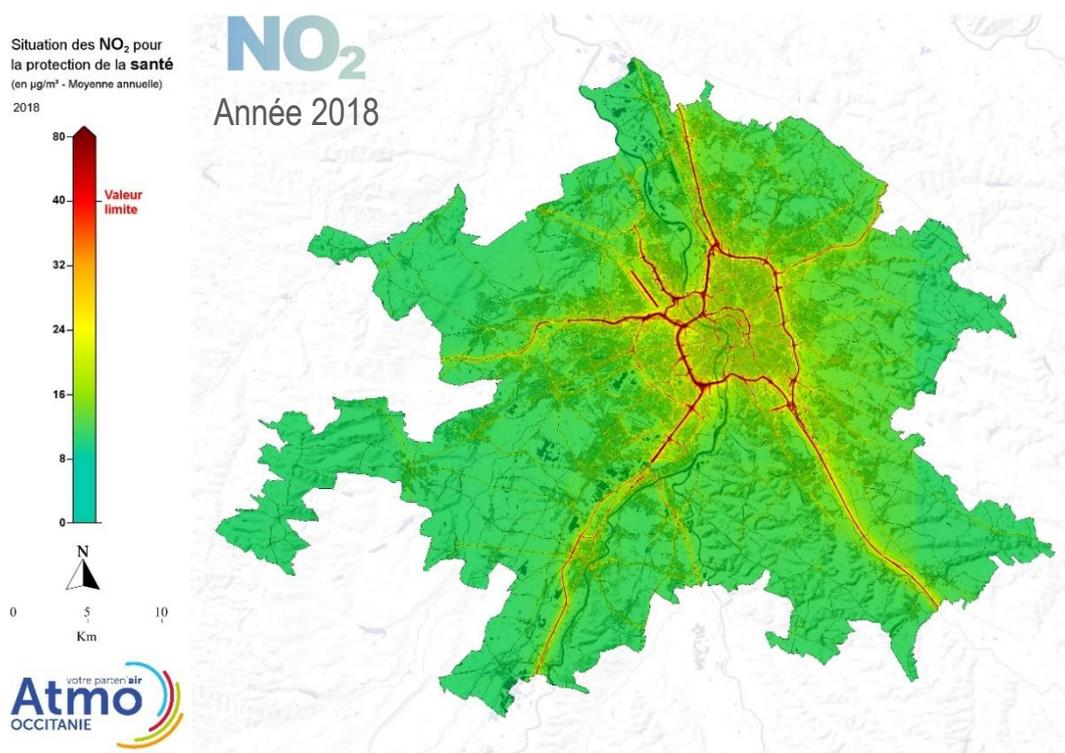
En outre, la valeur cible fixée pour les PM<sub>2,5</sub> est dépassée en proximité du trafic. Enfin, les objectifs de qualité sont dépassés en proximité trafic pour les PM<sub>10</sub> et en fond urbain pour les PM<sub>2,5</sub>.

A l'échelle du territoire du PPA toulousain, les principales zones impactées par des niveaux de concentration en NO<sub>2</sub> supérieures à la valeur limite pour la protection de la santé fixée à 40 µg/m<sup>3</sup> correspondent :

- Pour la commune de Toulouse et sa première couronne : à l'axe périphérique, aux grands boulevards, au fil d'Ariane, à la voie Lactée et à la rocade arc-en-ciel,
- Pour le reste du territoire : à l'environnement immédiat des principales voies de circulation de l'agglomération telles que les autoroutes A61, A62, A64, A68, la route d'Auch (RN124) et la route de Paris (RD820).

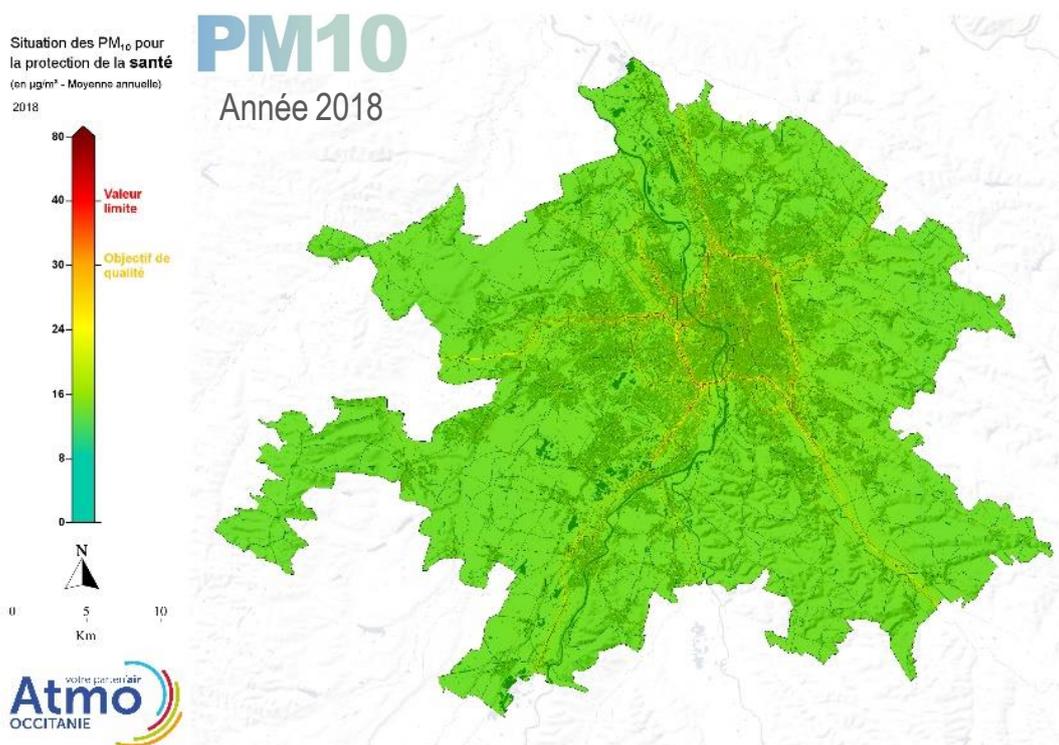
La commune de Toulouse et sa première couronne comportent l'essentiel des zones en situation de dépassement de la valeur limite du NO<sub>2</sub> pour la protection de la santé.

## Concentrations annuelles en DIOXYDE D'AZOTE – Territoire du PPA toulousain

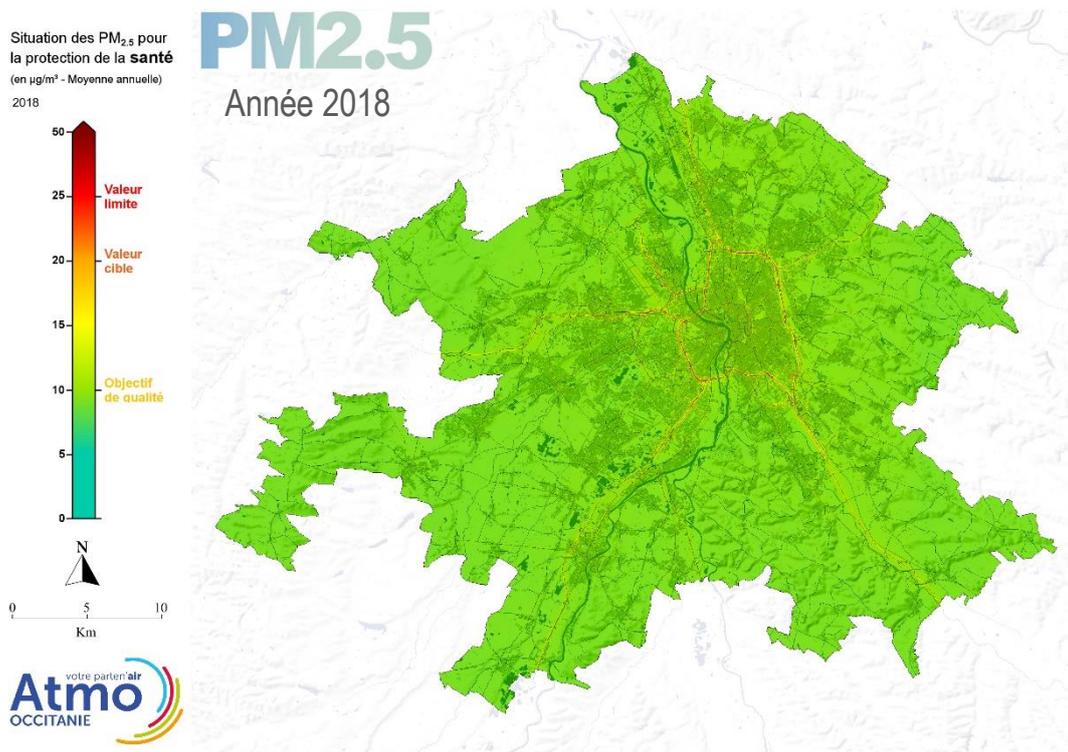


Sur le territoire du PPA toulousain, les niveaux de  $\text{PM}_{10}$  les plus élevés sont localisés sur les axes routiers structurants de l'agglomération toulousaine. L'évaluation des concentrations annuelles en  $\text{PM}_{10}$  ne permet pas de mettre en évidence de personnes exposées à des concentrations supérieures à la valeur limite pour la santé. En 2019, la modélisation met en évidence, à proximité de certains axes de circulation, des zones de dépassements de la valeur cible pour les particules  $\text{PM}_{2,5}$ . Enfin, les niveaux de concentration pour ce polluant ne respectent pas l'objectif de qualité fixé à  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sur une grande partie du domaine d'études.

## Concentrations annuelles en PARTICULES $\text{PM}_{10}$ – Territoire du PPA toulousain



## Concentrations annuelles en PARTICULES PM2,5 – Territoire du PPA toulousain



Le tableau ci-dessous récapitule le nombre de personnes susceptibles d'être exposées à des niveaux de polluants atmosphériques supérieurs aux seuils réglementaires sur le territoire du PPA de Toulouse en 2018.

### Exposition chronique de la population sur le territoire du PPA toulousain – année 2018\*

	PM10	PM2.5	NO <sub>2</sub>
	150 personnes	372 850 personnes	
		<100 personnes	
	<100 personnes	<100 personnes	Entre 4 800 et 9 150 personnes

-  Nombre de personnes exposées à un dépassement de l'objectif de qualité
-  Nombre de personnes exposées à un dépassement de la valeur cible
-  Nombre de personnes exposées à un dépassement de la valeur limite

\*Données qui intègrent les incertitudes du modèle

Ainsi en 2018, entre 4 800 et 9 150 personnes sont susceptibles d'être exposées à des concentrations en NO<sub>2</sub> supérieures à la valeur limite pour la protection de la santé sur le territoire du PPA de Toulouse. 10 à 14 km<sup>2</sup> sont exposés à des niveaux de NO<sub>2</sub> supérieurs à la valeur limite. Cependant, moins de 0,1 km<sup>2</sup> à 0,2 km<sup>2</sup> de surface habitée sont concernés par des concentrations en NO<sub>2</sub> supérieures à la valeur limite.

L'année 2015 constituait l'échéance à partir de laquelle la valeur limite annuelle fixée par la directive 2008/50/CE pour la protection de la santé humaine concernant le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) devait être respectée. Depuis 2010, la valeur limite en NO<sub>2</sub> est dépassée sur l'agglomération de Toulouse ainsi que sur d'autres territoires français avec, pour conséquences, l'engagement d'une procédure de manquement de la Commission européenne contre la France pour dépassement de valeur limite en NO<sub>2</sub> puis d'une procédure de recours en justice. Cette dernière s'est traduite par un arrêt de la Cour de Justice de l'Union Européenne qui a condamné l'État français pour manquement et lui a imposé de « prendre et de mettre en œuvre toutes les mesures nécessaires pour remédier à la situation et faire en sorte que la période de dépassement soit la plus courte possible ». La France fait, également, l'objet d'un contentieux du Conseil d'État pour les dépassements répétés des seuils de concentration du NO<sub>2</sub> avec la mise en œuvre d'une astreinte contraignante de 10 millions d'euros par semestre de retard.

## 4. Évaluation des émissions dans le cadre de l'article 45 de la Loi relative à la Transition Énergétique pour la Croissance Verte

---

### 4.1. Contexte

L'article 45 de la Loi 2015-992 du 17 août 2015 relative à la Transition Énergétique pour la croissance verte impose aux exploitants des onze plus gros aéroports français dont l'aéroport Toulouse Blagnac d'établir un programme d'actions afin de réduire leurs émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques. Les objectifs de réduction à atteindre sont fixés à 10% pour l'année 2020 et 20% pour l'année 2025 par comparaison à l'année 2010 prise comme référence.

Les polluants atmosphériques visés par l'article 45 sont :

- Les oxydes d'azote,
- Les poussières totales,
- Les composés organiques volatils

Les gaz à effet de serre (GES) à prendre en compte sont :

- Le dioxyde de carbone,
- Le méthane,
- Le protoxyde d'azote.

L'état des lieux pour l'année de référence et l'estimation des réductions envisagées suite à la mise en œuvre d'actions spécifiques aux horizons 2025 et 2030 ont été produits par l'aéroport Toulouse Blagnac en 2017 selon une méthodologie élaborée par un groupe de travail regroupant les aéroports concernés par la réglementation et les acteurs du transport aérien.

Dans le cadre de son partenariat avec l'aéroport Toulouse Blagnac, Atmo Occitanie a créé un outil de calcul des émissions de polluants pour fournir annuellement les émissions de polluants atmosphériques et GES de la plateforme aéroportuaire. Atmo Occitanie a ainsi proposé à ATB de poursuivre la production annuelle des indicateurs exigés par l'article 45 selon la méthodologie établie.

En 2019, Atmo Occitanie a :

- Analysé la méthodologie employée par ATB pour réaliser un premier jeu d'indicateurs pour l'année 2010 : données d'entrée, méthodologie de calcul des émissions dues aux activités au sol et au trafic aérien, sous-secteurs considérés, indicateurs fournis.
- Comparé ses méthodologies mises en œuvre avec celles employées par ATB.

Cette première analyse a permis d'affiner la méthodologie employée pour la mise à jour des indicateurs dans le cadre de l'article et de consolider une méthodologie commune pour la production des indicateurs.

## 4.2. Les sources d'émissions et équipements concernés par l'obligation réglementaire

Les sources d'émissions et équipements concernés par l'obligation réglementaire sont les suivantes :

### Activités concernées pour la mise en œuvre de l'article 45

Catégorie	Activités	Équipements
A	Opérations avions au sol	Avions – Moteurs de propulsion au roulage
		APU
	Circulation coté piste / Assistants	Appareils assistants piste
		Véhicules pétroliers
Véhicules ATB Bus de piste		
Rafraichissement des locaux	Fuites (équipements de climatisation)	
B	Production électrique/chaaleur/vapeur	Chaudières fioul
		Chaudières gaz
		Groupes électrogènes
C	Consommation électrique	Consommation électricité achetée

Le groupe de travail aéroports a fourni une liste de facteurs d'émission à utiliser pour chacun des équipements étudiés dans les trois catégories d'activité étudiées. Les émissions ont été calculées dans un premier temps en t/an pour les polluants atmosphériques et en  $\text{teqCO}_2/\text{an}$  pour les GES. Puis, les intensités en polluants et GES ont été estimés. Il s'agit du rapport entre le volume de ces polluants/gaz et le nombre d'unités de trafic (UDT) sur la plateforme aéroportuaire, une UDT équivalant à 1 passager ou 100 kg de fret ou de courrier.

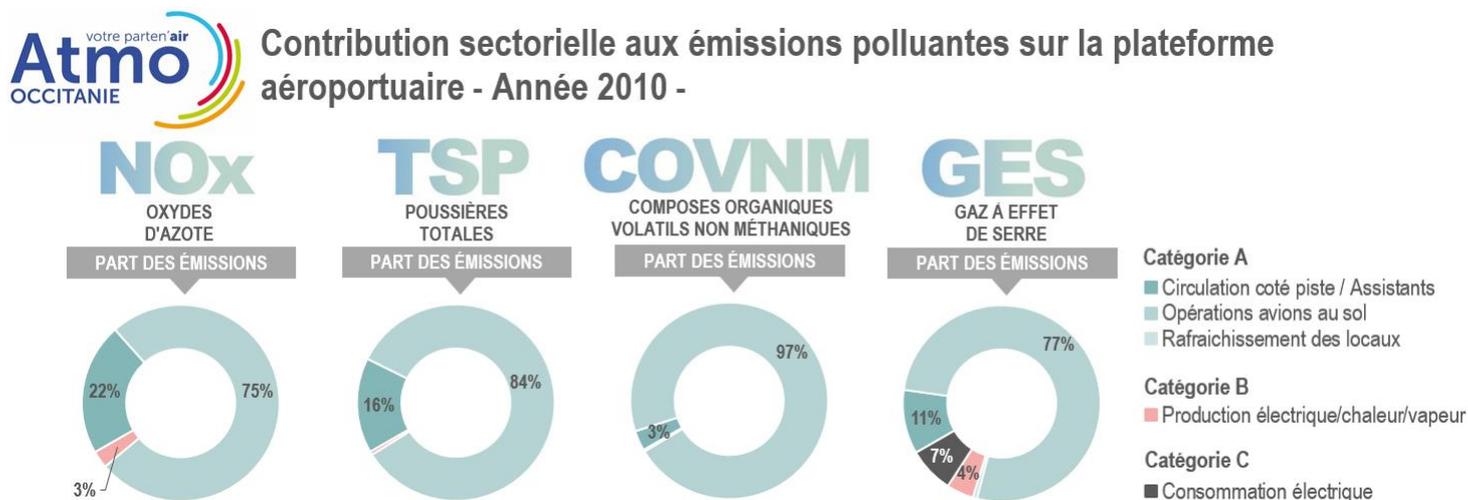
## 4.3. Émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre de l'aéroport Toulouse Blagnac

### 4.3.1. Contribution sectorielle de la plateforme aéroportuaire

L'année prise comme référence pour cette étude est l'année 2010.

Les résultats présentés ci-après ne prennent en compte que les sources d'émissions énoncées précédemment tandis que, dans le bilan annuel des émissions de la plateforme aéroportuaire, Atmo Occitanie inclut une liste de sources plus exhaustive. Les contributions aux émissions calculées en réponse à l'article 45 de la loi relative à la transition écologique peuvent donc être différentes.

Au sein de la catégorie A, plusieurs activités sont prises en compte. Cette catégorie, regroupant toutes les formes de circulations d'engins au sol (avions et autres véhicules), est celle qui contribue le plus aux émissions de polluants atmosphériques et GES sur la plateforme aéroportuaire.



Les émissions de polluants atmosphériques et de GES proviennent majoritairement des aéronefs au roulage et au parking. Sur la plateforme aéroportuaire, le fonctionnement des aéronefs au roulage et en stationnement représente :

- 75% des émissions de NOx totales,
- 77% des émissions de GES totales,
- 84% des émissions de particules TSP totales,
- 97% des émissions de COVNM totales.

Après les aéronefs, c'est la circulation des véhicules sur la plateforme (catégorie A – circulation coté pistes / Assistants) et notamment des engins appareils qui représente la source principale des émissions. Cette activité représente :

- 3% des émissions de COVNM,
- 11% des émissions de GES,
- 16% des émissions de particules TSP,
- 22% des émissions de NOx.

### 4.3.2. Intensité des émissions

Le tableau ci-dessous détaille les émissions calculées par poste d'activités :

#### Émissions en tonnes/an (GES en teqCO<sub>2</sub>/an) – année 2010

Catégorie	Activités	Équipements	NOx	TSP	COVNM	GES
A	Opérations avions au sol	Avions – Moteurs de propulsion au roulage	23.0	2.9	18.9	18 191
		APU	15.1	0.5	0.6	5 421
	Circulation coté piste / Assistants	Appareils assistants piste	6.5	0.5	0.5	1 370
		Véhicules pétroliers	0.6	0.1	0.0	1 423
		Véhicules ATB	1.1	0.0	0.1	244
		Bus de piste	2.7	0.0		217
Rafraichissement des locaux	Fuites (équipements de climatisation)				214	
B	Production électrique/chaaleur/vapeur	Chaudières fioul	0.0	0.0	0.0	27
		Chaudières gaz	1.4	0.0	0.1	1 335
		Groupes électrogènes	0.0			3
C	Consommation électrique	Consommation électricité achetée				2 305
Émissions totales t/an (GES en teqCO <sub>2</sub> /an)			50.5	4.1	20.3	30 750
Intensité en PA kg/unité de trafic/an et en GES en kgeqCO <sub>2</sub> /unité de trafic/an			7.4	0.6	3.0	4 490

## 4.4. Présentation des objectifs réglementaires

En 2010, selon la méthodologie dite « Article 45 », les émissions d'Aéroport Toulouse Blagnac sont de :

- 50,5 tonnes de NOx soit 7,4 kg par unité de trafic\*,
- 4,1 tonnes de Poussières Totales en Suspension soit 0,6 kg par unité de trafic,
- 20,3 tonnes de Composés Organiques Volatils Non Méthaniques soit 3,0 kg par unité de trafic,
- 30 750 tonnes de gaz à effet de serre soit 4 490 kg par unité de trafic.

\*Une unité de trafic (UDT) équivaut à 1 passager ou 100 kg de fret ou de courrier.

L'article 45 de la loi TECV fixe des objectifs de réduction de l'intensité des émissions (émissions rapportées au nombre d'unités de trafic) de :

- 10% pour l'année 2020 par comparaison à l'année 2010 prise comme référence,
- 20% pour l'année 2025 par rapport à 2010.

Les objectifs à atteindre par la plateforme aéroportuaire de Toulouse sont ainsi récapitulés dans le tableau suivant :

### Objectifs à atteindre par ATB pour respecter l'article 45 de la loi TECV

Année	Intensité en PA kg/unité de trafic/an et GES en kgeqCO <sub>2</sub> /unité de trafic/an			
	NOx	TSP	COVNM	GES
2020	6.6	0.5	2.7	4 040
2025	5.9	0.5	2.4	3 592

En 2020, les émissions par unité de trafic d'ATB de l'année 2018 seront évaluées et comparées aux objectifs de l'article 45 de la loi TECV.

## 4.5. Quelles actions envisagées par ATB pour atteindre les objectifs réglementaires ?

Le poste « roulage des avions », bien que prépondérant dans les émissions, est celui sur lequel le gestionnaire n'a aucun levier direct d'actions. Cependant, l'aéroport Toulouse Blagnac a pris en compte les engagements du secteur aérien en matière de réduction des émissions des avions.

Les actions mise en œuvre sur les périodes 2010 – 2016 et 2016 – 2025 pour réduire les émissions sur la plateforme sont listées ci-dessous :

### Programme d'actions d'ATB

Cat.	Équipements	Description	Actions	
			2010 – 2016	2016 - 2025
A	Circulation coté piste /GSE	Déploiement du 400 Hertz au contact	X	
	Opération avions au sol / APU	Etude inter-aéroports sur le déploiement du PCA (Pre-Conditioned Air) en passerelle		X
		Mise en place de restriction de l'utilisation des APU		X
	Opération avions au sol / APU / roulage	<b>Engagement du secteur aérien :</b> Amélioration de l'efficacité énergétique des flottes Mise en place du CDM (Collaborative Decision Making) Roulage sur 1 moteur à l'arrivée Équipement en EGTS (Electric Green Taxiing System) Mise en place de filtre à particule sur les véhicules Utilisation de biocarburant		X
	Fuites fluides	Maintenance préventive des équipements frigorigènes	X	
	Circulation coté piste /gestionnaire	Renouvellement des flottes de véhicules avec véhicules zéro émission		X
		Renouvellement des flottes de véhicules avec renouvellement des véhicules thermiques anciens		X
		Formation à l'éco-conduite des employés ATB		X
	Circulation coté piste / GSE	Renouvellement des flottes de véhicules thermiques avec des véhicules zéro émission		X
Renouvellement des flottes de véhicules et engins thermiques (GPU ...) anciens par des plus récents			X	
Production électrique / chaleur / vapeur	Rénovation des groupes électrogènes	X		

Cat.	Équipements	Description	Actions	
			2010 – 2016	2016 - 2025
B	Production électrique / chaleur / vapeur	Rénovation et optimisation de la centrale énergie B07	X	
		Remplacement d'une chaudière fioul par chaudière gaz	X	
		Mise en place d'un contrat sur performance avec l'exploitant chauffage, ventilation, climatisation	X	
C	Consommation électrique	Maintien du contrat sur performance avec l'exploitant chauffage, ventilation, climatisation		X
		<b>Plan d'économies d'énergies :</b> Rénovation des moteurs de ventilation et amélioration du pilotage CVC de l'aérogare Limitation de l'éclairage nocturne de l'aérogare au strict minimum Mise en place d'un système de régulation et de pilotage des éclairages à distance Utilisation d'éclairage basse consommation	X	
		Management de l'énergie : Smart building Management et ISO 14001	X	
		Rénovation énergétique des bâtiments (PADEB 2012-2016)		X
		Rénovation énergétique des bâtiments (PADEB+ 2017-2020)	X	
		Approvisionnement en électricité verte (mix énergétique)	X	
		Maintien du contrat approvisionnement en électricité verte (mix énergétique)		X

## 5. Perspectives

La surveillance de la plateforme aéroportuaire se poursuivra en 2020 en s'appuyant sur les différents dispositifs déployés par Atmo Occitanie sur ce territoire :

- L'inventaire des émissions de polluants et GES de la plateforme aéroportuaire et du territoire de Toulouse Métropole sera actualisé avec l'année 2019,
- Les mesures des deux stations de surveillance de la qualité de l'air implantées sur la plateforme aéroportuaire seront poursuivies,
- Une campagne de mesures du dioxyde d'azote par échantillonneurs passifs sera menée,
- Les cartographies de la pollution à l'échelle de la zone PPA de Toulouse seront réalisées,
- L'évaluation des émissions dans le cadre de l'article 45 de la Loi relative à la Transition Énergétique pour la croissance Verte sera poursuivie.

## TABLE DES ANNEXES

---

**ANNEXE 1 : Concentrations mesurées par les stations de surveillance de la plateforme aéroportuaire en 2019**

**ANNEXE 2 : Résultats de la campagne de mesures par échantillonneurs passifs**

**ANNEXE 3 : Méthodologie de l'inventaire, de la modélisation et de la cartographie**

**ANNEXE 4 : Validation du modèle fine échelle**

**ANNEXE 5 : Généralités sur les principaux polluants étudiés**

**ANNEXE 6 : Valeurs réglementaires 2019**

## ANNEXE 1 : Concentrations mesurées par les stations de surveillance de la plateforme aéroportuaire en 2019

Deux stations pérennes équipées d'analyseurs sont implantées, l'une à proximité des pistes, la seconde à proximité des parcs de stationnement. Elles permettent la surveillance en continu des polluants suivants :

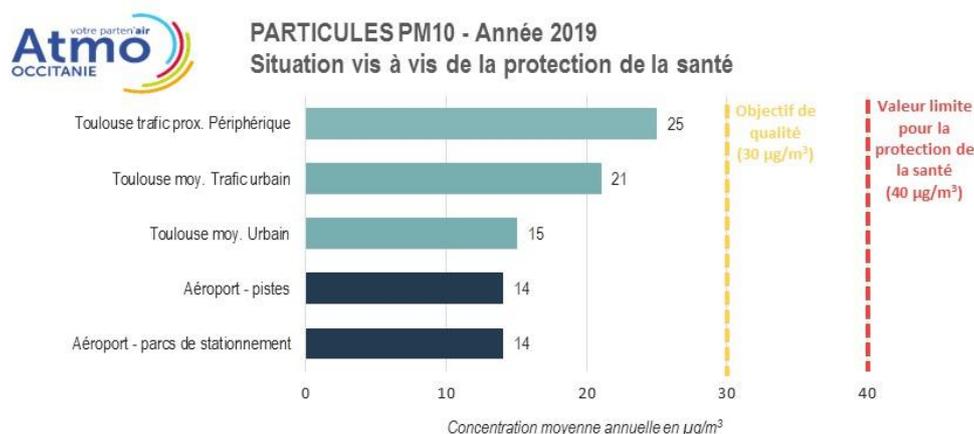
- les particules de diamètre inférieur à  $10\ \mu\text{m}$ ,
- le dioxyde d'azote
- le benzène (station coté parcs de stationnement).

Les mesures faites par ces différentes stations sont présentées ci-dessous.

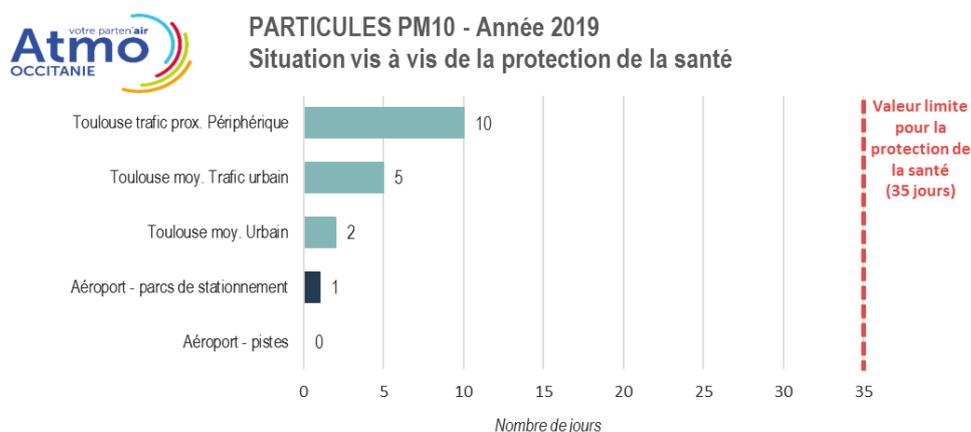
### Les particules PM10

#### Respect des valeurs réglementaires

Avec  $14\ \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle, les valeurs réglementaires fixées sur la moyenne annuelle pour les particules de diamètre inférieur à  $10\ \mu\text{m}$  sont respectées pour les deux stations de surveillance de la zone aéroportuaire. Ces concentrations annuelles sont les plus faibles mesurées sur le territoire du PPA de Toulouse.



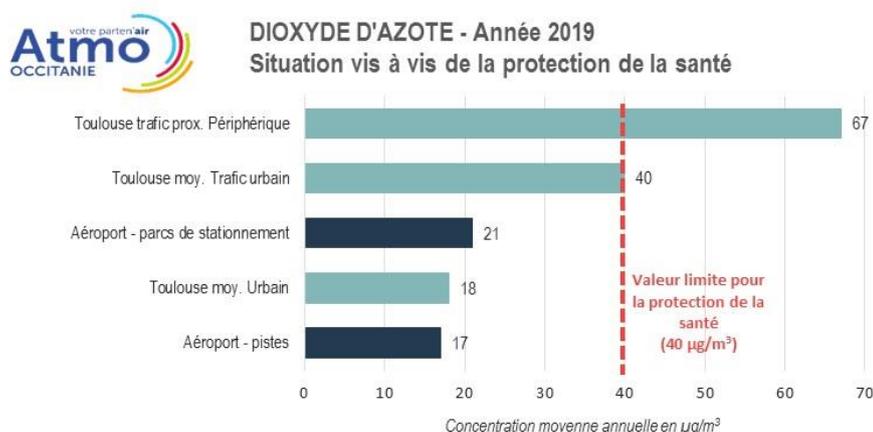
En outre, la réglementation autorise 35 jours de dépassement de la valeur limite de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne journalière par année civile. Sur l'année 2019, ce seuil journalier a été respecté sur l'ensemble du territoire du PPA toulousain et donc sur la plateforme aéroportuaire de Toulouse Blagnac.



## Le dioxyde d'azote NO<sub>2</sub>

La valeur limite de protection de la santé fixée en moyenne annuelle pour le dioxyde d'azote est respectée dans l'environnement de la plateforme aéroportuaire. Les concentrations annuelles de  $17$  et  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mesurées respectivement coté pistes et coté parcs de stationnement sont faibles et du même ordre de grandeur que des concentrations annuelles de fond urbain mesurées sur le territoire du PPA toulousain.

Elles sont nettement inférieures à celles rencontrées à proximité des principaux axes de trafic routier où des dépassements de la valeur limite réglementaire sont mis en évidence.



En outre, aucune concentration moyenne horaire supérieure à  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  n'a été mesurée dans l'environnement de la plateforme aéroportuaire comme sur l'ensemble du territoire du PPA toulousain. La valeur limite autorisant 18 heures de dépassements du seuil de  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  par année civile est donc respecté.

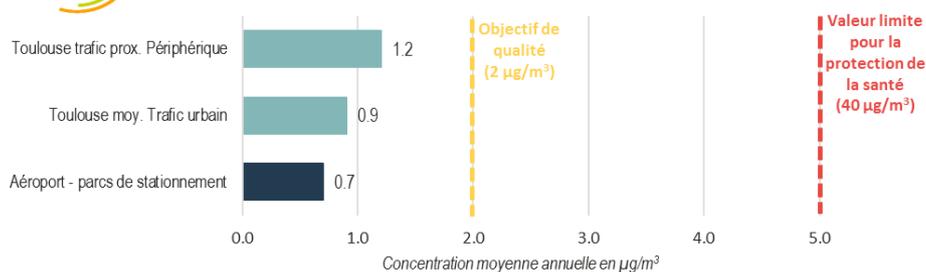
## Le benzène C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>

Les seuils réglementaires du benzène fixés sur l'année sont respectés dans l'environnement de la plateforme aéroportuaire ainsi que sur le territoire du PPA toulousain. La concentration annuelle de  $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  mesurée coté parcs de stationnement est faible et inférieure à celles mesurées en proximité trafic.



### BENZÈNE - Année 2019

#### Situation vis à vis de la protection de la santé



## Statistiques par polluant – année 2019

### Effets chroniques

#### Particules de diamètre inférieur à $10 \mu\text{m}$

	Respect réglementation	Valeurs réglementaires	Statistiques 2019	Comparaison avec le fond urbain du territoire du PPA
Objectif de qualité		$30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle	Moyenne annuelle Parcs de stationnement : $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Pistes : $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$	<
Valeurs limites		$40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle	Moyenne annuelle Parcs de stationnement : $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Pistes : $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$	<
		$50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours par an.	Maximum journalier : Parcs de stationnement : $54 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Pistes : $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$	<

$\mu\text{g}/\text{m}^3$  : microgramme par mètre cube

**Dioxyde d'azote**

	Respect réglementation	Valeurs réglementaires	Statistiques 2019	Comparaison avec le fond urbain du territoire du PPA
Valeurs limites		40 µg/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle	Moyenne annuelle Parcs de stationnement : 21 µg/m <sup>3</sup> Pistes : 17 µg/m <sup>3</sup>	=
		200 µg/m <sup>3</sup> en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures par année civile	Maximum horaire Parcs de stationnement : 166 µg/m <sup>3</sup> Pistes : 125 µg/m <sup>3</sup>	=

µg/m<sup>3</sup> : microgramme par mètre cube**Benzène**

	Respect réglementation	Valeurs réglementaires	Statistiques 2019	Comparaison avec la proxi. trafic du territoire du PPA
Objectif de qualité		2 µg/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle	Moyenne annuelle Parcs de stationnement : 0.7 µg/m <sup>3</sup>	<
Valeur limite		5 µg/m <sup>3</sup> en moyenne annuelle	Maximum horaire Parcs de stationnement : 0.7 µg/m <sup>3</sup>	<

## ANNEXE 2 : Résultats de la campagne de mesures par échantillonneurs passifs

### Contexte

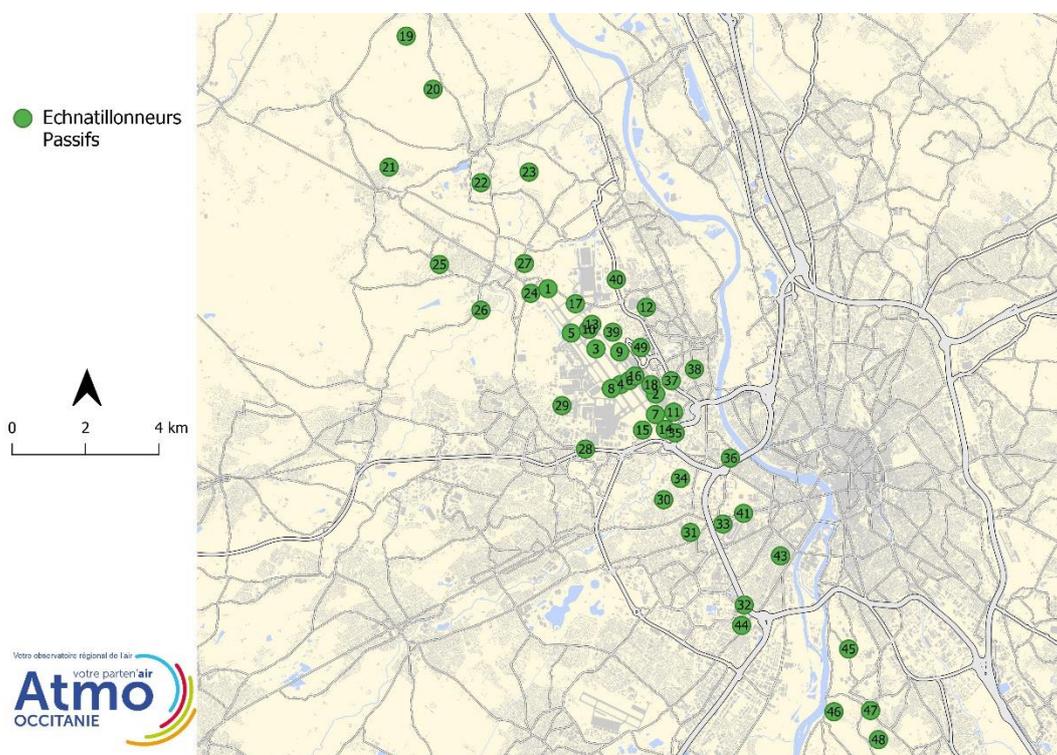
En complément des stations pérennes de surveillance de la qualité de l'air sur la plateforme aéroportuaire et afin de caractériser plus précisément la qualité de l'air dans son environnement, une campagne de mesures du dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) a été menée par échantillonneurs passifs du 21 novembre au 19 décembre 2019. Ainsi, en 2019, 48 sites ont ainsi été échantillonnés. Ces échantillonneurs passifs, après analyse en laboratoire, fournissent une concentration moyenne sur l'ensemble du temps d'exposition.

Cette campagne de mesure a permis d'évaluer les concentrations en NO<sub>2</sub> sur un mois. Les **concentrations annuelles 2018 ont ensuite été estimées** selon la méthode d'adaptation statistique des mesures. Les méthodologies d'exploitation des mesures pour la modélisation des émissions et la cartographie des niveaux de pollution, sont décrites en **annexe 4**.

Les concentrations annuelles estimées de l'année 2019 sont indiquées ci-dessous. Elles sont comparées à celles obtenues par les stations pérennes de mesures automatiques multi-polluants implantées sur la zone aéroportuaire.

La carte suivante illustre la localisation des échantillonneurs passifs.

#### Position des échantillonneurs passifs sur le domaine d'étude, campagne de mesures



## Concentrations évaluées en NO<sub>2</sub> en 2019

Les niveaux annuels en NO<sub>2</sub> sont évalués à l'aide d'échantillonneurs passifs positionnés sur 48 sites de mesures.

### Dioxyde d'azote – concentrations annuelles

	Échantillonneurs passifs	
Concentration moyenne annuelle 2019	Moyenne des 48 sites : 17 µg/m <sup>3</sup>	
	18 sites sur la plateforme aéroportuaire : 17 µg/m <sup>3</sup>	
	11 sites de fond périurbain	6 µg/m <sup>3</sup>
	8 sites de fond urbain	17 µg/m <sup>3</sup>
	10 sites de proximité trafic	29 µg/m <sup>3</sup>

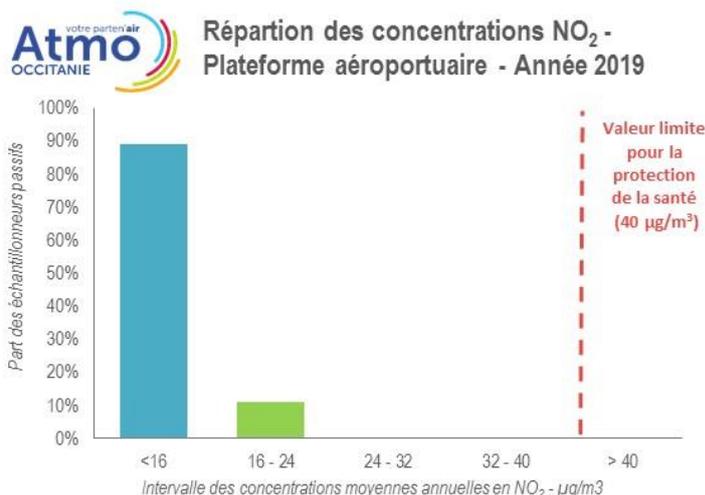
Le tableau ci-dessous décrit les statistiques issues des concentrations moyennes en NO<sub>2</sub> estimées sur l'année 2019. Il met en évidence des variations de concentrations importantes entre les sites de fond et les sites de proximité trafic. En proximité trafic, la turbulence atmosphérique est importante, donc les concentrations sont plus hétérogènes qu'en situation de fond urbain ; d'où l'écart-type plus élevé.

Sur la plateforme aéroportuaire, les concentrations sont du même ordre de grandeur que celles observées en fond urbain toulousain.

### Dioxyde d'azote – Statistiques sur les concentrations par échantillonneur passif

	Minimum	Maximum	Moyenne	Médiane	Écart-type
Sites sur la plateforme aéroportuaire	11 µg/m <sup>3</sup>	22 µg/m <sup>3</sup>	17 µg/m <sup>3</sup>	11 µg/m <sup>3</sup>	± 3 µg/m <sup>3</sup>
Sites de fond périurbain	3 µg/m <sup>3</sup>	9 µg/m <sup>3</sup>	6 µg/m <sup>3</sup>	3 µg/m <sup>3</sup>	± 2 µg/m <sup>3</sup>
Sites de fond urbain	13 µg/m <sup>3</sup>	20 µg/m <sup>3</sup>	17 µg/m <sup>3</sup>	13 µg/m <sup>3</sup>	± 2 µg/m <sup>3</sup>
Sites de proximité trafic	21 µg/m <sup>3</sup>	44 µg/m <sup>3</sup>	29 µg/m <sup>3</sup>	21 µg/m <sup>3</sup>	± 8 µg/m <sup>3</sup>

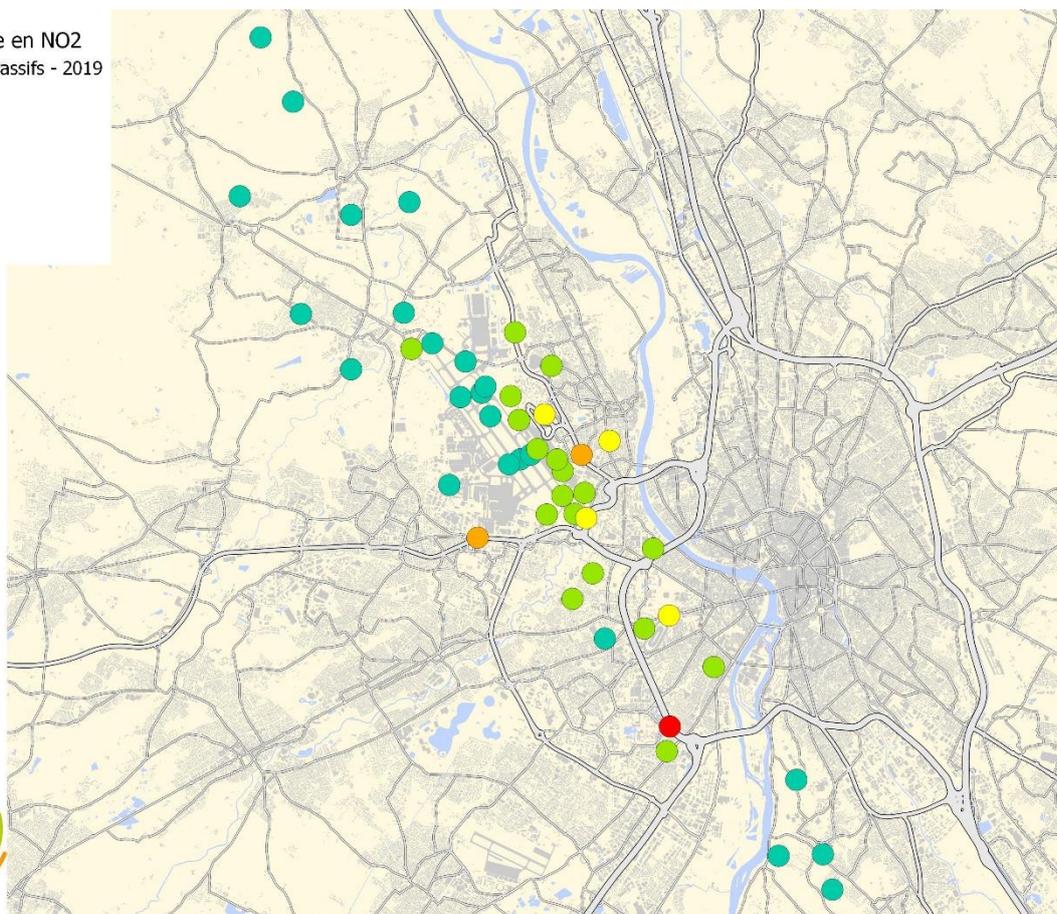
Le graphe ci-contre met en évidence la dispersion des concentrations des échantillonneurs passifs sur la plateforme aéroportuaire. De répartition relativement homogène sur l'ensemble du territoire étudié, les concentrations sont toutes inférieures à la valeur limite de protection de la santé fixée à 40 µg/m<sup>3</sup>.



La carte ci-dessous présente les concentrations annuelles 2019 sur l'ensemble des sites de mesure.

Concentration moyenne en NO<sub>2</sub>  
( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) Echantillonneurs Passifs - 2019

- > 80
- 40 - 80
- 32 - 40
- 24 - 32
- 16 - 24
- 0 - 16



## ANNEXE 3 : 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'Emissions et de Bilans dans l'Atmosphère (SNIEBA), le Pôle de Coordination nationale des Inventaires Territoriaux (PCIT) associant :

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

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

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

Sur cette base et selon les missions qui lui sont ainsi attribuées, Atmo Occitanie réalise et maintient à jour un Inventaire Régional Spatialisé des émissions de polluants atmosphériques et GES sur l'ensemble de la région Occitanie. L'inventaire des émissions référence une trentaine de substances avec les principaux polluants réglementés ( $\text{NO}_x$ , particules en suspension,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}$ , benzène, métaux lourds, HAP, COV, etc.) et les gaz à effet de serre ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_4$ , 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 socioéconomiques, agricoles, industrielles, données de trafic...) et des facteurs d'émissions issus de bibliographies nationales et européennes.

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

Avec :

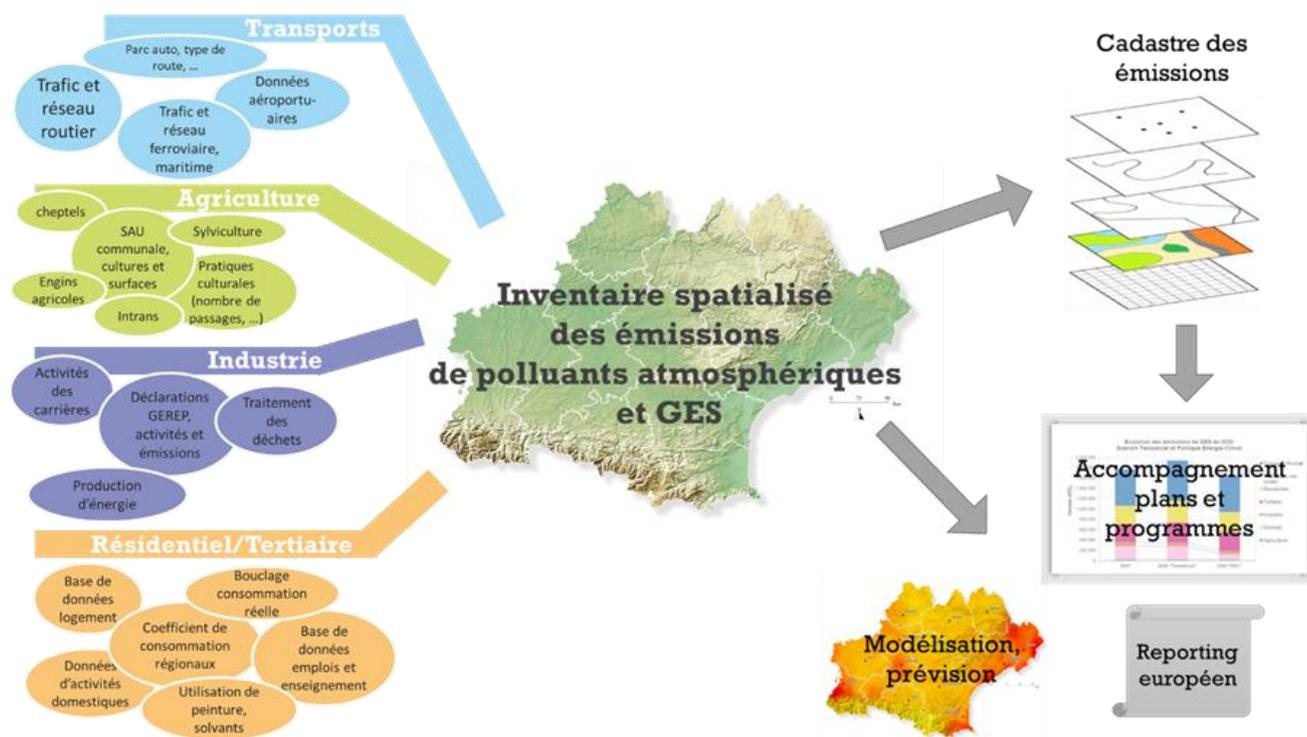
E : émission relative à la substance « s » et à l'activité « a » pendant le temps « t »

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

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

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

### 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 PM2,5 sont produits à l'aide de l'Inventaire des émissions - Atmo Occitanie - ATMO\_IRSV4\_Occ\_2008\_2018.

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.

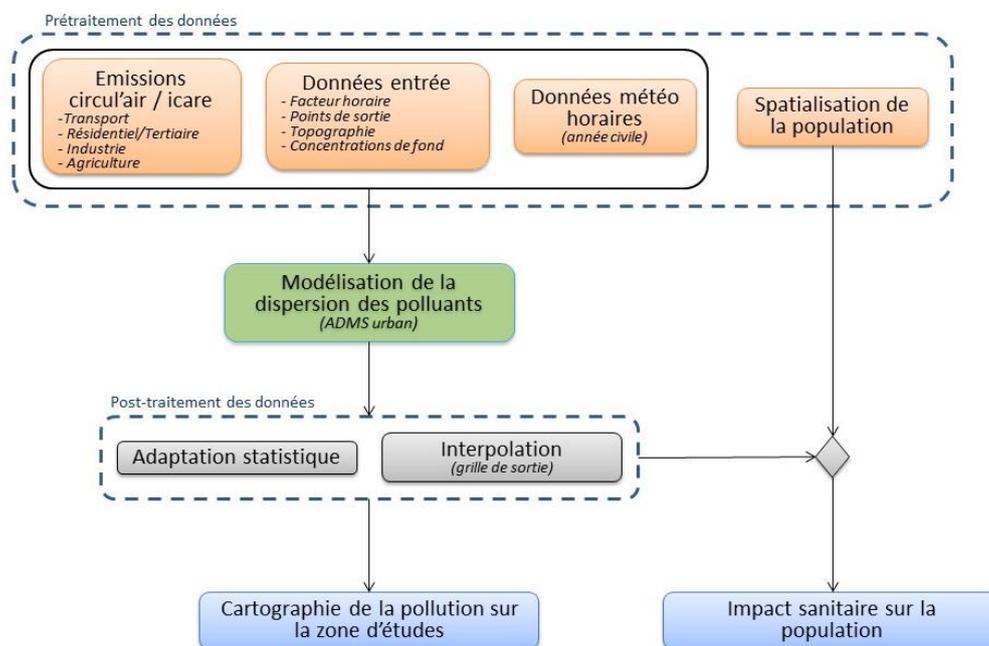
### Le transport hors trafic routier

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. A 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 NOx. Or seule une partie de NOx est oxydée en NO<sub>2</sub> en sortie des pots d'échappement. L'estimation des concentrations en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) à partir de celles d'oxydes d'azote (NOx) 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.

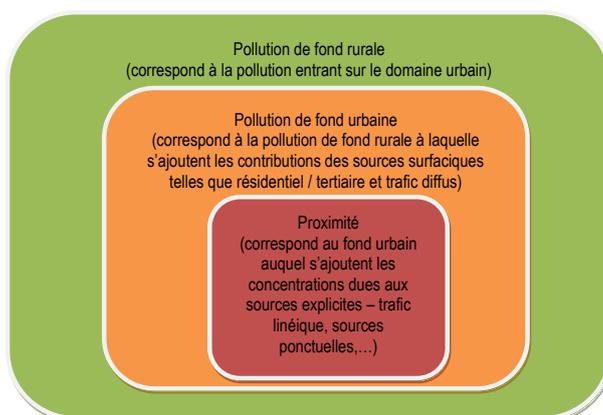
#### Topographie

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 2017.

### 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 2015. 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).

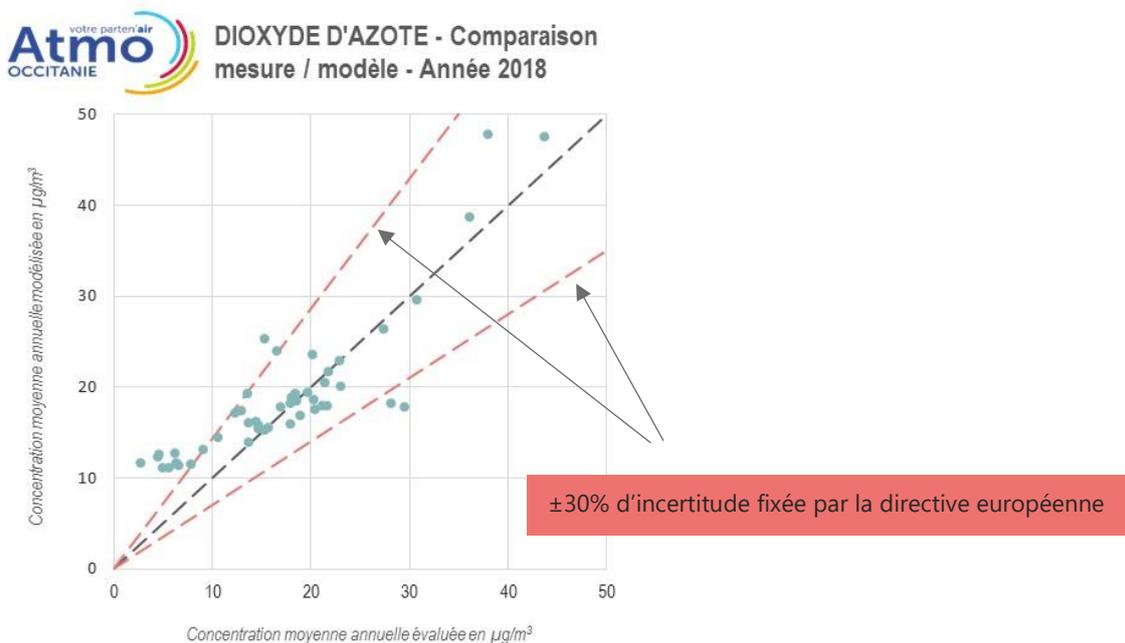
Les cartes issues du SIG permettent de suivre l'évolution de la pollution sur une zone donnée en comparant les cartes sur plusieurs années.

### 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 4 : Validation du modèle fine échelle

## Un modèle performant



4

### Indicateurs statistiques

Les critères statistiques utilisés pour valider le modèle ont été choisis en tenant compte des recommandations du faites par J.C. Chang et S. R. Hanna dans leurs mesures de la performance de modèles de qualité de l'air<sup>2</sup>.

Dans le tableau ci-après, nous indiquons les performances statistiques du modèle relativement aux concentrations moyennes annuelles en NO<sub>2</sub> modélisées et observées sur le domaine d'études.

	Modèle - Année	Caractéristiques d'un modèle performant
	2018	
FB	-0.1	-0.3 < FB < 0.3
MG	0.82	-0.7 < MG < 1.3
NMSE	0.25	NMSE <=2
VG	1.2	VG<1.6
FAC2	0.9	FAC2>0.5
r		R=1

<sup>2</sup> 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. 90% 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. 90% des concentrations modélisées sont corrélées avec les mesures.

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 NO<sub>2</sub>, 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 NO<sub>2</sub> 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 :

- $C_o$ : observation au temps  $i$
- $C_p$ : 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

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

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

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

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

## ANNEXE 5 : Généralités sur les principaux polluants étudiés

### Le dioxyde d'azote NO<sub>2</sub>

#### Sources

Le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) sont émis lors des phénomènes de combustion. Le dioxyde d'azote est un polluant secondaire issu de l'oxydation du NO. Les sources principales sont les véhicules (près de 60%) et les installations de combustion (centrales thermiques, chauffages...).

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'âge moyen des véhicules et de l'augmentation forte du trafic automobile. Des études montrent qu'une fois sur 2 les européens prennent leur voiture pour faire moins de 3 km, une fois sur 4 pour faire moins de 1 km et une fois sur 8 pour faire moins de 500m ; or le pot catalytique n'a une action sur les émissions qu'à partir de 10 km.

#### 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/m<sup>3</sup>, 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 PM10

PM = Particulate Matter (matière particulaire)

#### Sources

Les particules 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 COV. On distingue les particules de diamètre inférieur à 10 microns (PM10), à 2,5 microns (PM2.5) et à 1 micron (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 cardiovasculaires.

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.

## ANNEXE 6 : Valeurs réglementaires 2019

### Code de l'environnement

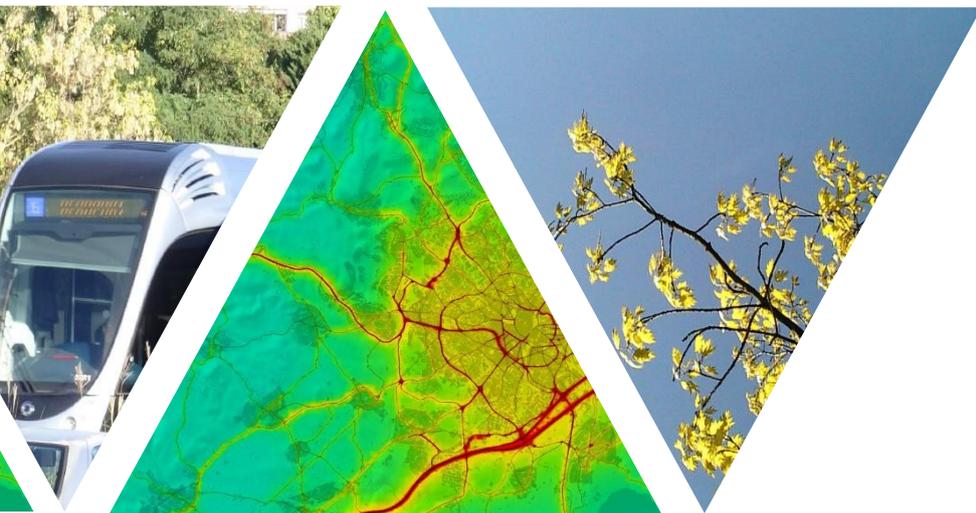
POLLUANT	TYPE	PÉRIODE	VALEUR	MODE DE CALCUL
Particules en suspension de diamètre < 10 Microns	●	Année civile	50 µg/m <sup>3</sup>	35 jours de dépassement autorisés par année civile
		Année civile	40 µg/m <sup>3</sup>	Moyenne
	●	Année civile	30 µg/m <sup>3</sup>	Moyenne
Particules en suspension de diamètre < 2.5 Microns	●	Année civile	25 µg/m <sup>3</sup>	Moyenne
	●	Année civile	20 µg/m <sup>3</sup>	Moyenne
	●	Année civile	10 µg/m <sup>3</sup>	Moyenne
Dioxyde d'azote	●	Année civile	200 µg/m <sup>3</sup>	18 heures de dépassements autorisés par année civile
		Année civile	40 µg/m <sup>3</sup>	Moyenne
	●	Année civile	30 µg/m <sup>3</sup> (Nox)	Moyenne
Ozone	●	8h	120 µg/m <sup>3</sup>	Moyenne glissante <sup>(2)</sup> à ne pas dépasser plus de 25 jours par année civile en moyenne calculée sur 3 ans
	●	8h	120 µg/m <sup>3</sup>	Moyenne glissante <sup>(1)</sup>
	●	Du 01/05 au 31/07	18 000 µg/m <sup>3</sup> /h	Valeur par heure en AO40 <sup>(3)</sup> en moyenne calculée sur 5 ans
	●	Du 01/05 au 31/07	6 000 µg/m <sup>3</sup> /h	Valeur par heure en AO40 <sup>(3)</sup>

µg/m<sup>3</sup> = microgramme par mètre cube,

(1) La moyenne glissante est calculée toutes les heures.

(2) Le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures est sélectionné après examen des moyennes glissantes sur 8 heures, calculées à partir des données horaires et actualisées toutes les heures. Chaque moyenne sur 8 heures ainsi calculée est attribuée au jour où elle s'achève : la première période considérée pour le calcul sur un jour donné sera la période comprise entre 17 heures la veille et 1 heure le jour même et la dernière période considérée pour un jour donné sera la période comprise entre 16 heures et minuit le même jour. (3) L'AOT40, exprimé en µg/m<sup>3</sup> par heure, est égal à la somme des différences entre les concentrations horaires supérieures à 80 µg/m<sup>3</sup> (soit 40 ppb) et 80 µg/m<sup>3</sup> en utilisant uniquement les valeurs sur une heure mesurées quotidiennement entre 8 heures et 20 heures, durant une période donnée.

- **VALEUR LIMITE** : La valeur limite est un niveau à ne pas dépasser afin de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou sur l'environnement
- **VALEUR CIBLE** : La valeur cible correspond au niveau à atteindre dans la mesure du possible sur une période donnée pour réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou sur l'environnement
- **OBJECTIF DE QUALITÉ** : L'objectif de qualité est un niveau de concentration à atteindre à long terme afin d'assurer une protection efficace de la santé et de l'environnement dans son ensemble.



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

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



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

Agence de Toulouse  
10bis chemin des Capelles  
31300 TOULOUSE

Tel : 09.69.36.89.53  
(Numéro CRISTAL – Appel non surtaxé)

Crédit photo : Atmo Occitanie