

Bilan régional de la pollution aux particules Hiver 2020/2021

ETU-2022-126

Edition Mars 2023

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.....	3
2. DISPOSITIF DE SURVEILLANCE	4
2.1. DISPOSITIF DE MESURES EXPLOITE DANS LE CADRE DE CE BILAN	4
2.2. CARTOGRAPHIES DES CONCENTRATIONS EN PARTICULES EN SUSPENSION ET PARTICULES FINES.....	5
2.3. INVENTAIRE DES EMISSIONS	5
3. SITUATION DES PARTICULES SUR L'HIVER 2020-2021	6
3.1. NIVEAUX LEGEREMENT PLUS ELEVES A L'OUEST DE L'OCCITANIE.....	6
3.2. VARIATIONS JOURNALIERES CORRELEES SUR L'ENSEMBLE DE LA REGION.....	7
3.3. MOYENNE HIVERNALE STABLE EN 2021	9
3.4. CONCENTRATIONS URBAINES INFLUENCEES PAR LES ACTIVITES HUMAINES	10
4. ÉPISODES DE POLLUTION	12
4.1. QU'EST-CE QU'UN « EPISODE DE POLLUTION » ?	12
4.2. DES EPISODES DE POLLUTION PLUS NOMBREUX EN OCCITANIE	12
4.3. ÉPISODES DE POLLUTION PAR ORIGINE DES PARTICULES	14
4.4. DETAIL DES DIFFERENTS EPISODES	15
5. LE RÔLE DU CARBONE SUIE	32
6. COMPOSITION CHIMIQUE DES PARTICULES	37
6.1. DESCRIPTIF DU SUIVI A PEYRUSSE-VIEILLE	37
6.2. VARIATIONS SAISONNIERES DE LA COMPOSITION DES PARTICULES.....	37
6.3. NIVEAUX DE HAP PLUS ELEVES EN HIVER.....	38
7. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES	39
TABLE DES ANNEXES	40

SYNTHÈSE

L'hiver 2020-2021 a été marqué par **29 jours de pollution aux particules**, séparables en **deux typologies** :

Épisodes désertiques :

L'augmentation des concentrations est due à un apport de particules en provenance du Sahara, transportées sur de grandes distances par les masses d'air. Ces épisodes peuvent intervenir à toute saison et sont caractérisés par :

- des particules essentiellement de diamètre compris entre 2,5 µm et 10 µm ;
- une part de poussières minérales plus importante ;
- de larges zones pouvant être concernées par des dépassements des seuils réglementaires journaliers ;
- un vent qui transporte les particules plus qu'il ne les disperse.



27 procédures d'informations



Journées concernées



22 procédures d'alerte



Jusqu'à 8 départements touchés

Épisodes hivernaux urbains :

Ces épisodes sont liés à des émissions locales de particules couplées avec des conditions météorologiques froides, propices à l'accumulation des polluants. Ces deux facteurs en font des épisodes observés en hiver et caractérisés par :

- des particules essentiellement de faible diamètre (<1 µm) ;
- une hausse des particules primaires liées à la combustion en provenance des dispositifs de chauffage, notamment au bois, et du trafic routier. Le *black carbon*, les HAP ainsi que les nitrates présents dans ces particules permettent notamment de tracer ces influences ;
- les zones touchées sont plus localisées dans les centres urbains et également certaines vallées pyrénéennes, la topographie bloquant la dispersion de la pollution ;
- un vent qui disperse les particules plus qu'il ne les transporte.



13 procédures d'informations



Journées concernées



5 procédures d'alerte



Jusqu'à 4 départements touchés

1. CONTEXTE ET OBJECTIFS


1.1. Contexte

Santé publique France a estimé à environ 48 000 décès par an la mortalité liée à pollution particulaire en France. Même à des concentrations respectant les réglementations européennes (cf. annexe 2), ce polluant peut avoir un impact majeur sur la santé humaine. En Occitanie, cet enjeu sanitaire concerne, d'une part, l'exposition chronique, avec des concentrations moyennes qui dépassent les valeurs guide de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) sur une large portion du territoire régional, et d'autre part, l'exposition aiguë, avec chaque année plus d'une dizaine de journées impactées par un épisode de pollution.

Atmo Occitanie surveille les niveaux de particules sur la région depuis de nombreuses années à l'aide de plusieurs outils :

- l'inventaire des émissions, permettant d'estimer les émissions directes de particules sur l'ensemble du territoire par secteur d'activité ;
- les dispositifs de mesures des concentrations en air ambiant ;
- la modélisation des concentrations, à grande ou fine échelle, aussi bien pour prévoir la qualité de l'air pour le jour même et le lendemain que pour des cartographies d'exposition chronique.

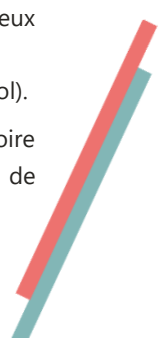
En réponse à l'enjeu sanitaire, Atmo Occitanie enrichit ce dispositif d'année en année afin de mieux qualifier les particules observées et prévoir plus finement les épisodes de pollutions. L'acquisition récente de nouveaux appareils de mesure détaillent ainsi la composition et la taille des particules, permettant de mieux connaître l'origine des particules présentes.



Les particules ont une grande variété de tailles, de formes et de compositions. Seules deux catégories font toutefois l'objet de valeurs réglementaires en France : les particules de moins de 10 micromètres dites « particules en suspension » (PM₁₀) et les celles de moins de 2,5 micromètres appelées « particules fines » (PM_{2,5}). Les origines des particules retrouvées dans l'air ambiant sont diverses avec :

- des émissions directes dans l'atmosphère de particules d'origines anthropiques (trafic routier, industries, chauffage résidentiel...) ou naturelles (érosion, poussières sahariennes, embruns marins...);
- des transformations chimiques dans l'atmosphère à partir de polluants gazeux (particules secondaires) ;
- la remise en suspension de particules déposées au sol sous l'action du vent (ré-envoi).

Ces polluants peuvent voyager sur de longues distances : les concentrations sur le territoire correspondent ainsi aux contributions locales auxquelles s'ajoutent un apport extérieur de particules (cf. Annexe 1)



1.2. Objectifs

Les concentrations de particules en Occitanie sont généralement plus élevées au cours de la saison froide en raison des émissions de particules liées aux dispositifs de chauffage, ainsi que de conditions météorologiques moins dispersives. La période d'octobre à mars concentre ainsi la majorité des pics de pollution aux particules en suspension constatés les années précédentes.

Ce rapport vise, sur la période d'octobre 2020 à mars 2021, à :

- observer les variations et l'évolution des niveaux de particules sur l'ensemble du territoire régional ;
- détailler les épisodes de pollution aux particules observés et apporter des éléments pour en comprendre l'origine ;
- caractériser les particules en taille et en composition en s'appuyant sur l'ensemble des ressources disponibles.

Cette étude vient s'inscrire dans le Programme de Surveillance de la Qualité de l'Air (PSQA) et le projet associatif d'Atmo Occitanie, notamment au travers des axes suivants :

- Axe 3 : Évaluer et suivre l'impact des activités humaines et de l'aménagement du territoire sur la qualité de l'air.
- Axe 4 : Préparer l'observatoire de demain et participer à l'innovation.

2. DISPOSITIF DE SURVEILLANCE

2.1. Dispositif de mesures exploité dans le cadre de ce bilan

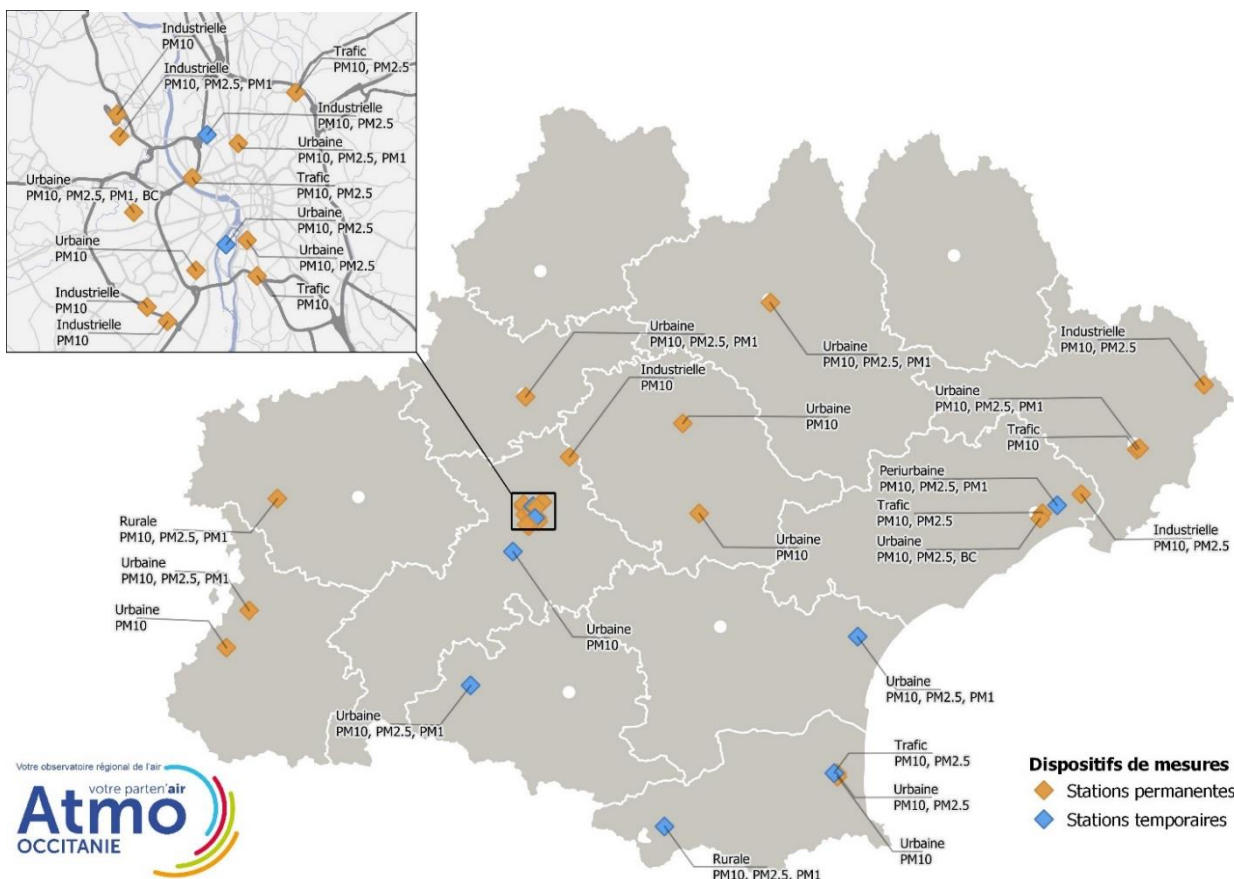
Les particules atmosphériques sont désignées par dimensions à l'aide d'un indice chiffré indiquant la taille maximale de la fraction. PM₁₀, PM_{2.5} et PM₁ se réfèrent aux particules dont le diamètre est inférieur à 10, 2,5 et 1 micromètre(s) respectivement. La littérature renvoie à ces trois types à l'aide des expressions « particules en suspension » (PM₁₀), « particules fines » (PM_{2.5}) et « particules très fines » (PM₁).

Les mesures de PM₁₀ et PM_{2.5} sont les plus nombreuses sur la région Occitanie car il s'agit des deux seules fractions réglementées en air ambiant. Des équipements récents mesurent les 3 fractions simultanément et réalisent un comptage du nombre de particules dans l'air. Des démarches complémentaires sont également mises en œuvre sur la région pour mieux appréhender la composition des particules (caractérisation chimique des espèces, analyse du carbone suie). Des détails sur le dispositif sont fournis en annexe.

Si les mesures des concentrations en PM₁, le comptage des particules ou l'analyse de leur composition ne viennent pas répondre à une attente réglementaire, il s'agit de compléments permettant de mieux appréhender l'origine d'un épisode de pollution. L'ensemble de ces ressources est ainsi exploité dans la quatrième partie de ce bilan.

Entre octobre 2020 et avril 2021, 35 stations ont réalisé des mesures de particules en Occitanie. La carte ci-dessous permet de visualiser la disposition des dispositifs de mesures sur le territoire régional :

Stations Atmo Occitanie sur lesquelles ont été réalisées des mesures de particules entre octobre 2020 et avril 2021



2.2. Cartographies des concentrations en particules en suspension et particules fines

Les cartographies de concentration réalisées à partir d'un modèle de dispersion permettent d'évaluer la concentration d'un polluant en tout point du territoire. Ces modèles fonctionnent à diverses échelles temporelles et géographiques et leur utilisation nécessite de caractériser les paramètres influant sur les concentrations des polluants :

- les conditions météorologique ;
- la pollution importée, c'est-à-dire provenant d'autres régions (conditions aux limites) ;
- les émissions de polluants, qu'elles soient d'origine naturelle (poussières, végétation, incendies naturels) ou anthropique (trafic routier, agriculture, chauffage résidentiel, industries, rejets ou incendies accidentels...) ;
- la topographie et l'occupation du sol du domaine géographique d'intérêt.

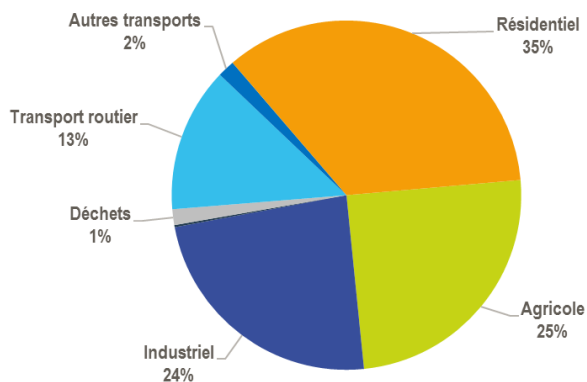
Les mesures réalisées par les stations sont indispensables pour le bon fonctionnement d'un modèle. Elles permettent de redresser les cartographies brutes du modèle brut pour les adapter à la situation observée.

2.3. Inventaire des émissions

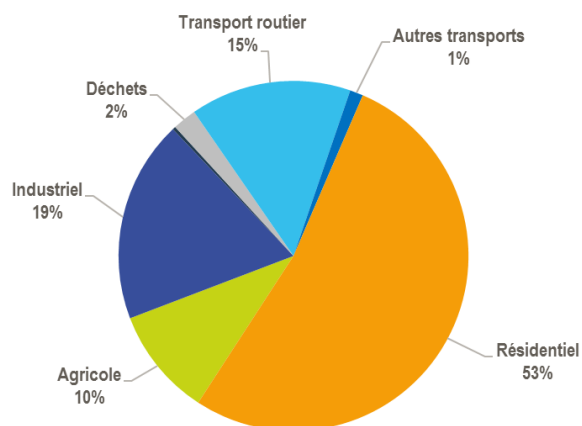


Émissions de particules en suspension par secteur, région Occitanie

2018



Émissions de particules fines par secteur, région Occitanie



Selon l'inventaire régional des émissions produit par Atmo Occitanie pour l'année 2018, le secteur résidentiel est le principal émetteur de particules en suspension en Occitanie avec 35% des rejets (chauffage, engins de loisirs et jardinage...). Le secteur agricole (poussières, matériel agricole...) et le secteur industriel (procédés de combustion, friction mécanique...) sont à des niveaux comparables et contribuent respectivement à hauteur de 25% et 24% des émissions de particules en suspension. Le transport routier est le quatrième secteur le plus émissif avec 13% des rejets (moteur thermique, système de freinage, pneumatiques...). Les particules fines sont également émises par les différents secteurs d'activité avec un poids plus important du résidentiel (53% des rejets). Le secteur industriel est la deuxième source identifiée en Occitanie avec 19% de la pollution qui lui est attribuable suivi par le transport routier (15%) et l'agriculture (10%).

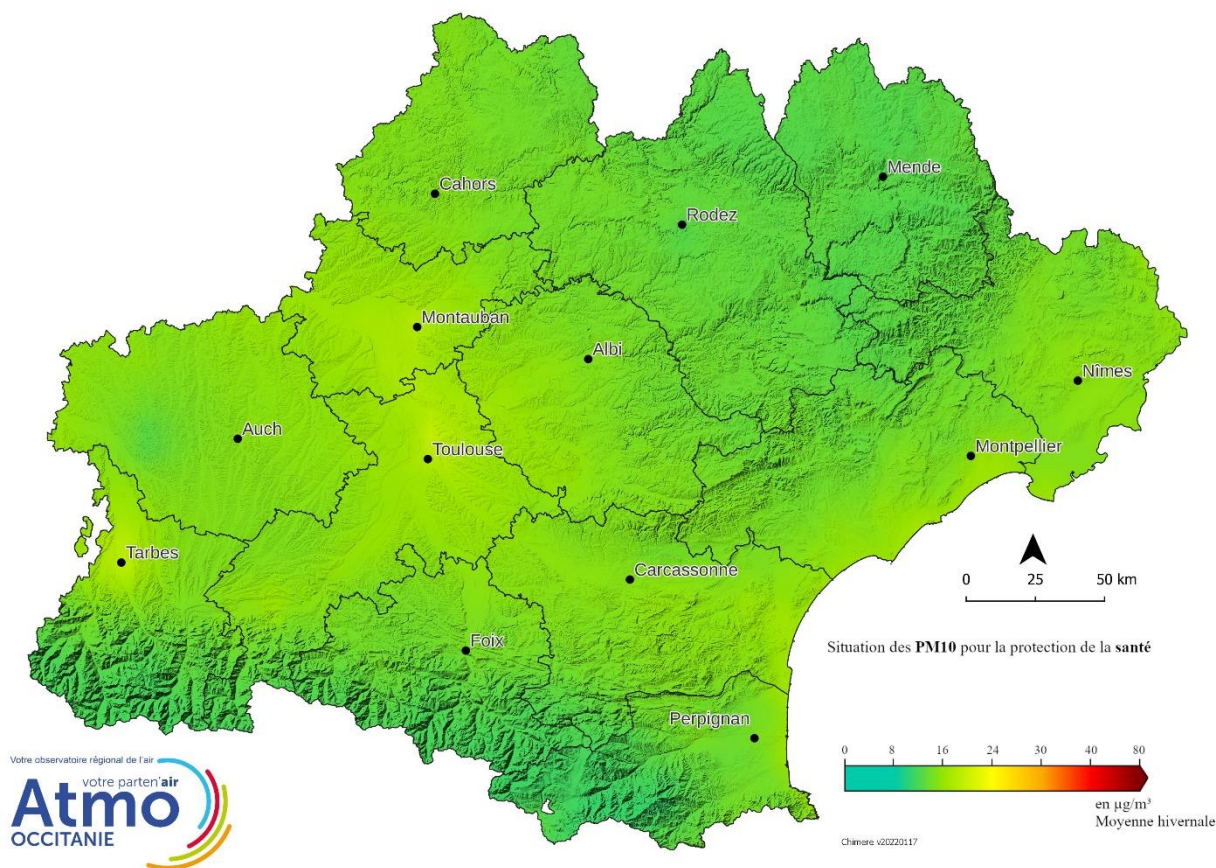
3. Situation des particules sur l'hiver 2020-2021

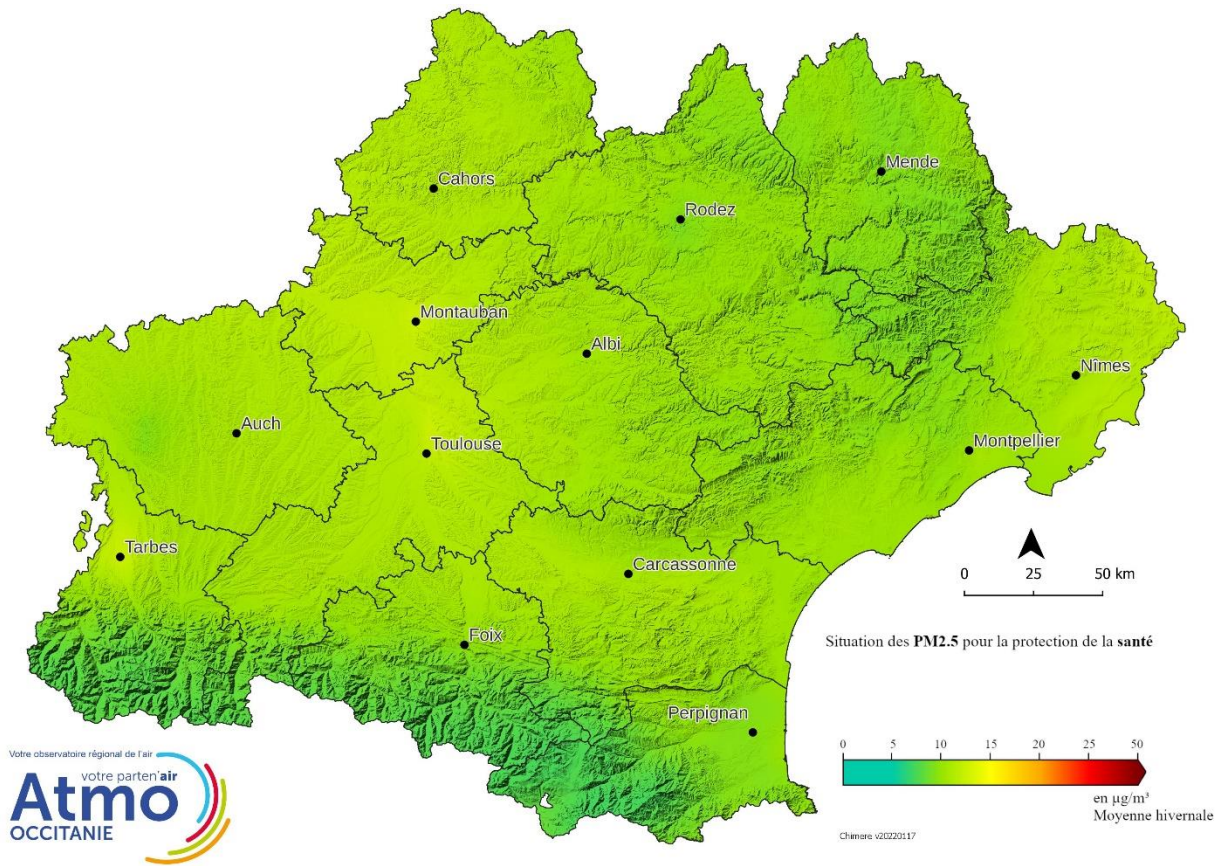
3.1. Niveaux légèrement plus élevés à l'ouest de l'Occitanie

Les concentrations de fond les plus faibles de la région sont enregistrées en milieu rural, à distance des activités anthropiques, aux alentours de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

En milieu urbain les niveaux varient entre $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, les valeurs les plus élevées étant observées à l'ouest de la région à Montauban, Tarbes et Toulouse. Cette différence s'explique notamment par un vent généralement moins soutenu qu'à l'est de la région et ne permettant pas une bonne dispersion des émissions locales (cf. §3.5). À ce facteur météorologique s'ajoute, pour la plaine toulousaine, une forte densité urbaine et industrielle et donc des émissions plus importantes du polluant. Sur des bassins de population moins importants, à l'image de Tarbes, les niveaux élevés de particules peuvent être liés à des spécificités locales comme l'usage plus important d'appareils de chauffage au bois ou le recours ponctuel à l'écobuage.

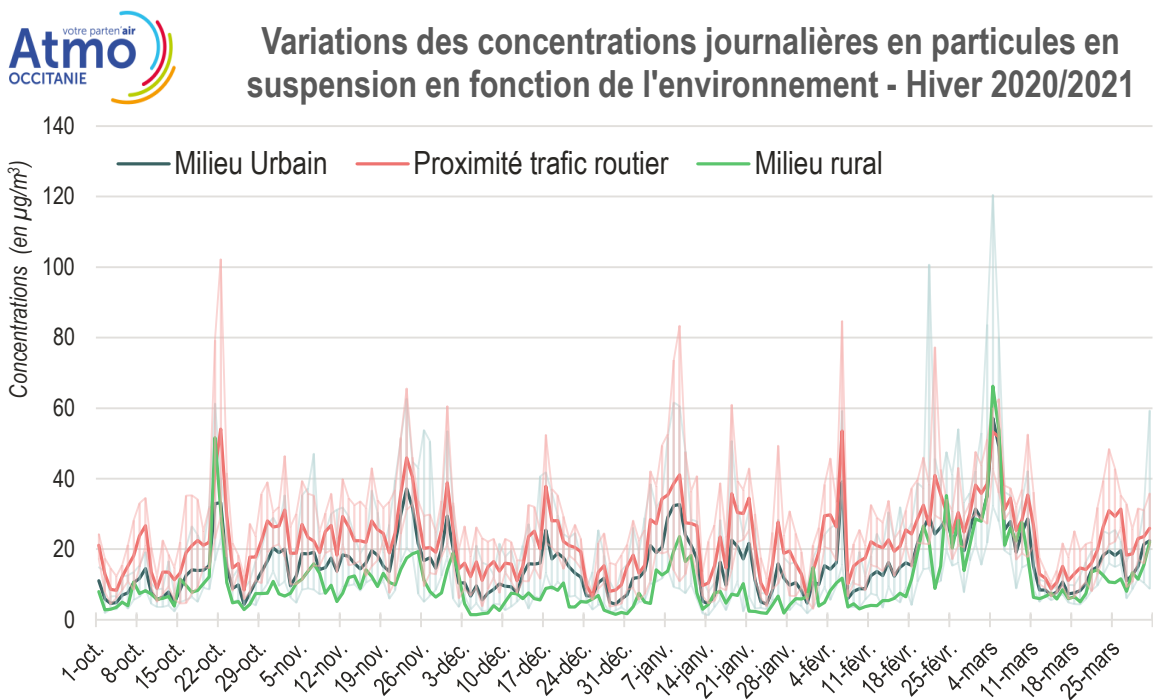
Les cartographies des moyennes hivernales (15 octobre 2020 au 15 avril 2021) à l'échelle de la région montrent que les concentrations sont également légèrement plus élevées le long des grands axes autoroutiers.





3.2. Variations journalières corrélées sur l'ensemble de la région

Le graphique ci-dessous permet de comparer les niveaux de particules PM₁₀, moyennés en fonction des différents environnements : mesure à proximité du trafic routier, en milieu urbain, ou en milieu rural. Les concentrations minimales et maximales mesurées par le dispositif de stations sont également représentées à l'aide d'aires hachurées en bleu (milieu urbain) ou en rose (proximité trafic routier).



Les niveaux sont en moyenne plus élevés à proximité du trafic routier en raison des émissions de particules dues à la circulation routière, qu'en milieu urbain, à distance des principaux axes routiers. Les concentrations les plus faibles sont observées en milieu rural, éloigné de toute source d'émissions anthropiques.

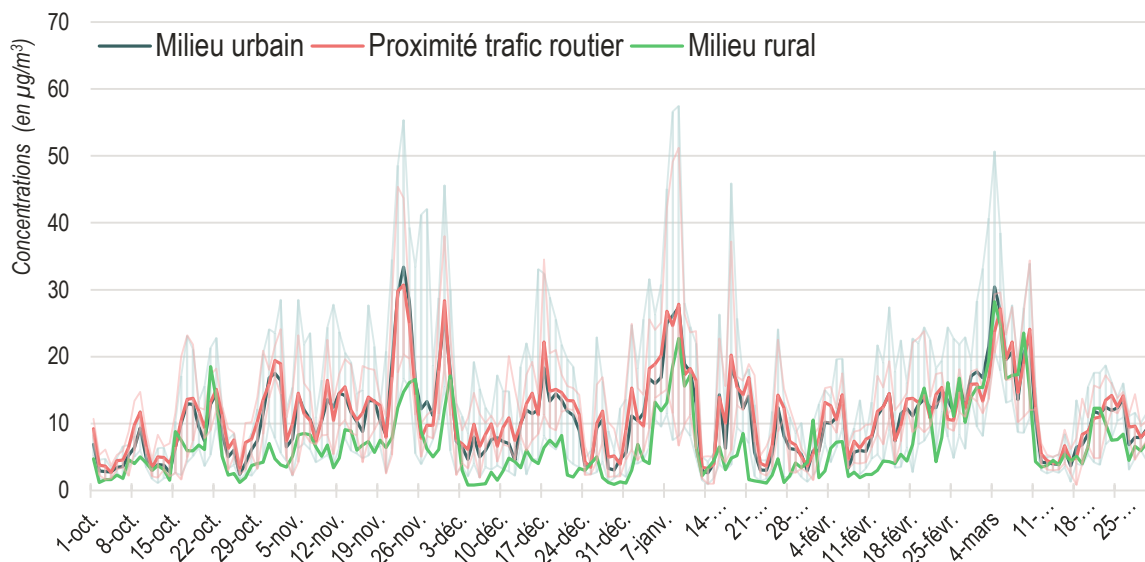
Les variations journalières des niveaux de particules apparaissent relativement bien corrélées à l'échelle de l'Occitanie, avec notamment des augmentations sur certaines périodes enregistrées sur l'ensemble des capteurs comme le 22 octobre 2020 ou entre le 1^{er} et le 7 mars 2021.

Ainsi, les concentrations de particules sur la région se traduisent par la superposition d'un fond régional et d'influences locales, notamment les émissions liées aux activités humaines.

Ces mêmes résultats s'observent également pour les particules fines (PM_{2,5}), présentées sur le graphique ci-dessous. Les écarts entre les niveaux à proximité du trafic routier ou en milieu urbain sont cependant plus ténus que pour les particules en suspension (PM₁₀).



Variations des concentrations journalières en particules fines en fonction de l'environnement - Hiver 2020/2021



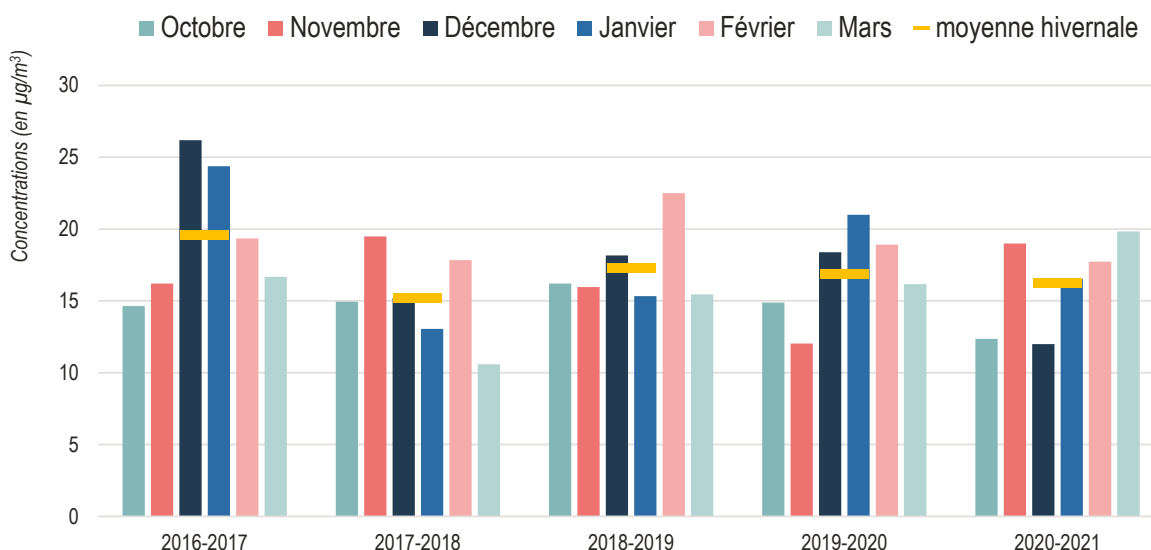
3.3. Moyenne hivernale stable en 2021

Les concentrations moyennes mesurées lors de l'hiver 2020-2021 sont similaires à celles relevées lors des trois hivers précédents et légèrement plus faibles que celles de l'hiver 2016-2017. Ce résultat est observable sur la moyenne des six mois considérés mais également sur les minimas et maximas mensuels enregistrés chaque année.

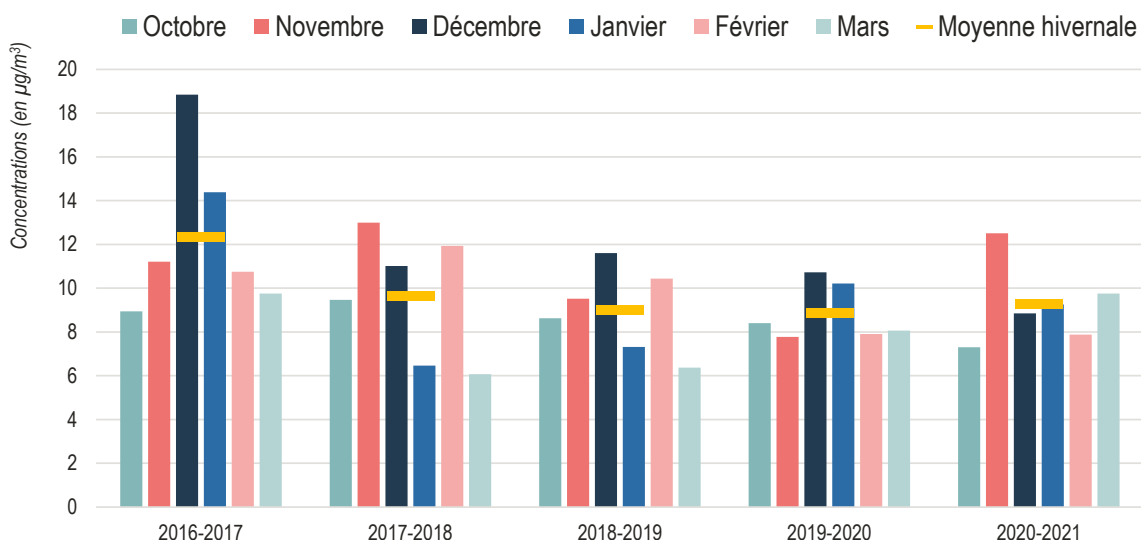
L'hiver 2020-2021 présente cependant une particularité avec des **niveaux au mois de mars 2021 relativement élevés** par rapport aux années précédentes, notamment pour les PM₁₀. Ce résultat s'explique par un **épisode de pollution de plusieurs jours ayant touché une large partie de la région**, détaillé au §4.4.7.



Évolution des concentrations de PM₁₀ lors de la période hivernale en Occitanie (hors trafic)



Évolution des concentrations en PM_{2,5} lors de la période hivernale en Occitanie (hors trafic)



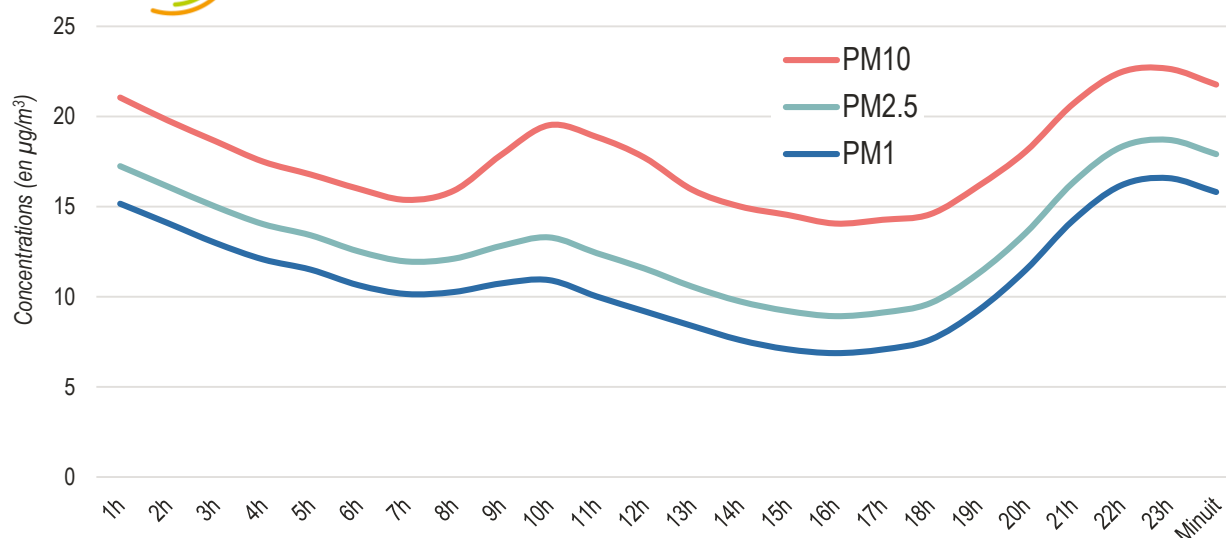
3.4. Concentrations urbaines influencées par les activités humaines

3.4.1. Profil journalier hivernal moyen

Les profils temporels des concentrations de particules permettent de mettre en évidence certaines caractéristiques liées aux sources émettrices. Le fond urbain toulousain sur les cinq dernières années a été pris comme exemple pour illustrer ces différents résultats.



Profil journalier des concentrations de particules en période hivernale - Milieu urbain toulousain - 2017-2021



Dispositifs de chauffage :

À partir de 18h, les concentrations en particules augmentent et restent plus élevées pendant la nuit, correspondant aux plages de fonctionnement du chauffage résidentiel. Ce sont essentiellement des particules PM₁ qui sont émises.

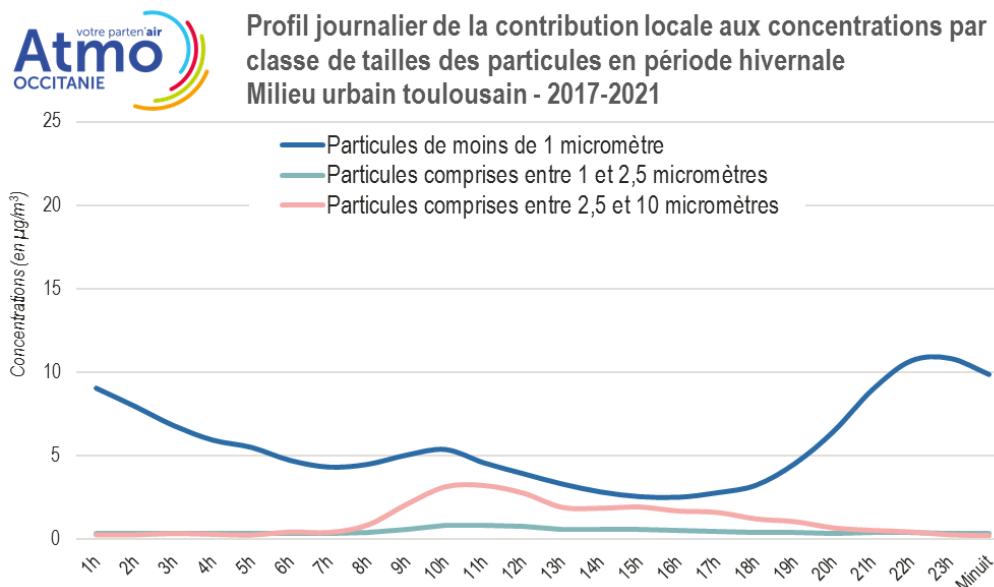
Trafic routier :

Entre 8h et 10h, lorsque la circulation est la plus importante (heure de pointe du matin), les concentrations augmentent pour les particules PM₁₀, et dans une moindre mesure pour les particules PM_{2.5} et PM₁. La part des particules plus grosses reste légèrement plus élevée jusqu'au soir.

3.4.2. Contribution des sources d'émission en fonction de la granulométrie

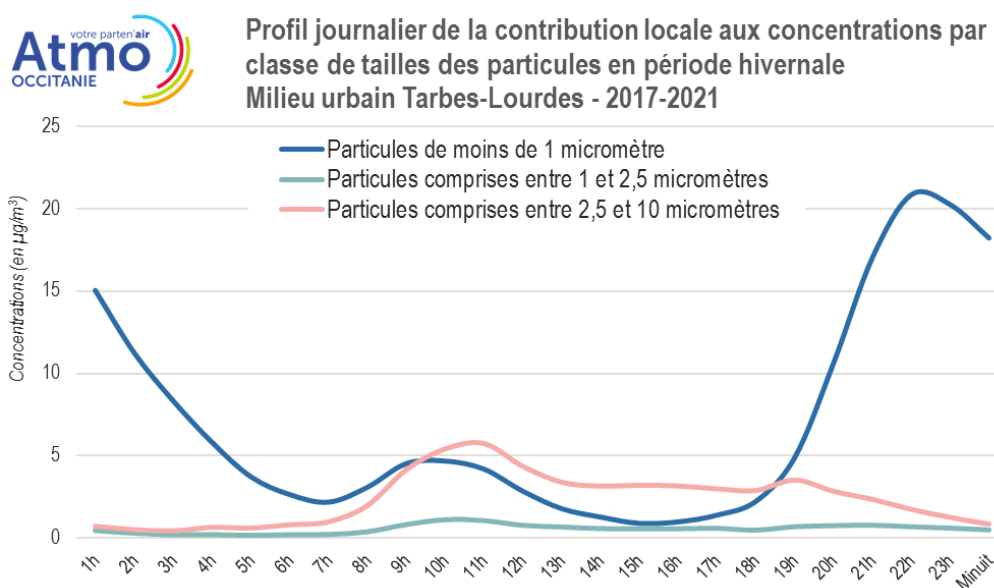
Afin de mieux caractériser les sources anthropiques et leur influence locale, les graphiques suivants présentent les profils des concentrations par classe de taille distinctes (<1 µm ; entre 1 et 2,5 µm ; entre 2,5 et 10 µm) et en soustrayant la valeur du fond rural mesuré à Peyrusse-Vieille dans le Gers.

La contribution du chauffage résidentiel sur la période hivernale, visible sur les PM₁ pendant la nuit, apparaît ainsi plus importante que celle liées à l'activité anthropique en journée (trafic routier principalement), visible sur les particules les plus grosses, entre 2,5 et 10 µm.



Les mêmes influences sont visibles sur l'agglomération de Tarbes-Lourdes, mais la contribution locale du chauffage résidentiel est nettement plus prononcée. Deux raisons principales permettent d'expliquer ce résultat :

- un contexte météorologique moins propice à la dispersion des polluants ;
- une utilisation plus importante du bois de chauffage, combustible particulièrement émetteur de particules notamment lors de l'emploi d'appareils anciens ou en foyers ouverts.



4. ÉPISODES DE POLLUTION

4.1. Qu'est-ce qu'un « épisode de pollution » ?

Un épisode de pollution correspond à une période lors de laquelle les concentrations de polluants dans l'air ne respectent pas, ou risquent de ne pas respecter, les niveaux réglementaires. Les seuils à respecter obéissent à plusieurs critères prédéfinis : pourcentage de surface de la zone ou pourcentage de population impactés, niveau réglementaire franchi, durée de l'épisode...

Deux niveaux permettent de hiérarchiser l'intensité de l'événement :

● Niveau d'information et de recommandation

Niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population. Ce niveau rend nécessaire la publication d'informations immédiates et adéquates à destination de ces groupes, et des recommandations pour réduire certaines émissions.

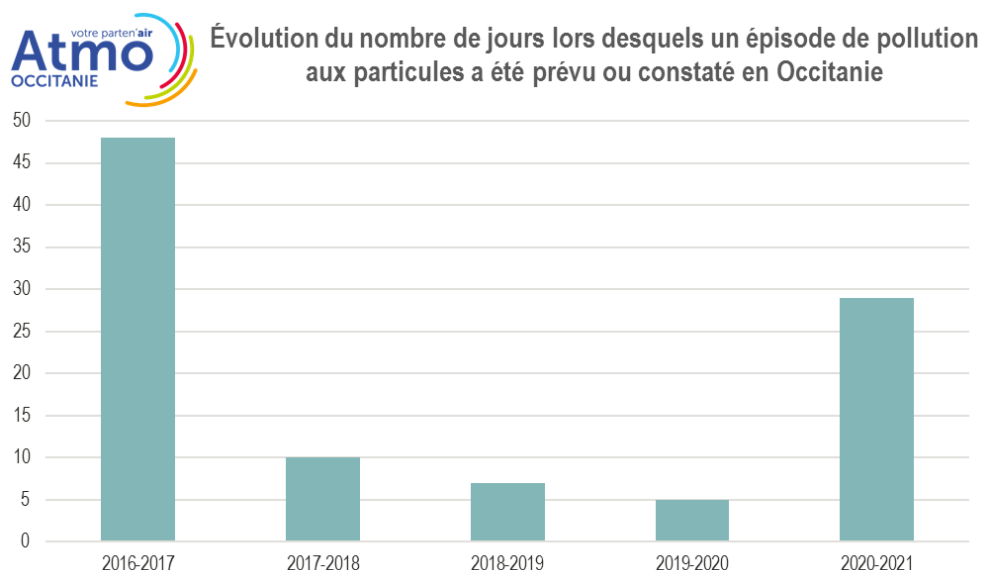
● Niveau d'alerte

Niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou un risque pour la dégradation de l'environnement, justifiant la mise en œuvre de mesures d'urgence. Le niveau d'alerte sur persistance est déclenché lorsque le niveau d'information et recommandation est prévu pour le jour même et le lendemain.

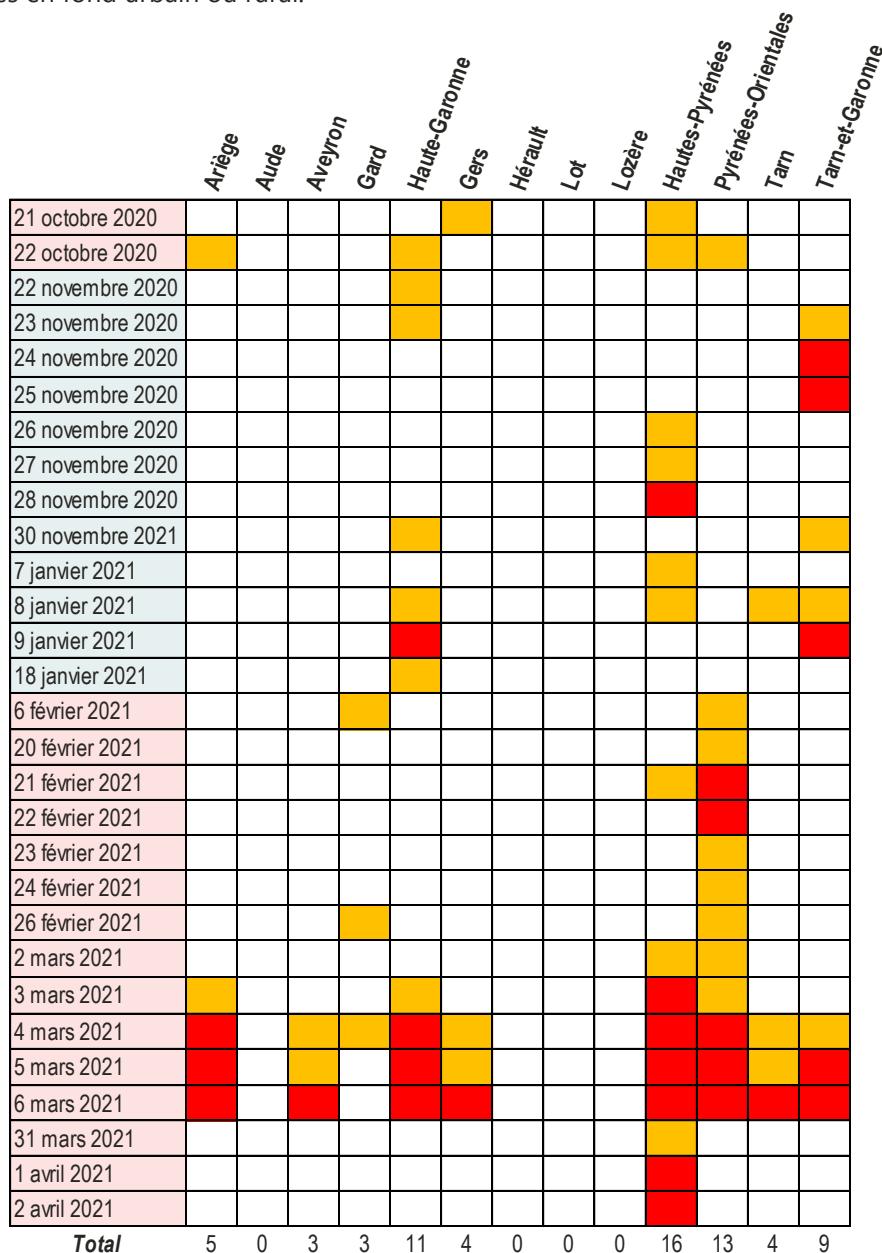
Pour les particules en suspension (PM₁₀), le niveau d'information et de recommandation correspond à une moyenne journalière de 50 µg/m³ et le niveau d'alerte à une moyenne journalière de 80 µg/m³ ou à une persistance du dépassement du niveau d'information sur plus de 2 jours consécutifs.

4.2. Des épisodes de pollution plus nombreux en Occitanie

Entre le 15 octobre 2020 et le 15 avril 2021, 29 jours ont été concernés par un épisode de pollution aux particules en suspension prévu ou constaté ayant touché au moins un département d'Occitanie. Ce nombre est en forte hausse par rapport aux 3 saisons précédentes.



Le tableau suivant présente l'ensemble des épisodes observés entre la fin du mois d'octobre et le début du mois d'avril. Aucun dépassement du seuil des 50 µg/m³ n'a été mesuré en dehors de cette période par des stations placées en fond urbain ou rural.



Fond saumon = épisodes désertiques Procédure d'information et de recommandation
Fond bleu = épisodes hivernaux urbains Procédure d'alerte

Les départements de la zone pyrénéenne et ceux de l'ouest de la région ont été les plus touchés par des épisodes de pollution aux particules : Hautes-Pyrénées, Pyrénées-Orientales, Haute-Garonne et Tarn-et-Garonne comptent respectivement 16, 13, 11 et 9 épisodes alors que Aude, Hérault, Lot et Lozère n'en ont observé aucun.

Sur cette même période autour de notre région, Atmo Nouvelle-Aquitaine a déclenché pendant 26 jours une procédure dans l'un de ses départements (les épisodes concernaient essentiellement les Pyrénées-Atlantiques et la Gironde). Le territoire d'AtmoSud a connu 6 journées de procédures, les territoires les plus impactés étant les Alpes-Maritimes, le Var et les Hautes-Alpes. Atmo AuRA a déclenché une procédure lors de 25 journées, les épisodes ont touché de façon plus marquée l'Isère, le Rhône et la Haute-Savoie.

4.3. Épisodes de pollution par origine des particules

4.3.1. Les épisodes liés aux particules désertiques

Dans certaines conditions, des dépressions se forment sur le désert saharien et des vents violents mettent en suspension des grains de sable. En percutant les sols ceux-ci pulvérisent les argiles et de grandes quantités de particules sont mises en suspension. Les particules sont alors généralement transportées entre 1 et 5 kilomètres d'altitude sur des distances pouvant dépasser les 2 000 kilomètres.

Lorsque ces masses d'air parviennent au sol, ce phénomène d'import de particules désertiques se traduit par une hausse marquée des concentrations de particules en suspension de moins de 10 micromètres (PM₁₀). Les grains de sable, plus gros, retombent au sol avant d'atteindre le nord de la méditerranée.

Au cours des épisodes sahariens, les concentrations en particules fines de moins de 2,5 micromètres (PM_{2.5}) augmentent dans une moindre mesure car ces dernières sont davantage liées aux activités anthropiques (notamment combustions). La fraction des particules très fines de moins de 1 micromètre (PM₁), essentiellement constituée de résidus de combustions, n'est pas influencée par l'apport d'éléments désertiques¹.

Lors des épisodes de pollution liés aux particules désertiques, les particules importées s'ajoutent aux autres types de particules déjà présentes au niveau local.

4.3.2. Les épisodes liés aux spécificités de la période hivernale

En hiver, des émissions plus élevées en raison des dispositifs de chauffage et des conditions météorologiques propices à l'accumulation des polluants : Plus les rejets sont importants, plus les concentrations en polluants dans l'air risquent d'être élevées. En hiver, les émissions dues au chauffage des habitations et bâtiments sont les principales responsables de la pollution aux particules fines. Le transport et les activités industrielles participent également aux émissions de polluants atmosphériques. Cette hausse des émissions s'accompagne souvent, lors de la saison hivernale, de phénomènes d'inversions de température (forte pression, températures froides et absence de vent), qui bloquent les polluants dans les basses couches de l'atmosphère. Généralement l'épisode de pollution ne prend fin que lorsque les conditions météorologiques deviennent plus favorables à la dispersion des polluants (vent marqué dispersant les substances émises) ou au lessivage de l'atmosphère (polluants rabattus au sol par les précipitations).

Une topographie souvent défavorable à la dispersion : le relief est un facteur contraignant l'écoulement des masses d'air qui peuvent être freinées, voire bloquées, par une colline ou un flanc de montagne. Une topographie en « cuvette » ou une vallée enserrée entre deux massifs va considérablement amplifier le phénomène d'accumulation des polluants car la dispersion horizontale des polluants sera contrainte. A contrario, les zones de plaine ou le long des grands fleuves bénéficieront d'une dispersion verticale et horizontale maximale².

¹ L'Institut de Veille Sanitaire a produit une note de synthèse présentant les caractéristiques essentielles des particules désertiques (origine, trajectoire, composition, effets sur la santé). Ce document est accessible en version numérique à l'adresse suivante :

https://www.corse.ars.sante.fr/sites/default/files/2017-02/Etude_InVS_CIRE_vents_de_sable.pdf

² <https://www.atmo-auvergnealpes.fr/actualite/quoi-sont-dus-les-episodes-de-pollution-hivernaux>

Dans les vallées pyrénéennes, ces différents aspects se combinent. Les températures, plus basses en altitude, favorisent le recours au chauffage qui, en raison des ressources disponibles, est souvent assuré par des dispositifs fonctionnant au bois. S'y ajoutent dans certains secteurs la pratique de l'écobuage à l'origine de fortes émissions de particules. La géographie locale accentue les phénomènes de pollution avec des vallées, principales zones habitées, qui forment des cuvettes piégeant les polluants.

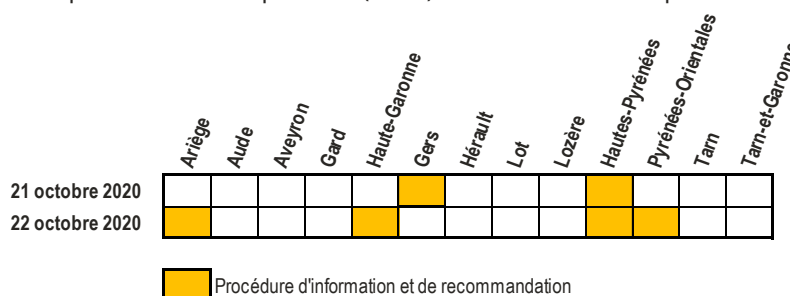
4.4. Détail des différents épisodes

Dans la partie suivante, pour chaque épisode de pollution identifié est indiqué :

- le communiqué diffusé par Atmo Occitanie lors du déclenchement de la procédure ;
- les départements concernés, le niveau de la procédure et les journées durant lesquelles l'épisode a été observé ;
- pour une station représentative d'un territoire concerné par l'épisode, un graphique permettant d'observer l'évolution des concentrations mesurées au cours de l'épisode ainsi que 5 jours avant et après la fin de celui-ci. L'évolution des trois tailles de particules mesurées par les dispositifs est présentée sur un même graphique : Les particules en suspension de moins de 10 micromètres (PM_{10}), les plus grossières, les particules fines de moins de 2,5 micromètres ($PM_{2,5}$) ainsi que les particules très fines inférieures au micromètre (PM_1) ;
- des documents complémentaires (cartes de modélisation, données météorologiques, évolution du nombre de particules) aidant à comprendre la dynamique de l'épisode observé.

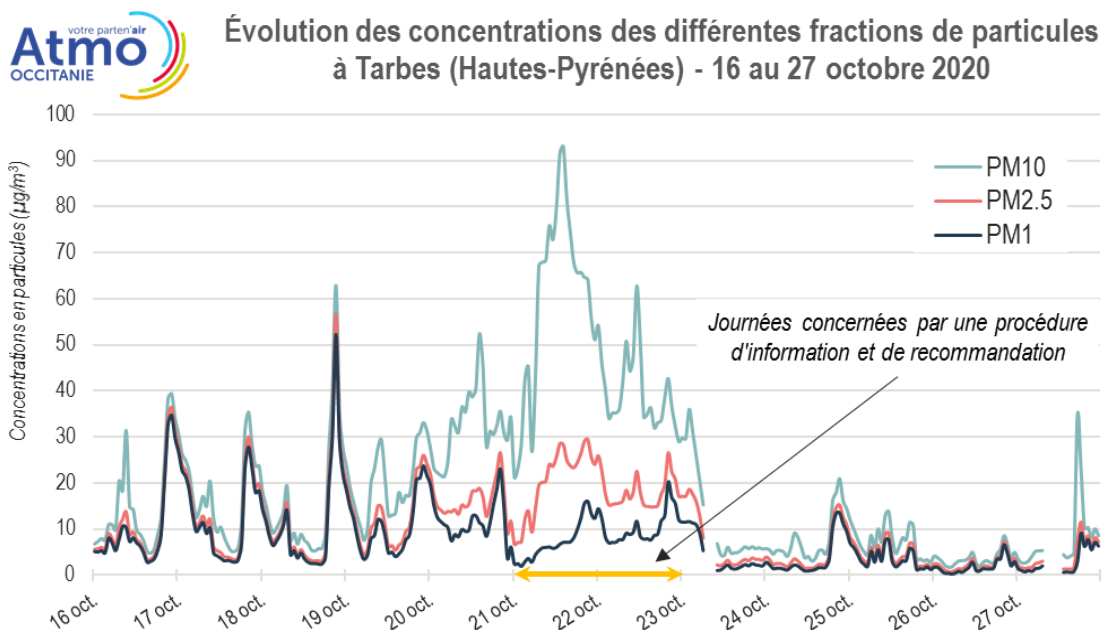
4.4.1. Épisode de pollution observé du 21 au 22 octobre 2020

Communiqué publié par Atmo Occitanie : Une masse d'air chargée de particules désertiques est présente sur une large partie de la région Occitanie. Les niveaux de concentration en particules en suspension (PM₁₀) sont en hausse sur plusieurs départements.



Pendant les deux journées de l'épisode, une procédure d'information et de recommandation est déclenchée dans les Hautes-Pyrénées ; la station de Tarbes est prise comme référence dans cette partie. Ce dispositif a enregistré lors du pic de concentration du 21 octobre une moyenne horaire de 93 µg/m³.

Sur le graphique qui suit, il est possible de suivre l'évolution des concentrations en particules.

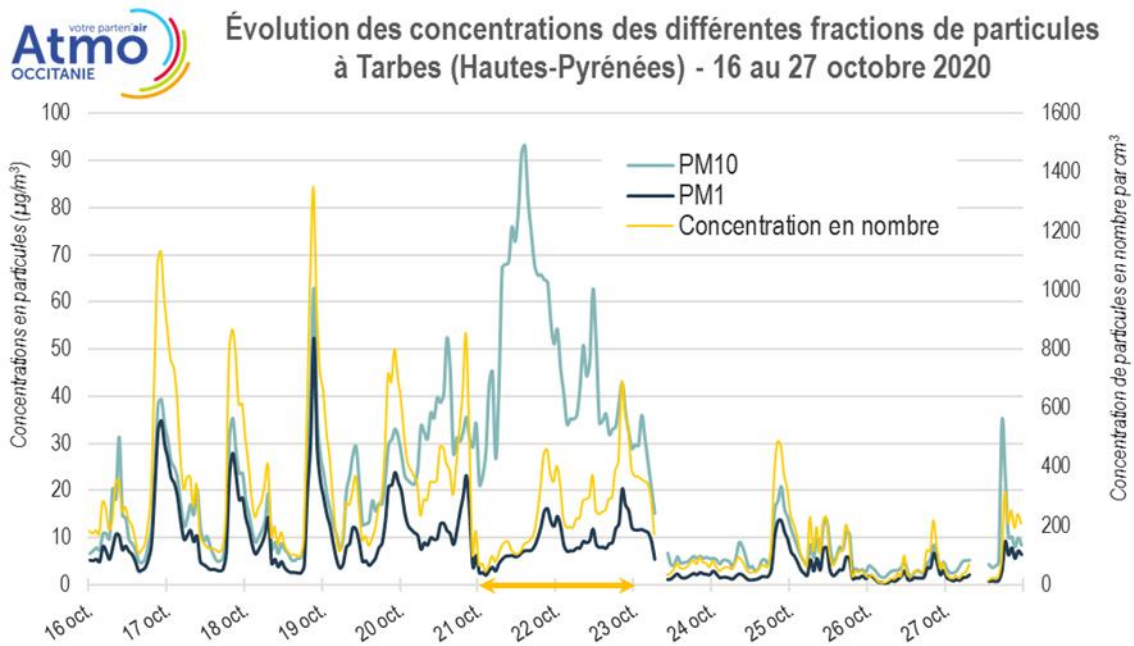


On observe que lors des nuits des 16, 17 et 18 octobre 2020 précédant l'épisode de pollution, l'essentiel de la concentration mesurée en particules PM₁₀ est constitué par des particules très fines de moins de 1 micromètre. La hausse régulière des concentrations nocturnes en cette période froide de l'année est attribuable à l'activation des dispositifs de chauffage.

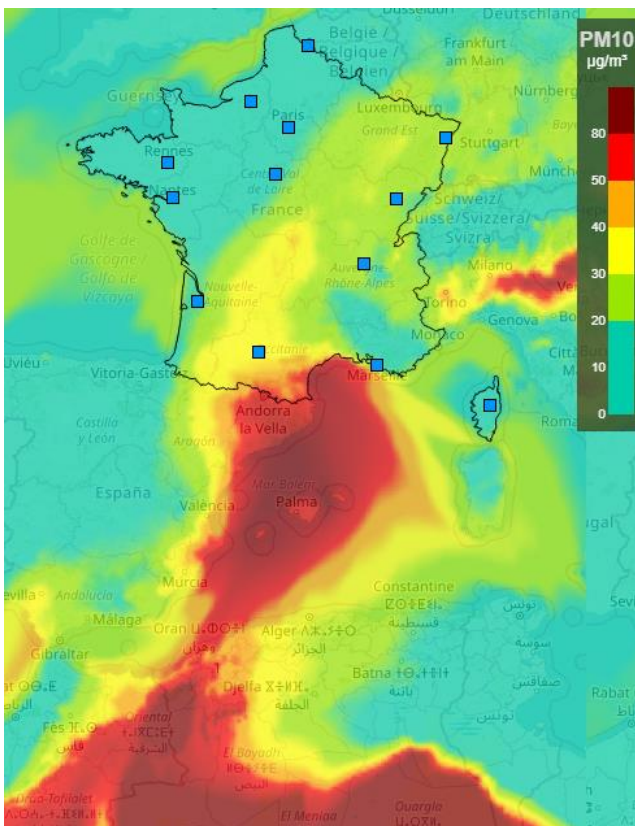
Dès le milieu de la journée du 19 octobre, les concentrations de particules PM₁₀ augmentent. Ce phénomène va s'amplifier jusqu'à atteindre un maximum le 21 octobre en milieu de journée. Lors de cet extremum, les concentrations des particules très fines restent relativement limitées, les valeurs observées pour les particules fines augmentent mais ce sont principalement les particules en suspension supérieures à 2,5 µm, plus grossières qui sont responsables de la hausse.

Ces constatations sont caractéristiques d'un épisode de pollution aux particules désertiques (voir 4.3.1).

L'appareil installé à Tarbes permet également de compter les particules et d'évaluer ainsi une concentration en nombre de particules par centimètre cube. Cette concentration est représentée ci-dessous (courbe or) :



On peut noter que lors du pic de concentration du 21 octobre, le nombre de particules n'augmente pas. Les plus grosses particules constituent une part importante de la masse de particules mesurée mais ne représentent qu'une faible part du nombre total des corpuscules.

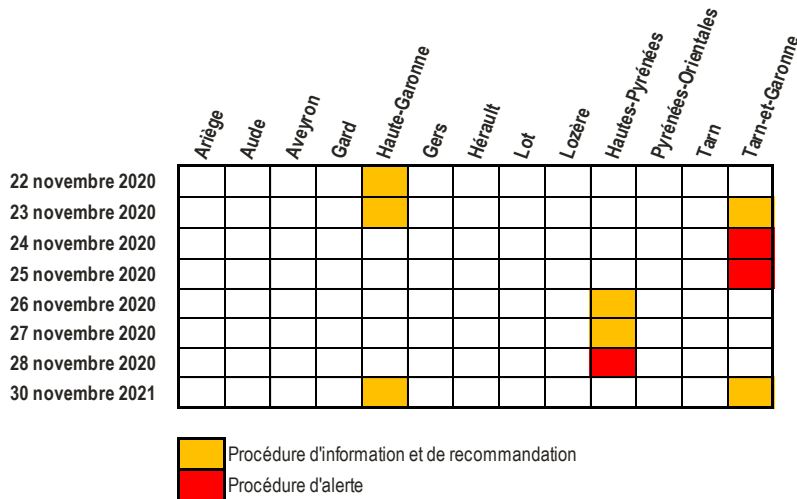


← La carte ci-contre, générée à l'aide de modélisations et d'observations par la plate-forme nationale PREV'AIR, permet de visualiser les concentrations moyennes de particules PM₁₀ pour la journée du 21 octobre 2020. On y note que les plus fortes concentrations sont observées le long d'une bande nord-sud allant de l'Afrique du Nord au sud de la France en passant par la côte Catalane. Les poussières désertiques touchant l'Occitanie provenaient du secteur sud/sud-est ce qui est confirmé par les données de Météo-France.

Au cours de la journée du 21 octobre les vents rabattant les particules faiblissent et les aérosols les plus lourds se déposent. Les fortes concentrations diminuent alors rapidement mettant fin à l'épisode.

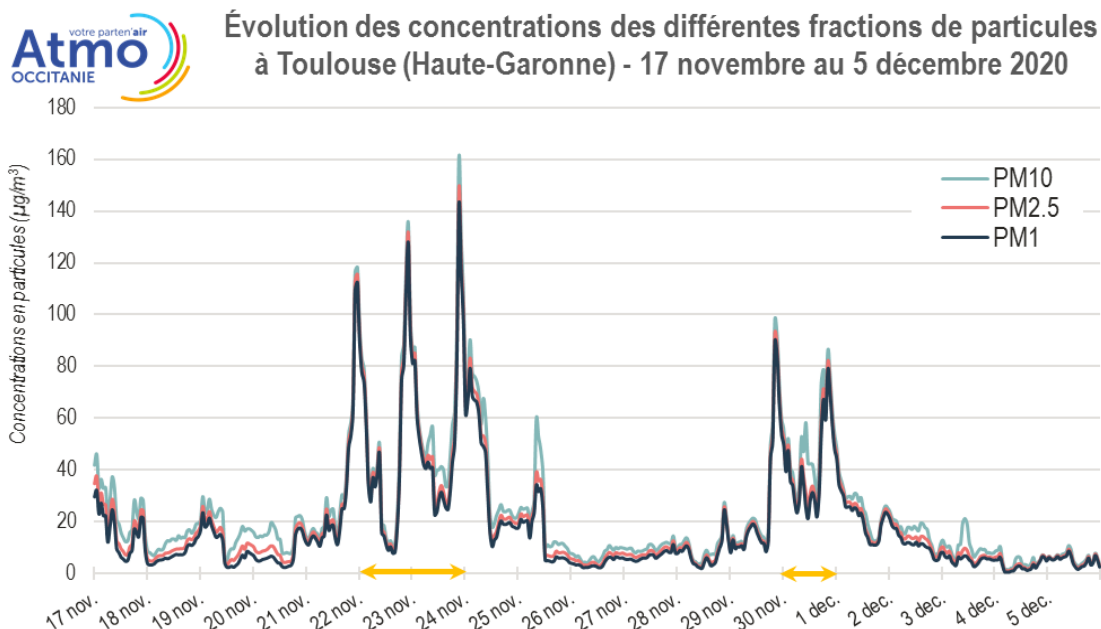
4.4.2. Épisode de pollution observé du 22 au 30 novembre 2020

Communiqué publié par Atmo Occitanie : Les conditions météorologiques limitent la dispersion des particules en suspension dans l'air sur une partie de la région Occitanie. Les niveaux de concentrations en particules PM₁₀ sont en hausse sur plusieurs départements.



La Haute-Garonne a fait l'objet de trois journées en procédure d'information. Une station située dans le fond urbain de la ville de Toulouse est prise en référence car le territoire occupe une place centrale entre les deux autres départements concernés par l'épisode de pollution.

Le graphique suivant permet d'observer que les concentrations des différentes fractions de particules se superposent tout au long de la survenue des pics : l'essentiel de la masse des particules mesurées donc est formé de particules très fine d'une taille inférieure au micromètre. Les plus fortes concentrations sont mesurées de nuit.

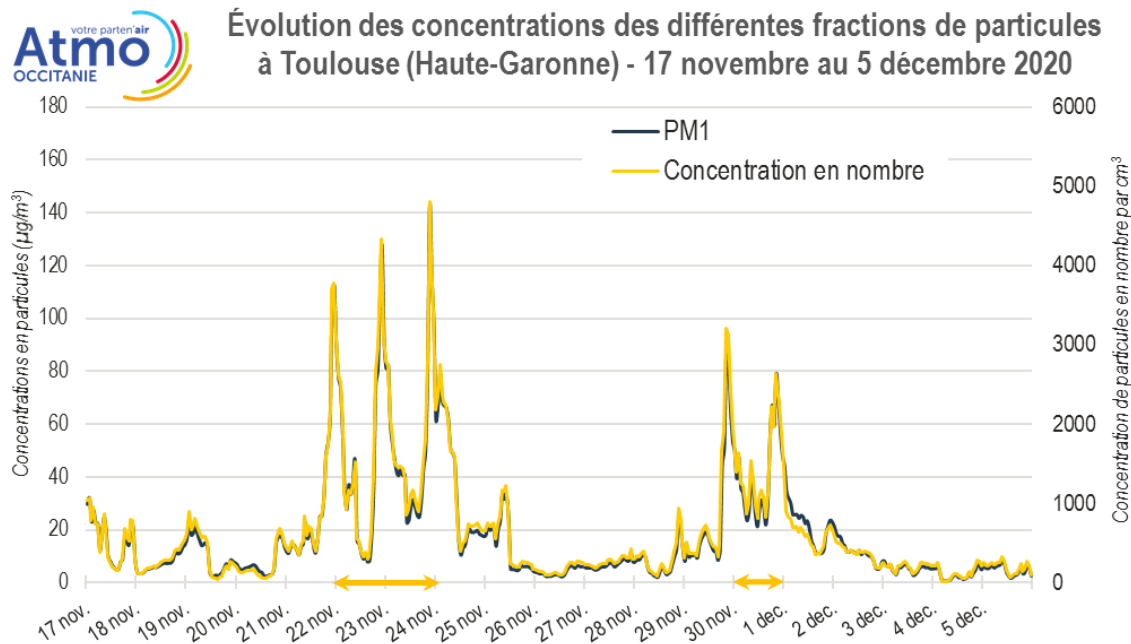


Le rapport Secten produit par le Citepa estime qu'en 2019 le secteur résidentiel comptait pour 68% des émissions de particules PM₁ en France. Les différents dispositifs de chauffage du résidentiel/tertiaire

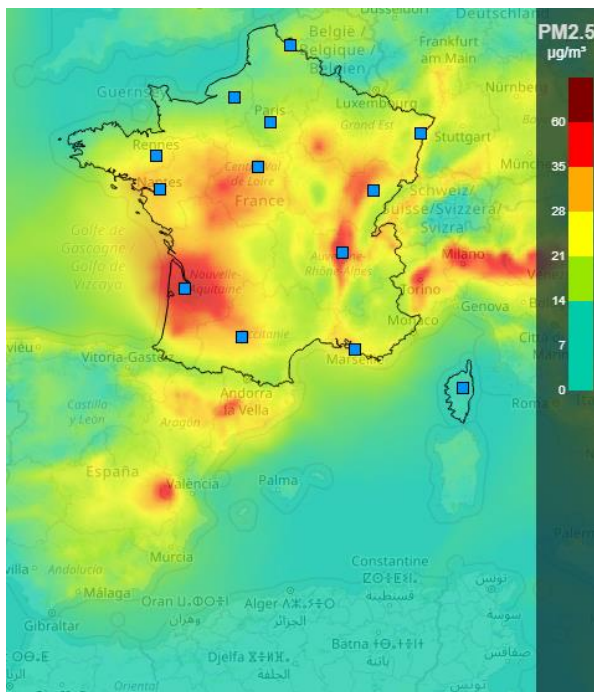
contribuant à eux seuls à hauteur de 54%³. Les pics nocturnes de particules observés à Toulouse sont ainsi liés à l'activation des appareils de chauffage.

Il s'agit ici d'un épisode caractéristique de la période hivernale, différent par nature de l'épisode précédent.

Si l'on s'intéresse à l'évolution de la concentration en nombre de particules (courbe jaune du graphique ci-dessous), on peut observer que celle-ci est parfaitement corrélée avec la concentration massique en particules très fines.



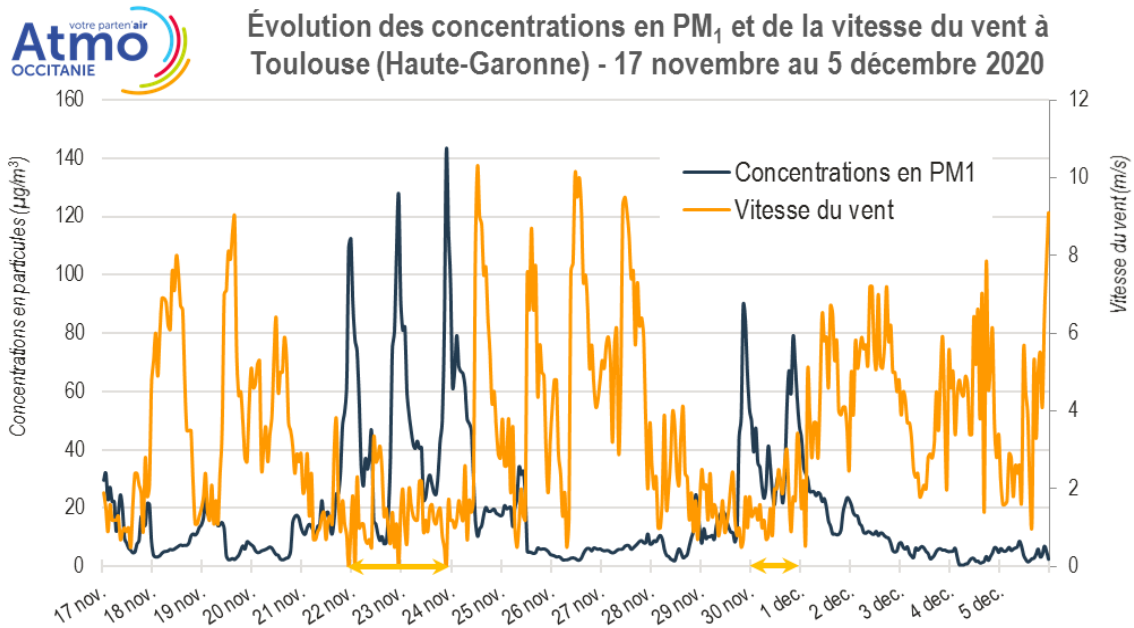
À l'inverse de ce que nous constatons lors d'un épisode désertique, le nombre de particules augmente ici fortement lors des pics de pollution. Ces derniers sont donc constitués par un nombre important de particules très fines et légères.



← La carte ci-contre, générée à l'aide de modélisations et d'observations par la plate-forme nationale PREV'AIR, permet de visualiser les concentrations moyennes de particules $\text{PM}_{2.5}$ pour la journée du 23 novembre 2020. On remarque que les masses de particules fines sont localisées et que la position de certaines nappes se situe au-dessus de grandes métropoles (Lyon, Bordeaux, Barcelone...). Une comparaison entre cette carte et celle employée pour illustrer l'épisode précédent met en évidence la différence entre la diffusion des masses de polluants en provenance d'Afrique et ceux générés localement.

³ [Citepa, juillet 2021. Inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en France.](#)

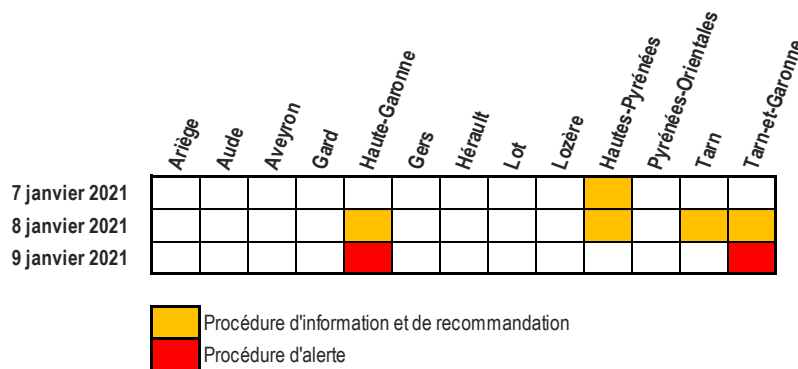
Les conditions météorologiques permettent de mieux comprendre pourquoi des valeurs de concentration élevées ne s’observent pas chaque nuit. En se basant sur les relevés d’une station météo installée dans la ville, on peut observer sur un même graphique les concentrations en particules et la vitesse des vents :



Les pics de pollutions surviennent lors des périodes où les vents sont faibles. Entre le 21 et 24 novembre, les niveaux de fond augmentent d’un jour sur l’autre à cause de conditions peu dispersives, à cause de cela les émissions dues aux dispositifs de chauffage forment chaque nuit des pics de plus en plus élevés. Suite à ces pics de pollution, on remarque que le vent gagne fortement en intensité et vient disperser les particules mettant fin à l’épisode.

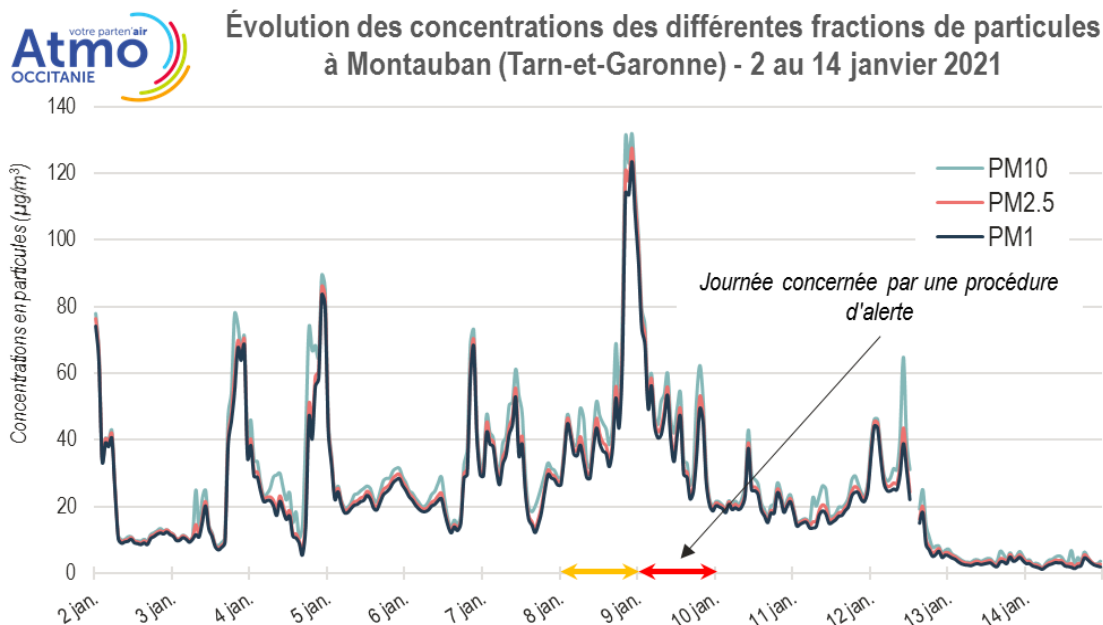
4.4.3. Épisode de pollution observé du 7 au 9 janvier

Communiqué publié par Atmo Occitanie : Les conditions météorologiques, froides et peu dispersives, favorisent l’accumulation des particules en suspension dans l’air ambiant.

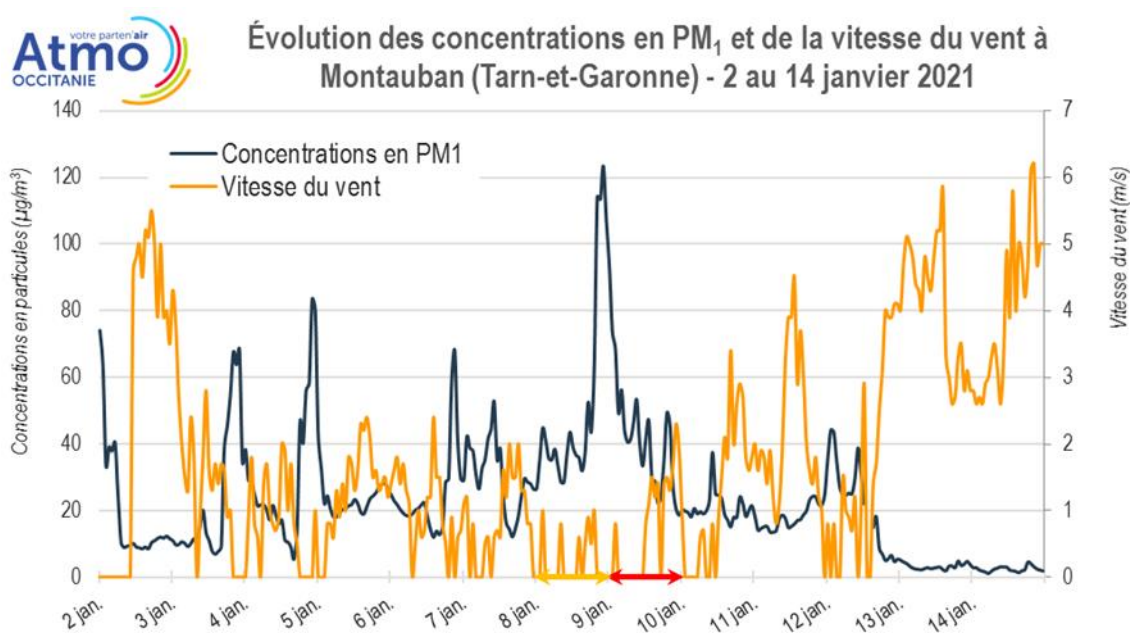


Dans le département du Tarn-et-Garonne, une procédure d’alerte a été déclenchée suite à une journée en procédure d’information. La station de Montauban va servir de référence pour observer l’épisode.

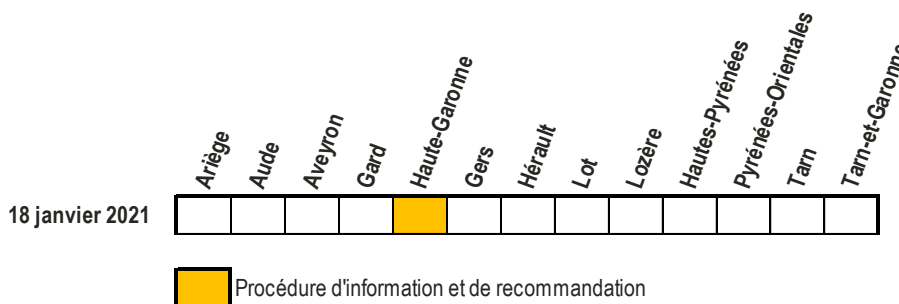
L'évolution des concentrations en particules, graphique présenté (ci-dessous), est similaire avec celle observée lors de l'épisode précédent. Les courbes des trois fractions de particules présentent les mêmes profils et les particules très fines constituent l'essentiel de la masse des particules mesurées. Les pics de pollution (le plus important par son amplitude se produisant dans la nuit du 8 au 9 janvier) sont ici encore provoqués par une hausse des concentrations des particules les plus fines :



Les températures froides de ces premières journées de janvier 2021 (-6°C à Montauban le 8 janvier, température la plus froide depuis 2019) ont entraîné une utilisation des dispositifs de chauffage générateurs de particules. Les conditions peu dispersives n'ayant pas permis au polluant de se dissiper lors des journées précédentes, les particules se sont accumulées jusqu'au 9 janvier en fin de journée où s'observe un coup de vent. Les vents gagnent ensuite en intensité ramenant les concentrations en particules à des niveaux particulièrement faibles, comme l'illustre le graphique suivant :

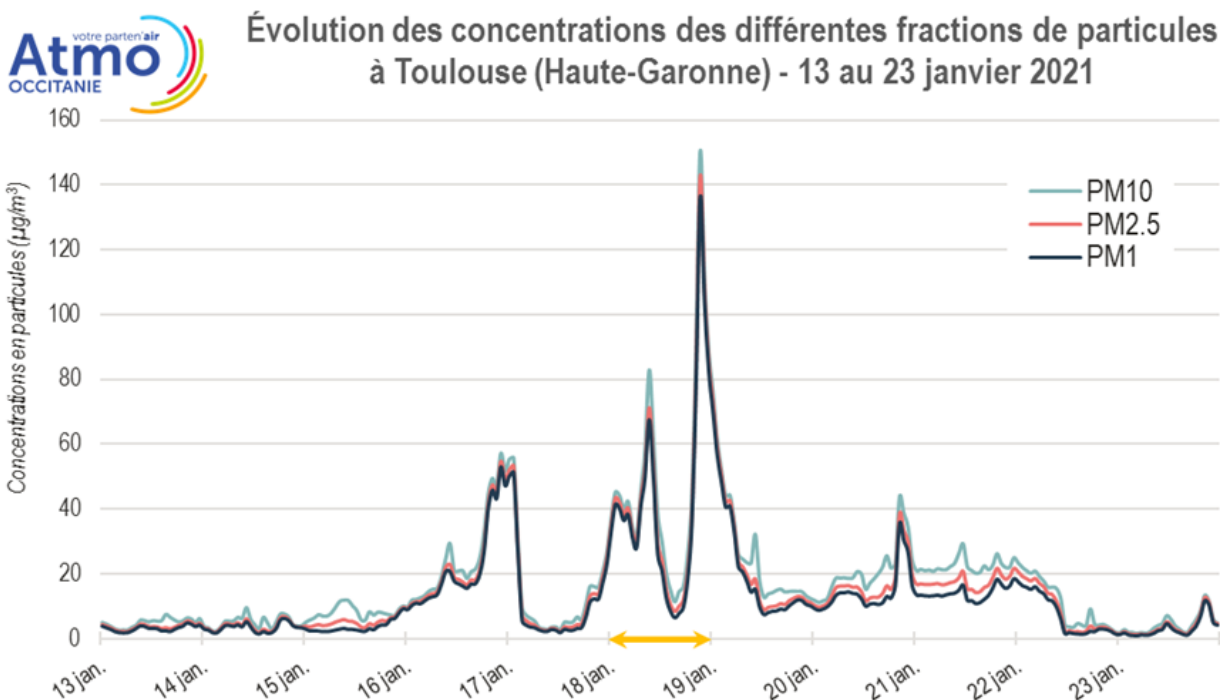


4.4.4. Épisode de pollution observé le 18 janvier



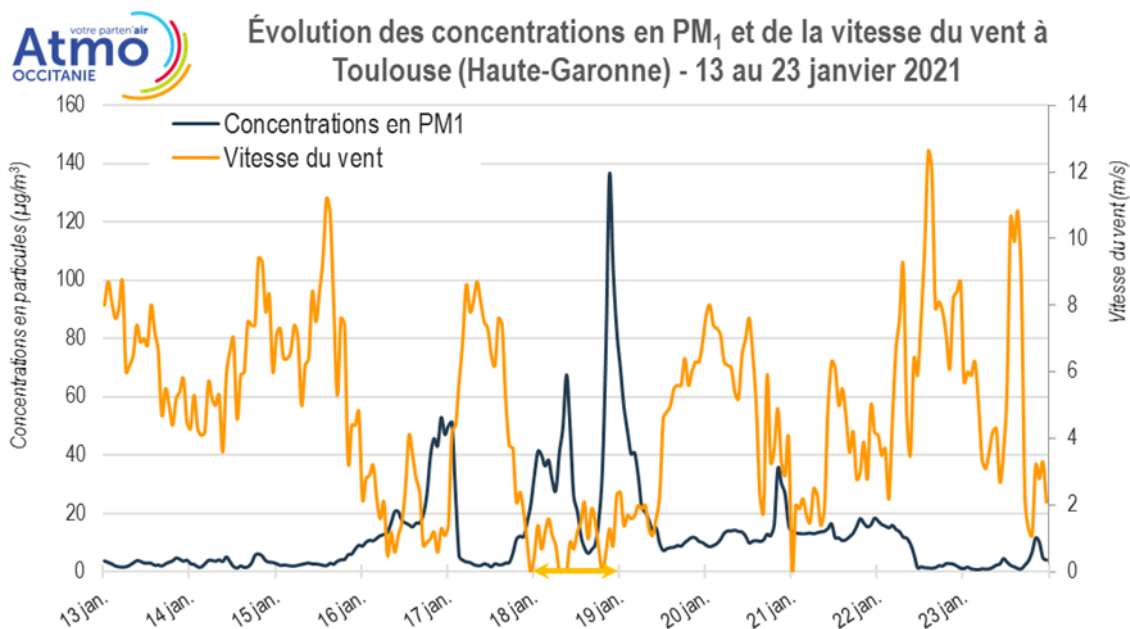
Constaté a posteriori, cet épisode de pollution n'a touché que la Haute-Garonne. Une station située dans le fond urbain toulousain (Toulouse-Mazades) est prise en exemple pour observer l'évolution des concentrations en particules sur le département.

Cet épisode est le dernier de la saison pour lequel les conditions de la période hivernale jouent un rôle de premier plan. Ici encore les concentrations des trois fractions de particules sont du même ordre de grandeur et l'essentiel de la masse comme du nombre de particules est constitué par les poussières les plus fines (moins d'un micromètre).



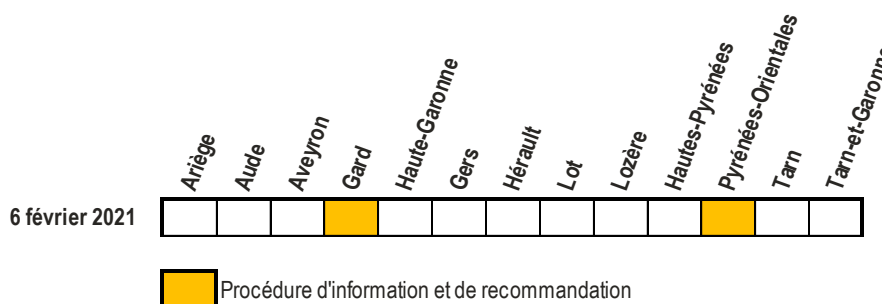
L'évolution croisée des concentrations et de la vitesse des vents apporte les mêmes enseignements que lors de l'épisode précédent.

Dans la nuit du 16 au 17 janvier, les concentrations en particules s'élèvent au-dessus de 50 µg/m³ mais une bonne brise soufflant le 17 janvier va dissiper le polluant. Les niveaux remontent dans la nuit du 18 au 19 alors que l'intensité des vents devient nulle. Une légère brise reprenant dans la journée, les concentrations vont baisser avant de remonter pour former un pic dans la nuit du 18 au 19. On observe que le pic de pollution est concomitant avec des conditions anticycloniques. Les vents, gagnant en intensité dans les journées suivantes, viennent mettre un terme à l'épisode de pollution.



4.4.5. Épisode de pollution observé le 6 février 2021

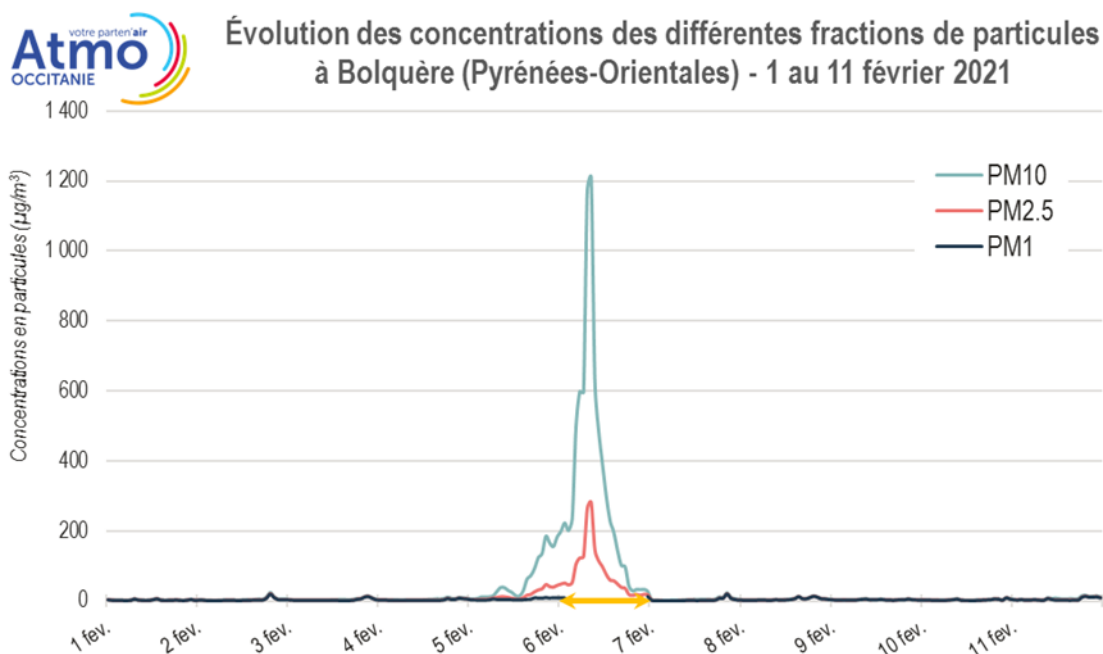
Communiqué publié par Atmo Occitanie : Phénomène lié aux poussières désertiques.



Une procédure d'information et de recommandation était déclenchée dans le Gard et les Pyrénées-Orientales. Les mesures effectuées dans ce dernier département, à Bolquère, ont atteint des niveaux extrêmement élevés (concentration de particules en suspension PM₁₀ mesurée à 1210 µg/m³ le 6 février 2021, en moyenne horaire maximale). Cette station est prise comme référence dans cette partie.

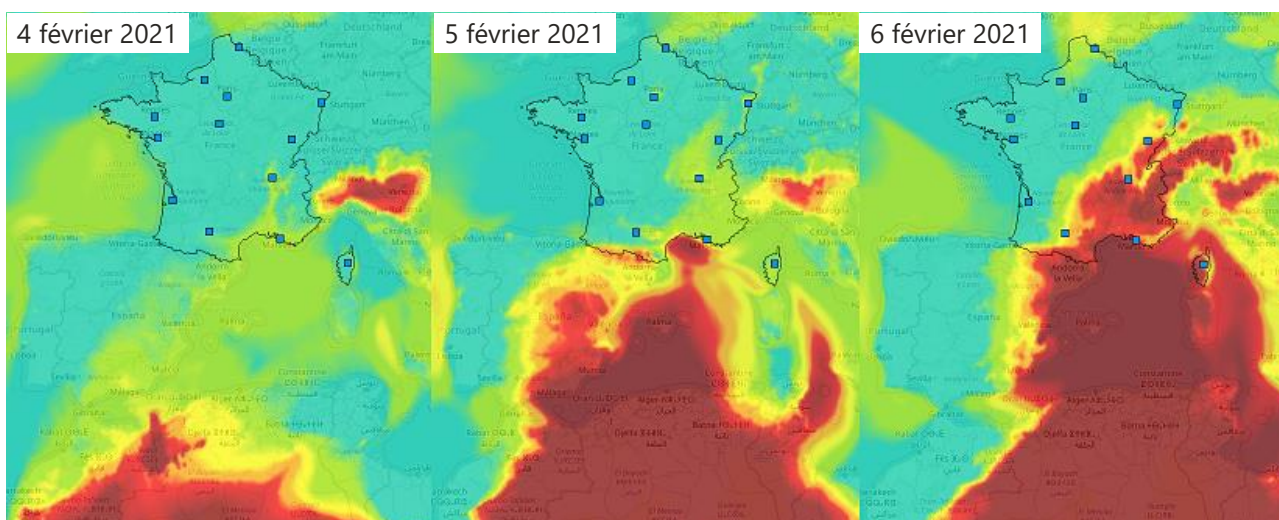
Remarquable par son intensité, cet épisode de pollution ne s'est toutefois pas prolongé dans la durée et des concentrations horaires supérieures à 50 µg/m³ n'ont été observées que pendant 27 heures. Les valeurs exceptionnelles mesurées à Bolquère n'ont pas été observées par les autres stations de mesures du département (maximum horaire de 112 µg/m³ pour les PM₁₀ dans Perpignan ce jour-là).

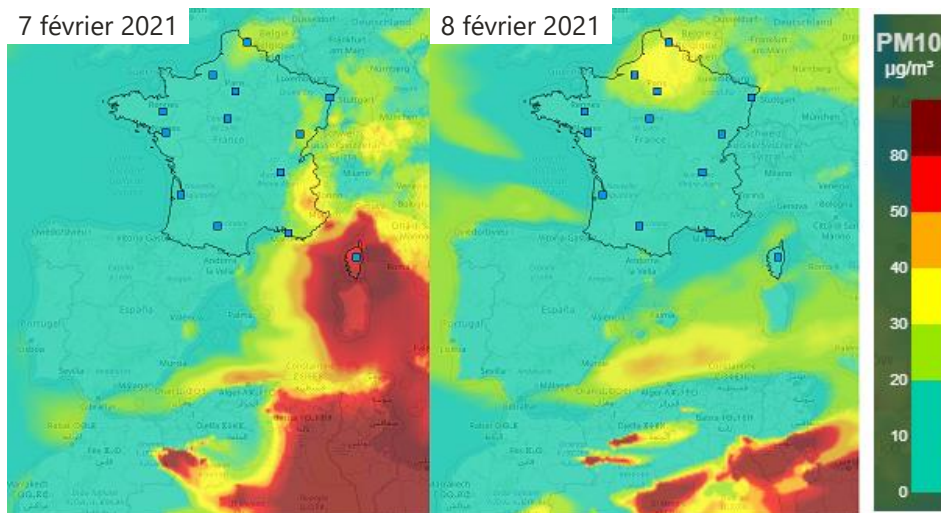
Sur le graphique qui suit, il est possible d’observer l’évolution des concentrations en particules mesurées au cours de l’épisode. L’échelle choisie, mettant en valeur le pic de concentration en PM₁₀ du 6 février, ne permet pas de suivre les variations des concentrations en particules très fines (moyenne de 3 µg/m³ sur la période) :



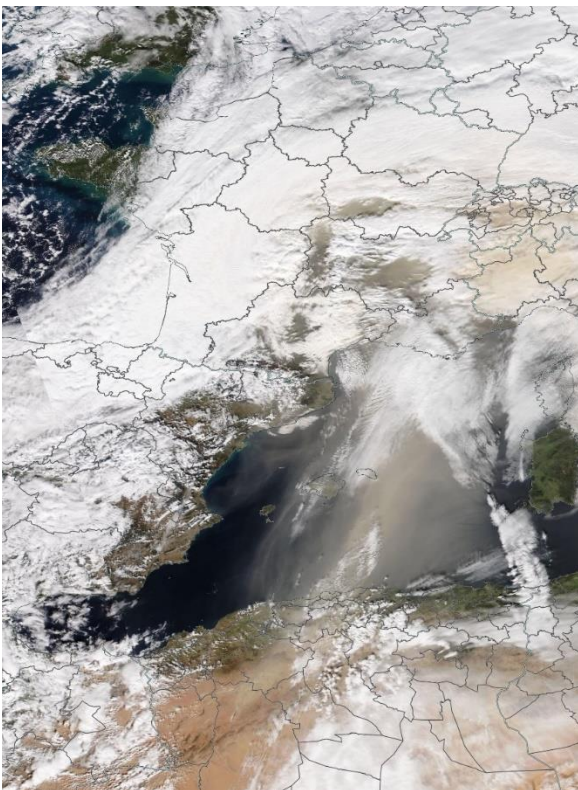
Comme ce fut le cas lors de l’épisode désertique du 21 octobre 2020, les concentrations en particules en suspension PM₁₀ ont évolué vers des niveaux bien plus élevés que pour les particules fines PM_{2.5}. Il s’agit ici d’un apport de particules de sables en provenance du Sahara. Les données fournies par Météo-France retraçant les trajectoires des particules viennent confirmer cette provenance.

Les cartes générées à l’aide de modélisations et d’observations par la plate-forme nationale PREV’AIR, permettent de visualiser les concentrations moyennes de particules PM₁₀ entre le 4 et le 8 février 2021. On peut y observer le déplacement des masses d’air chargées de particules en provenance d’Afrique du Nord. Le 5 février, les poussières traversent la méditerranée et une partie de la péninsule ibérique du sud vers le nord. Le 6 février l’ensemble du sud-est de la France et les Alpes sont touchés par la pollution. Le nuage de particules va ensuite se déplacer vers l’est du bassin méditerranéen avant de se dissiper.





En complément, le nuage de sable traversant la Méditerranée peut être observé sur des photographies par satellites produites par la NASA⁴ :



← Photographie par satellite de la situation du 6 février 2021. Le nuage de sable se situe au-dessus de la mer Méditerranée atteignant les côtes méridionales de la France.

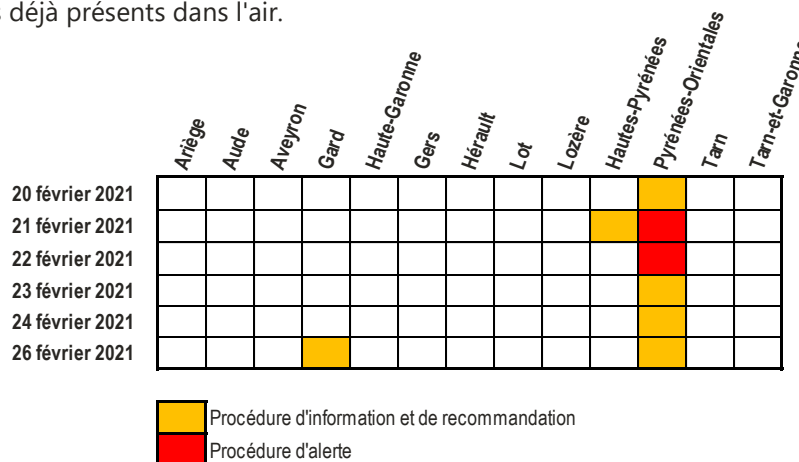
Cet épisode de pollution a touché une grande partie du sud de la France. À l'aide d'un analyseur en ligne de métaux installé sur le site de Marseille-Longchamp, le laboratoire Chimie Environnement de l'Université d'Aix-Marseille a analysé la composition chimique des particules. Entre le 6 et le 7 février 2021, une augmentation significative des concentrations en Silicium, Calcium et Titane a été relevée lors du passage de la masse d'air polluée et peut être associée aux particules d'origine désertique⁵.

⁴ <https://worldview.earthdata.nasa.gov/>

⁵ <https://lce.univ-amu.fr/en/episode-pollution-particules-dorigine-desertique-6-7-fevrier-2021-atmosud-lce>

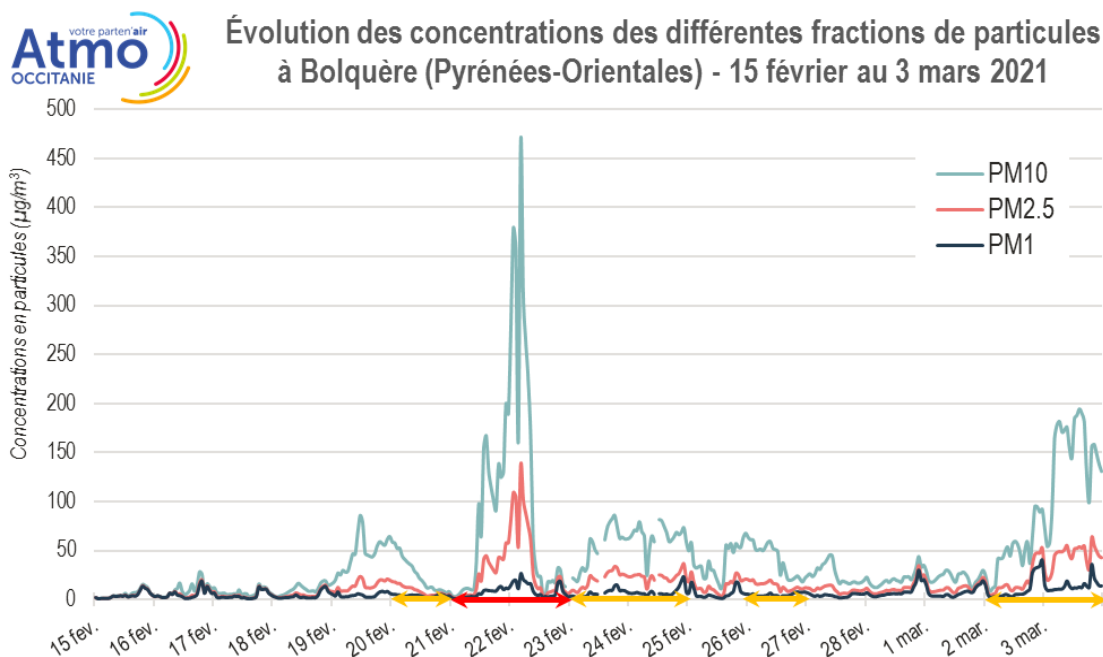
4.4.6. Épisode de pollution observé du 20 au 26 février

Communiqué publié par Atmo Occitanie : Les conditions météorologiques (vent de sud) sont à l'origine d'un apport de particules désertiques qui viennent s'ajouter aux niveaux de particules déjà présents dans l'air.



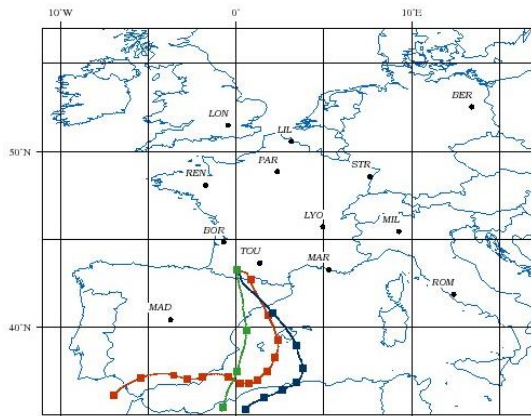
Le 19 janvier, une nouvelle masse de particules en provenance du désert saharien parvient sur les Pyrénées. Le département des Pyrénées-Orientales, le plus touché de la région selon notre dispositif de mesures, a été placé pendant deux jours en procédure d'alerte avec des concentrations en particules très élevées (notamment à Bolquère, maximum horaire mesuré à 470 µg/m³). La station de Bolquère, à nouveau la plus touchée par le polluant, est utilisée pour observer l'évolution de cet épisode.

Le graphique des concentrations en particules mesurées à Bolquère est présenté ci-après :



Les concentrations présentent des similitudes avec l'épisode précédent : les teneurs en particules très fines PM₁ sont faibles et n'augmentent pas significativement lors de la survenue des pics. La part des particules fines PM_{2.5} dans la fraction des particules en suspension PM₁₀ lors du pic du 22 février est de 29%. Si ce pourcentage est plus élevé que lors du précédent épisode où l'on notait une part de 23% lors du pic du 6 février, l'essentiel des particules est toutefois constitué d'éléments grossiers caractéristiques des poussières désertiques.

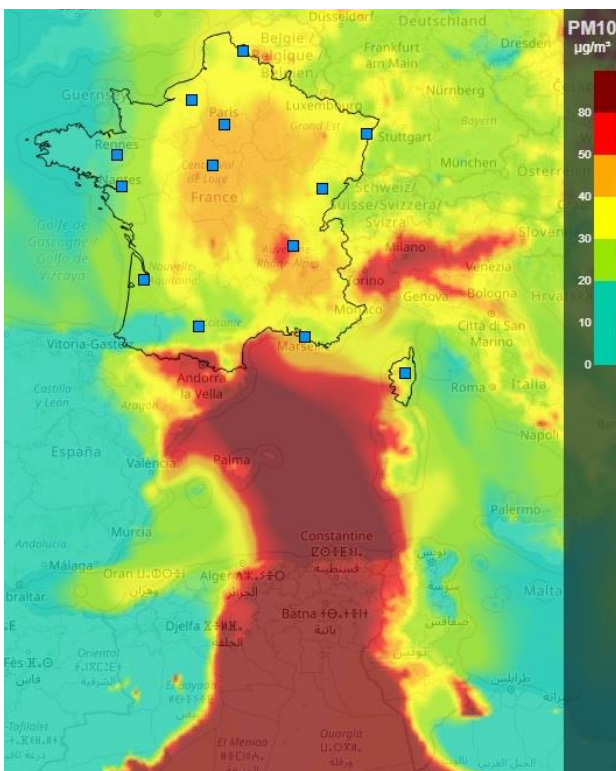
Les rétro-trajectoires produites par Météo-France pour les particules ayant touché la ville de Tarbes le 21 février 2021 sont présentées ci-dessous :



Sur ce document nous pouvons remarquer que les masses de particules présentes dans l’atmosphère de Tarbes à diverses altitudes le 21 février provenaient toutes du nord de l’Afrique. Selon la trajectoire suivie, certaines de ces particules ont traversé la Méditerranée en quelques heures seulement.

Les rétro-trajectoires sont un élément complémentaire permettant de confirmer l’origine désertique d’un événement. Elles sont souvent utilisées pour illustrer la provenance probable d’un contaminant pouvant voyager sur de longues distances. Il s’agit d’une méthode permettant de déterminer le lieu probable d’une parcelle d’air de son point d’arrivée vers son point d’origine.

Alors que les rétro-trajectoires apportent une information sur la dynamique des particules, les cartes de dispersion du polluant évaluent les niveaux de concentration. La carte ci-dessous, générée à l’aide de modélisations et d’observations par la plate-forme nationale PREV’AIR, permet de visualiser les concentrations moyennes de particules PM₁₀ pour la journée du 22 février 2021.

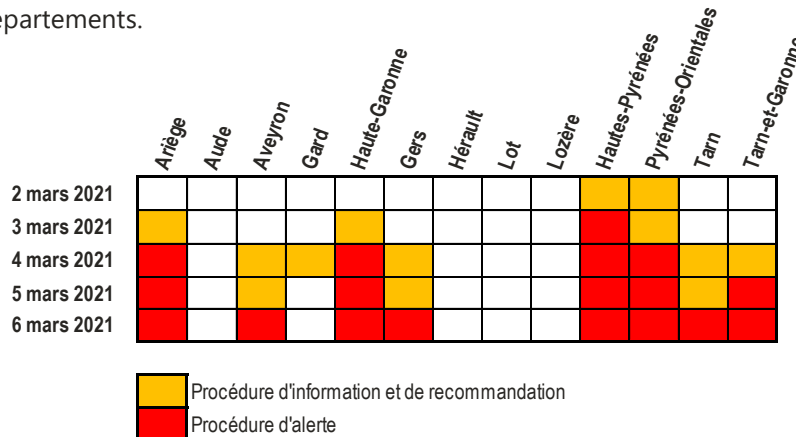


On observe ici une bande de fortes concentrations en particules s’étendant de la zone désertique saharienne jusqu’au sud de la France. Cette carte est cohérente avec celle des rétro-trajectoires.

Cet épisode ne va pas totalement se résorber et des masses de particules désertiques vont rester présentes sur le sud de l’Europe jusqu’à l’épisode suivant.

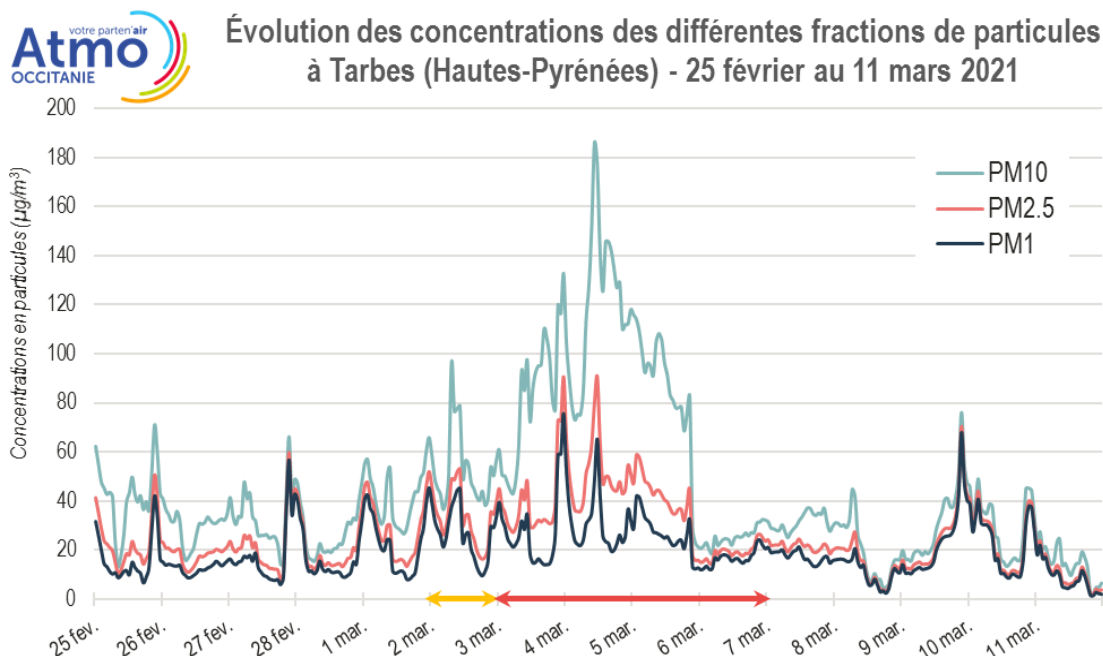
4.4.7. Épisode de pollution observé du 2 au 6 mars

Communiqué publié par Atmo Occitanie : L'épisode de pollution aux particules en suspension PM₁₀ trouve son origine dans la présence d'une masse d'air chargée en particules désertiques (poussières sahariennes) combinée à des émissions locales de particules (chauffage au bois et écobuage) qui ont entraîné la hausse des concentrations de particules sur ces départements.



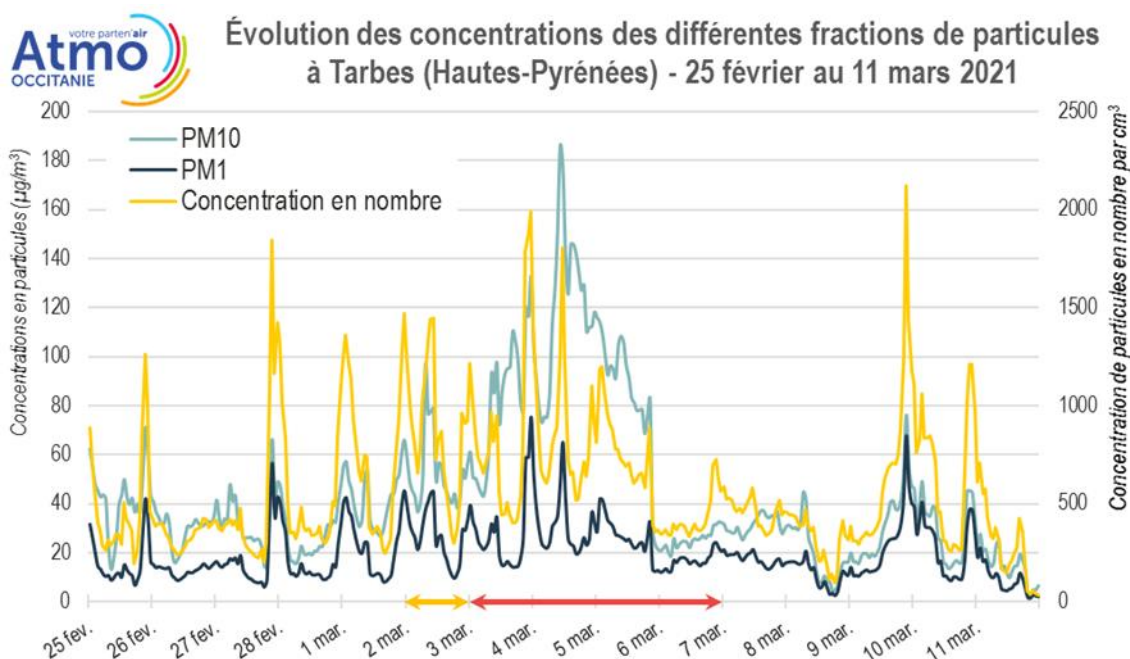
La masse de particules désertiques observée lors de l'épisode précédent ne s'est pas entièrement dissipée. Un nouvel apport de poussières sahariennes va placer pendant 5 jours une grande partie de la région Occitanie en épisode de pollution. En alerte pendant 4 jours, le département des Hautes-Pyrénées est particulièrement touché lors de cette séquence. La station de Tarbes, situé sur ce territoire, sera prise comme référence dans cette partie.

Sur le graphique ci-dessous, il est possible de suivre l'évolution des concentrations des différentes fractions de particules :



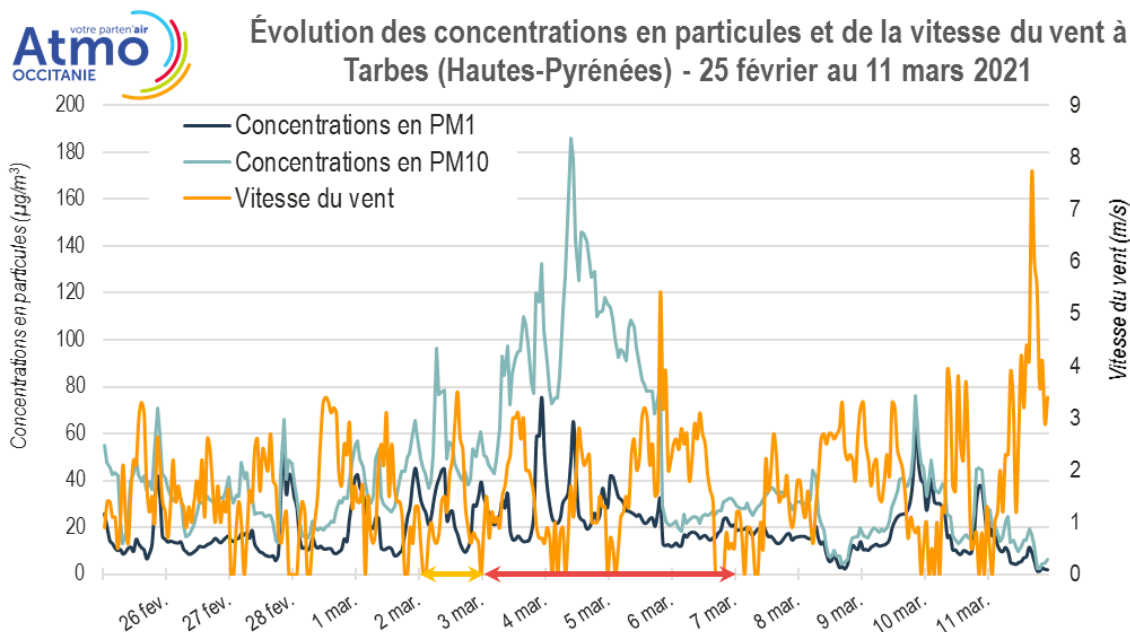
Au cours des journées du 3 au 6 mars, lors desquelles le département est en situation d'alerte, les concentrations en particules en suspension présentent une hausse bien plus marquée que les particules fines ou très fines. Si ce trait est caractéristique d'un apport de particules désertiques, contrairement aux précédents épisodes de ce type on peut également constater la présence de pics de particules très fines.

Il est intéressant de considérer sur cette période l'évolution du nombre de particules :



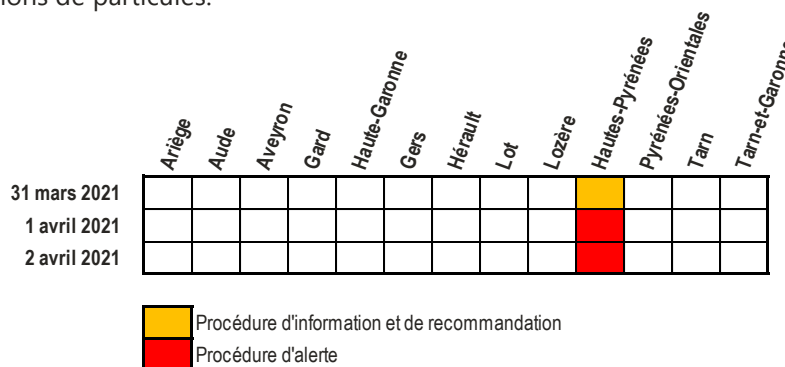
Ce graphique permet de constater la présence de pics du nombre de particules, qui correspondent aux pics de concentration en particules très fines PM₁. Ces extrema sont souvent nocturnes (dispositifs de chauffage) mais pas uniquement (journée du 2, 3 et 4 mars). Les hausses diurnes peuvent être dues à des pratiques d'éco-buage ou à des incendies non maîtrisés. **La pollution engendrée par les particules très fines vient s'ajouter aux apports désertiques créant un épisode de pollution de type mixte.**

Alors que cesse l'arrivée des poussières sahariennes, le vent gagne en intensité dans la nuit du 5 au 6 mars et disperse les polluants mettant fin à l'épisode. Le graphique suivant permet d'observer l'influence du vent sur les concentrations en particules. L'effet des vents est particulièrement évident sur les particules les plus fines (produites en grande partie localement) avec des pics de concentrations en PM₁ balayés par les rafales. Pour les particules les plus grosses le vent peut à la fois jouer un rôle dans la dispersion et dans l'apport du polluant.



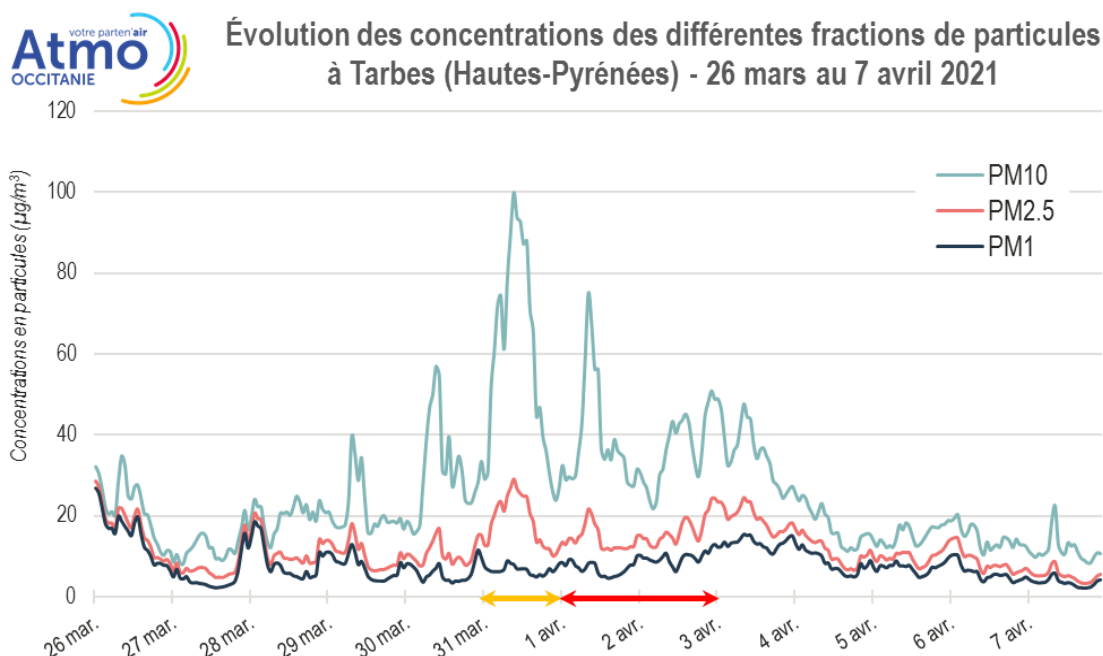
4.4.8. Épisode de pollution observé du 31 mars au 2 avril

Communiqué publié par Atmo Occitanie : L'épisode de pollution aux particules en suspension PM₁₀ trouve son origine dans la présence d'une masse d'air chargée en particules désertiques (poussières sahariennes) combinée à des émissions locales de particules (chauffage au bois et écobuage) qui ont entraîné la hausse ces dernières heures des concentrations de particules.



Le dernier épisode observé lors de la saison hivernale 2020-2021 a touché le département des Hautes-Pyrénées qui a alors connu 2 jours d'alerte et un jour de procédure d'information et de recommandation. Comme pour l'épisode précédent, la station de Tarbes sera prise pour référence pour observer cet événement.

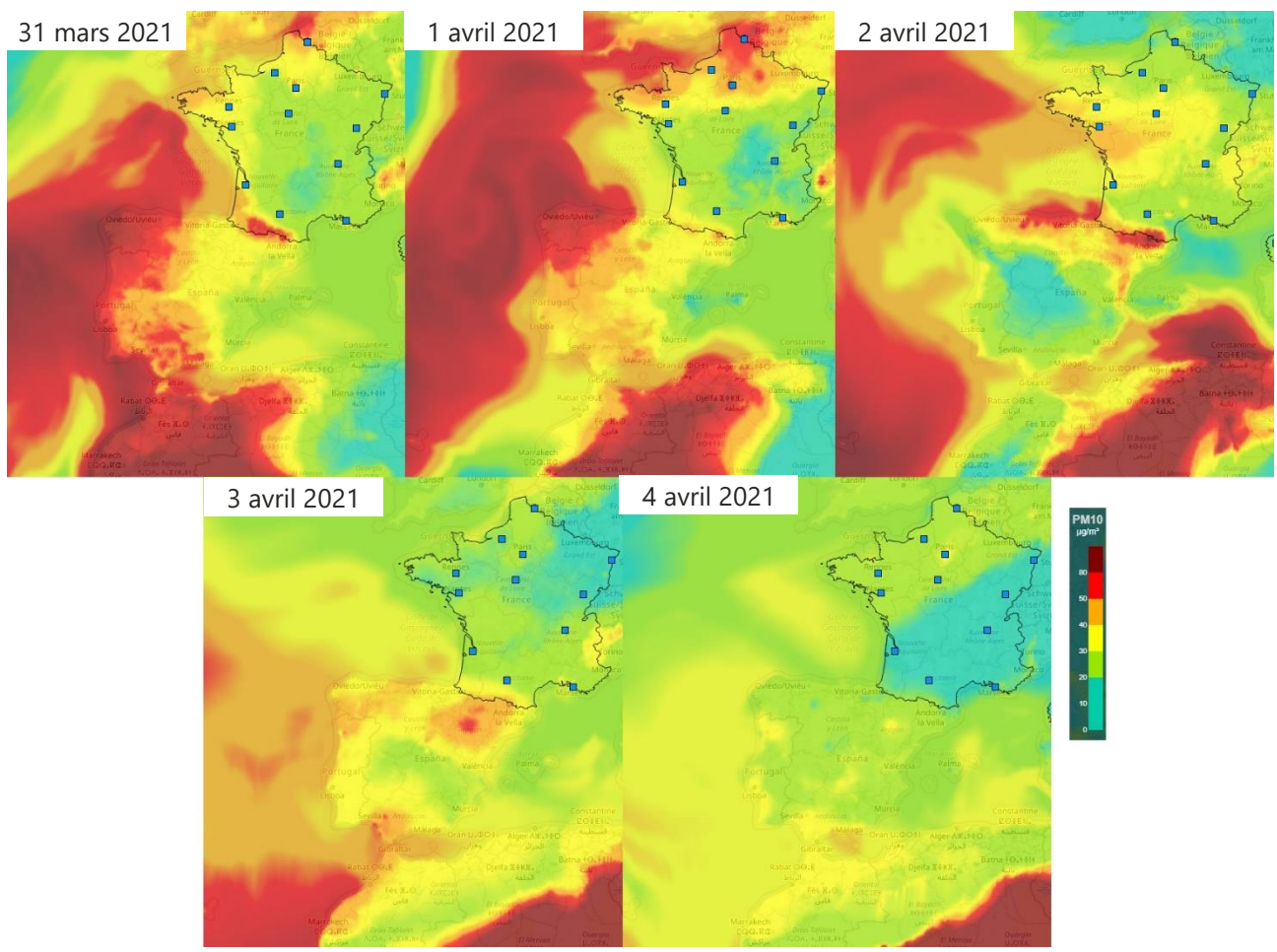
La représentation graphique suivante permet d'observer l'évolution des différentes fractions de particules tout au long de l'épisode :



Contrairement à l'épisode précédent, ici les concentrations en particules très fines PM₁ ne varient que peu à l'exception du pic observé lors de la nuit du 27 au 28 mars (dispositifs de chauffage). L'essentiel des concentrations mesurées est constitué de particules comprises entre 2,5 et 10 micromètres. La répartition des tailles de particules semble indiquer qu'il s'agit ici d'un apport de particules sahariennes.

Les rétro-trajectoires fournies par Météo-France viennent confirmer l'origine saharienne des particules.

Les cartes générées par la plate-forme nationale PREV’AIR, permettent de visualiser l’évolution des concentrations moyennes de particules PM₁₀ entre le 31 mars et le 4 avril 2021. On peut y observer le déplacement des masses d’air chargées de particules en provenance d’Afrique du Nord. La France, contrairement au nord de l’Espagne et notamment à la Galice, n’est pas directement placée sous la masse du polluant et une large partie du territoire régional échappe à cet épisode de pollution. Le 3 avril l’apport de particules cesse entraînant une baisse des concentrations mesurées sur les Pyrénées et la situation redevient normale le 4 avril.



5. LE RÔLE DU CARBONE SUIE

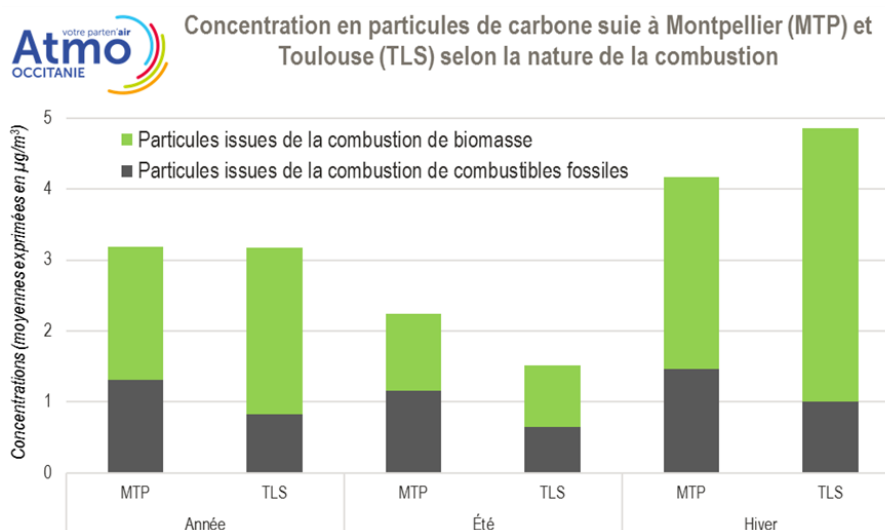
Le carbone suie, également présent dans la littérature sous la dénomination de « carbone élémentaire » ou de « black carbon » (BC), est un composé constitué quasi-exclusivement de carbone et appartenant à la famille des particules. Ce polluant, produit de la combustion incomplète de la biomasse (bois, végétaux...) ou de combustibles fossiles, est essentiellement émis par l'activité humaine (si l'on excepte les incendies d'origine naturelle). Le carbone suie est qualifié de « noir » car il absorbe toutes les radiations de la lumière visible, cette propriété en fait un agent important du réchauffement atmosphérique et de la fonte des glaces.

De faibles dimensions, les particules de carbone suie sont inférieures à 2,5 micromètres et en grande majorité inférieures au micromètre. Ces caractéristiques lui confèrent la faculté de pénétrer profondément dans l'appareil respiratoire et de s'y déposer. Une taille submicronique autorise également un passage rapide dans le sang à travers la paroi alvéolaire. Outre sa nocivité intrinsèque, le carbone suie peut s'agglomérer avec des métaux lourds et autres molécules chimiques instables et agir comme un véhicule permettant le transport dans le corps humain de ces composés toxiques.

Le carbone suie ne fait actuellement l'objet d'aucune réglementation.

5.1.1. Bilan sur une année de mesures

Sur l'année courant du printemps 2020 au printemps 2021, les concentrations moyennes en particules de carbone suie peuvent être estimées à 3,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à Montpellier comme à Toulouse⁶. Cette équivalence, visible sur la représentation ci-dessous, masque toutefois plusieurs inégalités.



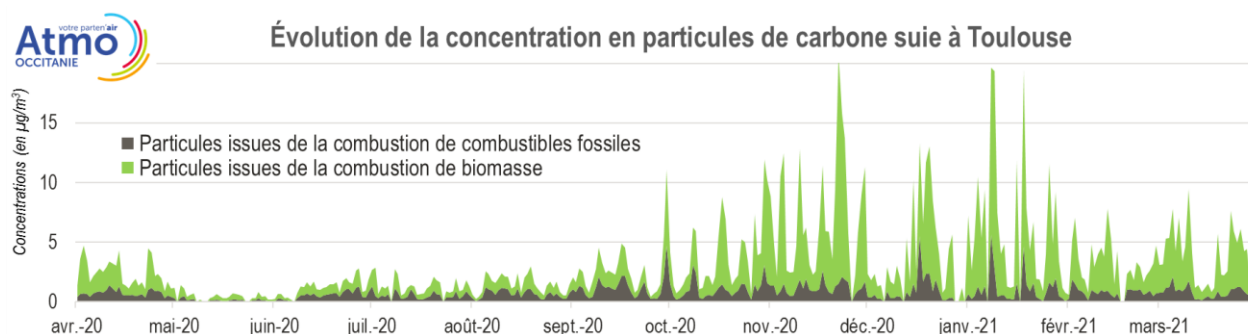
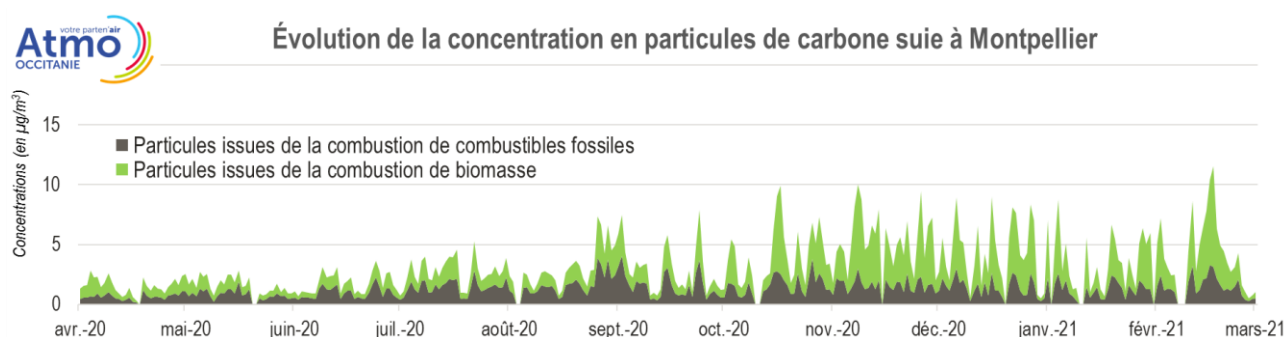
On observe que les concentrations hivernales sont plus élevées que celles relevées en été. Cela est particulièrement vrai pour les particules issues de la combustion de biomasse et peut être mis en lien avec l'emploi de dispositifs de chauffage au bois (ou dérivés) lors de cette saison froide. Une hausse est également visible pour les particules issues de la combustion de combustibles fossiles traduisant une utilisation un peu plus élevée de l'automobile lors des mois d'hiver ainsi que l'activation de dispositifs de chauffage au fioul.

⁶ Les contributions calculées sont des estimations qu'il convient de considérer comme ordres de grandeur non comme mesures.

Quelle que soit la saison, les concentrations en particules issues de la combustion de combustibles fossiles sont plus élevées sur le site de Montpellier que sur celui de Toulouse (+59%). En été, les concentrations des particules de carbone suie sont plus élevées à Montpellier qu'à Toulouse (+48%) et cela concerne tout autant les particules issues de la combustion de biomasse que celles émises par les combustibles fossiles. **En hiver, la quantité de particules issues de la combustion de biomasse est nettement plus élevée à Toulouse qu'à Montpellier (+43%).** Ceci est conforme avec les données de l'inventaire des émissions de polluants dans l'air produit par Atmo Occitanie, qui donnait pour 2018 des émissions par le secteur résidentiel équivalentes à 574 t de PM₁₀ issues de la combustion de bois et déchets assimilés pour l'unité urbaine de Toulouse contre 142 t pour celle de Montpellier⁷.

5.1.2. Évolution des concentrations moyennes journalières

Il est possible de représenter les concentrations en particules de carbone suie en moyennes journalières sur l'année de mesures (avril 2020 – mars 2021).



Ces graphiques permettent de renouveler une partie des observations réalisées à l'aide des concentrations annuelles, ils nous servent également à visualiser des différences notables dans la répartition de l'origine des particules entre les deux métropoles occitanes. **Alors qu'à Montpellier les concentrations en particules issues de la combustion de combustibles fossiles sont supérieures à celles des particules issues de la combustion de la biomasse de juin à septembre, cela n'est jamais le cas à Toulouse.**

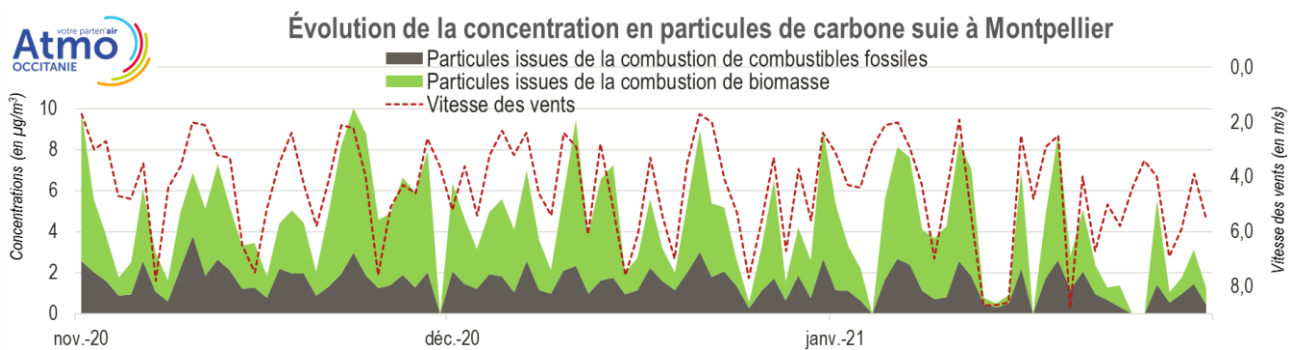
Si les concentrations des deux familles de particules fluctuent quotidiennement, les pics les plus prononcés sont essentiellement causés par les particules issues de la combustion de biomasse. Ces maxima se produisent principalement au cours de la saison hivernale et leur intensité est plus élevée à Toulouse qu'à Montpellier.

⁷ Inventaire des émissions - Atmo Occitanie - ATMO_IRSV4.2_Occ_2008_2018

Dans les deux villes les concentrations minimales en particules de carbone suie sont observées au cours du printemps et les concentrations maximales au mois de novembre.

Bien que nous n'ayons pas encore d'historique de mesures nous permettant de confirmer cette hypothèse, les valeurs relativement faibles mesurées pour les particules issues de la combustion de combustibles fossiles entre avril et juin 2020 peuvent être liées aux conséquences du premier confinement. Les restrictions importantes mises en place jusqu'au 11 mai 2020, le déconfinement progressif et le maintien du télétravail ont eu une influence majeure sur le trafic routier et les polluants atmosphériques comme l'a constaté Atmo Occitanie⁸.

Le vent joue un rôle majeur dans les épisodes de pollution aux particules. Il peut être le vecteur rabattant des particules désertiques sur la zone de mesures mais il peut également agir favorablement sur les concentration en dispersant le polluant. Sur le graphique suivant, les concentrations journalières moyennes en particules de carbone suie sont représentées en parallèle de la vitesse journalière moyenne des vents. **L'axe des ordonnées pour la vitesse du vent est inversé afin de faciliter l'observation de la corrélation des deux jeux de données :**

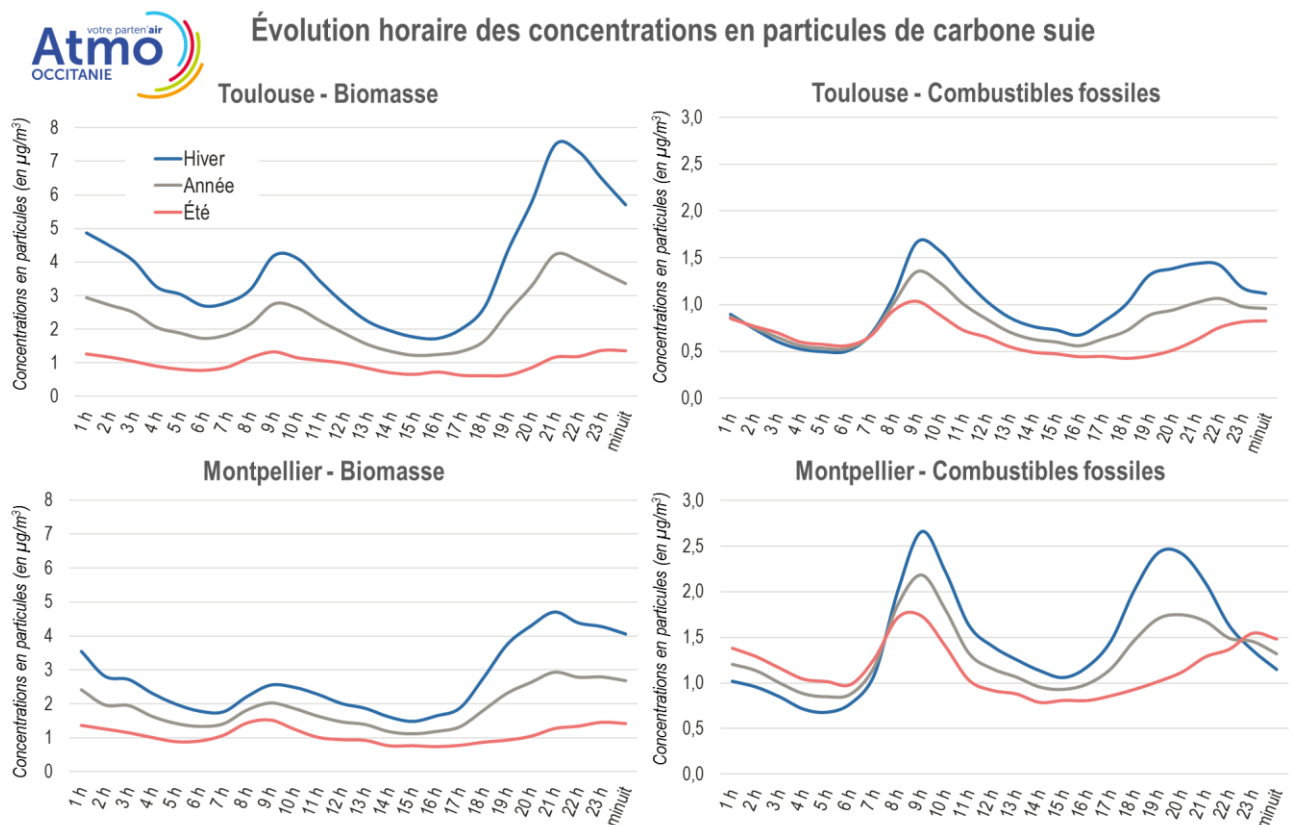


Ce graphique permet d'observer que les maxima de concentration en particules de carbone suie se produisent lorsque les vents faiblissent et qu'un vent de force élevée entraîne une chute des concentrations. Le vent n'est toutefois pas le seul paramètre météorologique lié aux pics de pollution aux particules en hiver. Le secteur résidentiel étant le principal émetteur de particules en suspension et de particules fines dans les deux métropoles d'Occitanie, en lien avec les dispositifs de chauffage, la température est également à prendre en compte.

⁸ Atmo Occitanie, Crise sanitaire et qualité de l'air en Occitanie en 2020 : premières estimations in *La lettre de l'air*, n°17, juin 2021.

5.1.3. Évolution horaire des concentrations en carbone suie

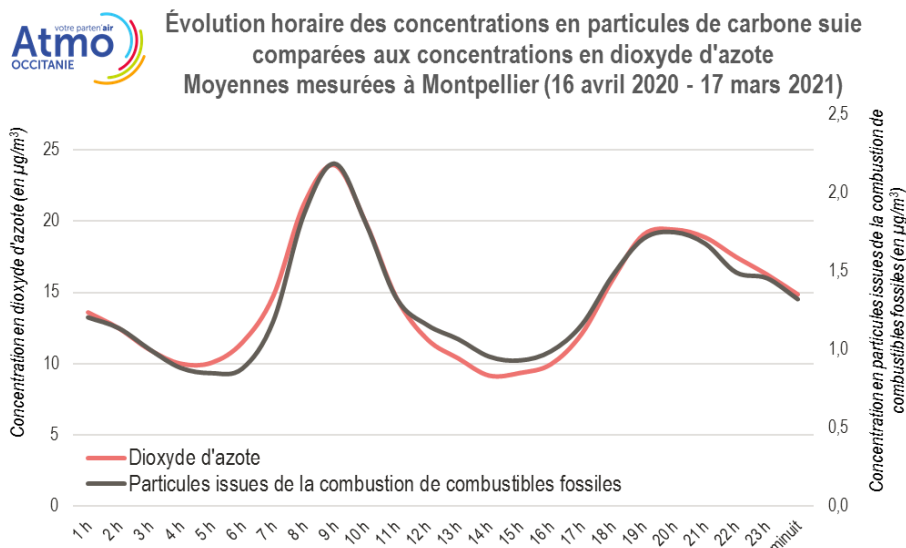
Observer l'évolution horaire moyenne des concentrations en carbone suie permet de mettre en évidence des facteurs se reproduisant quotidiennement (trafic routier, activation d'appareils de chauffage, production industrielle...). Sur les quatre graphiques ci-dessous, il est possible de suivre l'évolution des concentrations en particules de carbone suie à Montpellier et Toulouse. Pour apporter des éléments complémentaires à l'analyse, les particules de carbone sont distinguées selon la source du combustible et les résultats obtenus divisés en semestres (hiver et été) :



Particules de carbone suie issues de la combustion de combustibles fossiles (PM_{ff}) : Les concentrations mesurées sont supérieures en saison froide. Des phénomènes météorologiques plus fréquents en cette saison (inversion thermique), nuisent à la dispersion des particules et favorisent les fortes concentrations. **On peut observer deux maxima correspondant aux heures de pointe du trafic routier.** Le premier à 9h du matin est bien marqué à Toulouse comme à Montpellier. Pour le site situé dans la préfecture héraultaise, les concentrations moyennes de particules de carbone suie issues de la combustion de combustibles fossiles sont plus fortes qu'à Toulouse et les pics mieux définis ce qui laisse supposer que la station de mesures est plus exposée à l'influence du trafic routier.

Particules de carbone suie issues de la combustion de biomasse (PM_{wb}) : Les concentrations estivales sont similaires à Montpellier et Toulouse, les fluctuations sont faibles au cours de la journée. La moyenne annuelle plus élevée dans la préfecture de Haute-Garonne est en lien direct avec les fortes concentrations hivernales. On observe lors de la saison froide des heures de pointe marquées par des maxima de concentration dans les deux villes. **La hausse la plus importante des concentrations se produit de 17h à 21h, cela correspond à l'activation des appareils de chauffage lors du retour au domicile.** Le second maximum à 9h du matin pourrait être attribué au chauffage des locaux professionnels ou encore aux habitants restant au domicile en journée.

Il est intéressant de renouveler l'exercice en mettant en parallèle les concentrations en dioxyde d'azote et celle des particules issues de la combustion des combustibles fossiles sur une année :



L'exemple retenu ici est Montpellier mais nous obtenons une représentation similaire pour Toulouse. Les deux courbes sont analogues. Le coefficient de corrélation entre les deux séries de données est particulièrement fort à Montpellier avec 0,98 pour l'année et même 0,99 en été. Selon l'inventaire des émissions réalisé par Atmo Occitanie pour l'année 2018, 80% des oxydes d'azote sont émis par le transport dans la préfecture héraultaise. L'essentiel des PM_{10} provient ainsi du trafic routier, l'influence des autres sources (chauffage résidentiel au fioul, fonctionnement de matériel de chantier, agriculture...) restant négligeable. La corrélation entre ces particules et le dioxyde d'azote est également forte à Toulouse avec un coefficient de 0,92 sur l'année et de 0,96 en été.

6. Composition chimique des particules

6.1. Descriptif du suivi à Peyrusse-Vieille

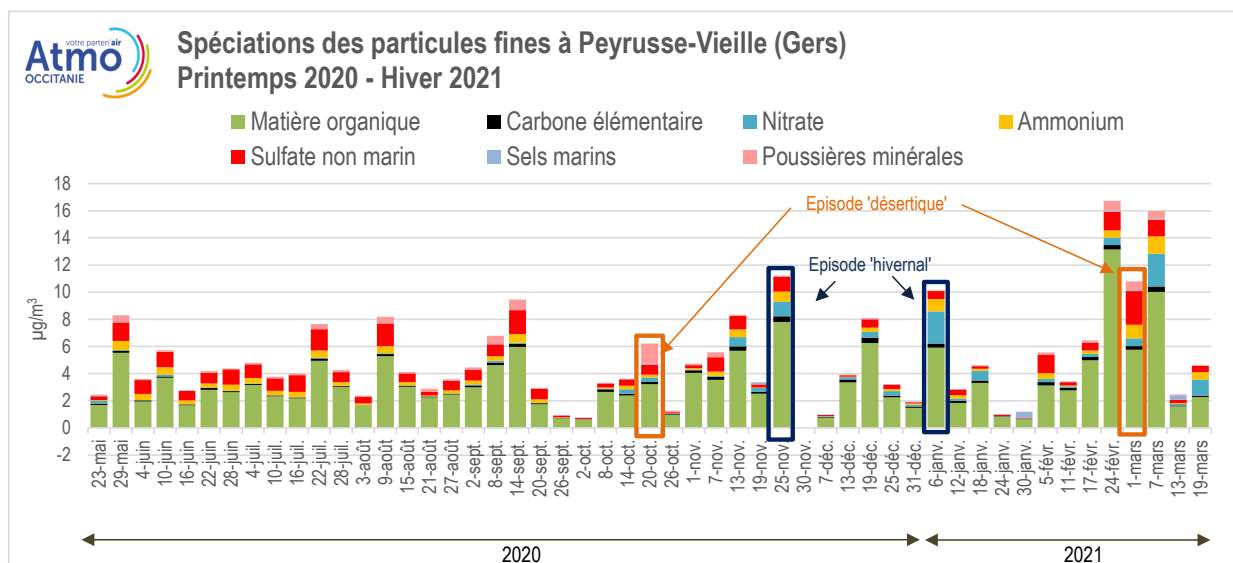
Dans le cadre du dispositif national MERA, des mesures de composition chimiques des particules fines sont réalisées depuis 2011 à Peyrusse-Vieille dans le Gers. Il s'agit d'un site rural de fond, à distance des sources d'émissions anthropiques, et qui permet de suivre la pollution atmosphérique à longue distance. Les mesures réalisées sur ce site mettent en évidence des concentrations de polluants atmosphériques globalement faibles.

Des prélèvements de 24 heures de particules fines (PM_{2.5}) sont réalisés tous les 6 jours sur des filtres. Les analyses réalisées ensuite permettent de quantifier les différentes composantes chimiques des particules :

- **Carbone élémentaire**, également « carbone suie » ou *black carbon*) : constitué quasi exclusivement d'atomes de carbone, il est issu de la combustion incomplète d'énergies fossiles ou de biomasse ;
- **Matière organique** : elle est soit émise par les mêmes processus de combustion que ceux émettant du carbone suie (matière organique primaire), ou formée par l'oxydation de composés organiques volatils émis par les activités humaines et par la végétation (matière organique secondaire) ;
- **Espèces inorganiques primaires** : **sels marins** et **poussières minérales** ;
- **Espèces inorganiques secondaires**, en particulier le **nitrate**, le **sulfate non émis par les embruns marins** et **l'ammonium**.

Des mesures d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), compris dans la matière organique, sont également réalisées selon la même temporalité. Dans cette famille de composé, seul le benzo[a]pyrène (B[a]P) est réglementé en air ambiant. Ces polluants sont principalement émis lors de la combustion incomplète de matière organique tels que les carburants, le bois, le tabac...

6.2. Variations saisonnières de la composition des particules



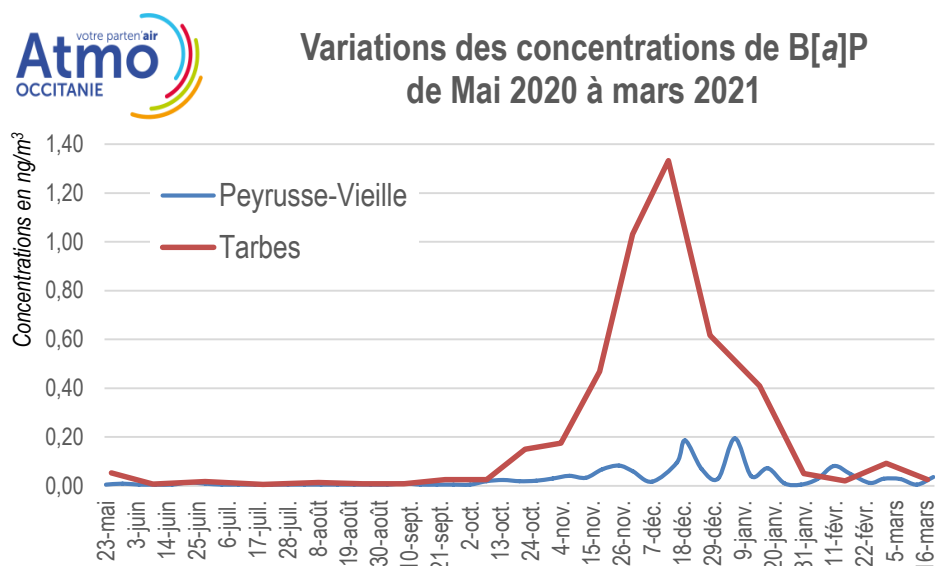
Les particules fines en fond rural sont principalement constituées (67%) de matière organique, aussi bien en été qu'en hiver.

Les autres constituants présentent en revanche des variations au cours de l'année :

- Le **carbone élémentaire**, traduisant les processus de combustion (chauffage, transports), ainsi que les **nitrate**s, provenant principalement du trafic routier, sont **présents lors des mois froids**. Sur la période étudiée, les concentrations augmentent particulièrement lors des épisodes de pollution le 25 novembre et le 6 janvier, respectivement sur le Tarn-et-Garonne et la Haute-Garonne. Ces deux épisodes sont typiques de la période hivernale avec des conditions peu dispersives, et une accumulation des particules émises localement, notamment en lien avec le chauffage et le trafic routier.
- Les **sulfates non-marins** sont **davantage présents à partir du début du printemps et au cours de l'été**. Les conditions météorologiques estivales favorisent en effet la formation d'aérosols inorganiques secondaires, dont le sulfate d'ammonium, qui peut être transporté sur de grandes distances.
- Enfin, les **poussières minérales** présentent des valeurs ponctuellement plus élevées, notamment lors des épisodes de pollution dits 'désertiques' avec un apport de poussières sahariennes. C'est ainsi visible le 20 octobre 2020, la veille de l'épisode de pollution ayant touché le Gers (détaillé au 4.4.1), ainsi que vers la fin février et début mars 2021, période avec de nombreux départements impactés par des particules désertiques. Les particules lors de ces épisodes sont cependant majoritairement grossières (supérieures à 2,5 μm), ce qui explique la part des poussières minérales qui reste relativement faible (maximum à 25%).

6.3. Niveaux de HAP plus élevés en hiver

Comme illustré par les variations des niveaux de B[a]P, les concentrations de HAP en fond rural (courbe bleue) sont nettement plus élevées sur la période hivernale, avec des concentrations jusqu'à 20 fois plus élevées qu'en été. Les concentrations relevées restent cependant nettement inférieures à la valeur limite annuelle de 1 ng/m^3 . La situation observée à Peyrusse est différente de celle de Tarbes (courbe rouge), une agglomération où les dispositifs de chauffage au bois sont répandus et où les concentrations de B[a]P sont donc plus fortes.



Comme pour le carbone élémentaire ou carbone suie, les concentrations les plus élevées sont enregistrées lors des épisodes de pollution dits 'hivernaux', avec l'accumulation dans l'air de particules émises localement par les appareils de chauffage et le trafic routier. Les journées du 25 novembre et du 6 janvier sont ainsi concernées par ce type d'épisode de pollution sur des départements voisins (respectivement Tarn-et-Garonne et Haute-Garonne).

7. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Au cours de l'hiver 2020-2021, 29 journées ont été concernées par des épisodes de pollutions aux particules séparables en deux typologie : apport de particules désertiques en provenance du Sahara d'une part et accumulation de particules émises localement et une dispersion atmosphérique très faible d'autre part.

Les particules en air ambiant sont marquées par une forte diversité de taille et de composition en raison d'une multiplicité des sources. Les niveaux observés en font un des principaux polluants à enjeu en Occitanie aussi bien sur le court et le long terme.

Depuis plusieurs années, Atmo Occitanie développe de nouveaux outils d'évaluation afin de mieux prendre en compte les différentes facettes de cette pollution. C'est ainsi que, donnant suite à des publications mettant en évidence un lien entre les particules les plus fines et la santé cardio-vasculaire, une partie de nos travaux s'oriente vers les plus petites des particules. Si ce bilan ne s'appuie sur trois classes de tailles (particules de moins de 10, 2,5 ou 1 micromètre), des particules de dimensions encore plus réduites peuvent être observées dans l'air ambiant. Les éléments d'un diamètre égal ou inférieur à 0,1 micromètre (ou 100 nanomètres) sont appelés particules ultrafines (PUF). Ces particules dont la surveillance n'est pas réglementaire sont un polluant dit « émergent ». Depuis 2021 Atmo Occitanie dispose de deux analyseurs permettant une surveillance des PUF ; en 2022, de nouveaux dispositifs seront déployés.

La composition des particules joue également un rôle sur la nocivité de ces éléments. Nous venons de voir que des analyses étaient réalisées, a posteriori, sur certains prélèvements. Un nouveau type d'analyseur vient toutefois rendre possible une détermination en temps réel de la composition chimique majeure des particules très fines (sulfate, nitrate, chlorure, ammonium et fraction organique). Cette caractérisation en continu des particules est réalisée à l'aide d'un analyseur couramment désigné par l'acronyme ACSM pour *Aerosol Chemical Speciation Monitor*. Cet appareil permet d'obtenir une information immédiate sur l'origine des polluants mesurés et de déterminer ainsi l'origine d'un épisode de pollution dès ses prémices. Atmo Occitanie dispose depuis 2022 du premier analyseur ACSM installé en région Occitanie.

C'est ainsi que, face aux multiples aspects de la pollution aux particules, le dispositif d'évaluation déployé en Occitanie se complexifie. L'acquisition de données nouvelles sur ce polluant contribuera à améliorer la protection de la santé des populations, à prévoir plus efficacement les épisodes de pollution et aidera à construire des leviers d'action pour limiter les émissions.

TABLE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : ORIGINE ET EFFETS DES PARTICULES

ANNEXE 2 : VALEURS RÉGLEMENTAIRES ET VALEURS GUIDES

ANNEXE 3 : DISPOSITIF DE MESURE DES PARTICULES EN OCCITANIE

ANNEXE 1 : ORIGINES ET EFFETS DES POLLUANTS MESURES

1. Particules PM₁₀, PM_{2.5} et PM₁

1.1. Origine

Les particules en suspension ont de nombreuses origines, tant naturelles qu'humaines. Parmi les particules, on trouve des aérosols, des cendres, des suies et des particules minérales. Leur composition est souvent très complexe et leur forme peut être aussi bien sphérique que fibreuse. Rarement composée d'une seule substance, les particules sont classées en fonction de leur taille dont dépend également leur capacité de pénétration dans l'appareil respiratoire et, le plus souvent, leur dangerosité.

Elles sont usuellement désignées par catégories de tailles via l'abréviation PM (de l'anglais *particulate matter*) complétée d'un indice chiffré indiquant la taille maximale de la fraction considérée. PM₁₀, PM_{2.5} et PM₁ se réfèrent ainsi aux particules dont le diamètre est inférieur à 10, 2,5 et 1 micromètre(s) respectivement. La littérature peut également renvoyer à ces trois types de particules à l'aide des expressions « particules en suspension » (PM₁₀), « particules fines » (PM_{2.5}) et « particules très fines » (PM₁).

Les particules sont généralement séparées en fonction de leur origine en :

- particules primaires, proviennent principalement d'activités anthropiques (notamment la combustion pour le chauffage, le transport ou le secteur industriel) et de sources naturelles (érosion, volcanisme,...) ;
- particules secondaires, issues de transformations chimiques dans l'atmosphère, notamment de polluants précurseurs gazeux.

1.2. Effets sur la santé

Selon leur taille (granulométrie), les particules pénètrent plus ou moins profondément dans l'arbre pulmonaire. Les particules les plus fines peuvent, à des concentrations relativement basses, irriter les voies respiratoires inférieures et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble. Certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérigènes.

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

Concentration massique / comptage des particules

La réglementation en vigueur se concentre sur la surveillance et la réduction des concentrations massiques en particules (qui s'expriment en microgramme par mètre-cube, µg/m³). Des recherches toxicologiques et épidémiologiques récentes tendent à suggérer que le nombre de particules peut avoir un meilleur lien avec les effets sur la santé que les concentrations massiques. Devançant les attentes réglementaires, Atmo Occitanie s'équipe depuis plusieurs années d'analyseurs de particules de nouvelle génération fonctionnant sur la base d'un comptage optique des particules. Contrairement aux anciens dispositifs, ces outils permettent de mesurer simultanément les concentrations des PM₁₀, PM_{2.5} et PM₁.

2. Composantes chimiques majeures des particules

2.1. Black Carbon

Le "Black Carbon" (BC), également appelé "carbone élémentaire" ou "carbone suie" désigne des composés particuliers constitué quasi-exclusivement d'atomes de carbone. Le BC est caractérisé par une très grande absorption de la lumière visible.

Il est issu de combustions incomplètes de combustibles fossiles et de biomasses. En France métropolitaine, ce polluant est principalement émis par le trafic routier avec près de 50% des émissions totales en 2015. Le 2^{ème} contributeur est le résidentiel tertiaire, avec notamment des émissions dues au chauffage au bois.

Le Black Carbon n'est pas réglementé en air ambiant mais constitue un enjeu sanitaire important, car du fait de la petite taille des particules, il pénètre profondément dans l'organisme et entraîne des troubles respiratoires importants. Il fait notamment partie des nouveaux polluants prioritaires à surveiller dans l'air ambiant préconisés par l'Anses¹.

2.2. Matière organique

Cette composante des particules regroupe de très nombreux molécules constituées principalement d'atomes de carbone, oxygène, hydrogène et d'azote. Elle peut être soit émise par les processus de combustion de carburants (matière organique primaire), ou formée par l'oxydation de composés organiques volatils émis par les activités humaines et par la végétation (matière organique secondaire).

2.3. Espèces inorganiques primaires

Ces composés sont issus de phénomènes d'érosion et de remise en suspension des particules. On retrouve notamment les particules désertiques, les sels marins, mais également les travaux de chantier ou carrières...

2.4. Espèces inorganiques secondaires

Ce sont des composés provenant de réactions entre espèces gazeuses et particules minérales. On retrouve en particulier :

- le **nitrate**, issu de l'oxydation du dioxyde d'azote (NO₂), polluant majoritairement émis par le **trafic routier**
- le **sulfate**, issu de l'oxydation du dioxyde de soufre (SO₂), polluant provenant surtout **des activités industrielles** (combustion de fioul lourd ou de charbon notamment)
- l'**ammonium**, qui résulte de la réaction entre l'ammoniac, provenant principalement des **épandages agricoles** avec les sulfates et les nitrates.

¹ *Polluants émergents dans l'air ambiant : Anses 2018*

ANNEXE 2 : VALEURS RÉGLEMENTAIRES ET VALEURS GUIDES OMS

Valeurs réglementaires françaises

Le code de l'Environnement définit en France les différentes valeurs réglementaires concernant les concentrations des polluants en air ambiant. Cette réglementation française transpose à minima les directives européennes et ajoute certains critères plus restrictifs.

Valeurs guides OMS

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) établit des lignes directrices en matière de qualité de l'air. Traduisant l'état des connaissances scientifiques actuelles, elles sont régulièrement révisées depuis leur première parution en 1987. La dernière révision date de septembre 2021, et vient abaisser de nombreux seuils de référence par rapport aux valeurs précédentes, datant de 2005.

Ces nouvelles recommandations de l'OMS ont vocation à être prises en compte dans la révision en cours des directives européennes de 2008 sur l'air ambiant.

Exposition chronique (long terme)

PM ₁₀	Valeurs réglementaires		Valeur guide OMS 2021
	Valeur limite	Objectif de qualité	
Moyenne annuelle	40 µg/m ³	30 µg/m ³	15 µg/m ³
Moyenne journalière	50 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an		45 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an

PM _{2.5}	Valeurs réglementaires			Valeur guide OMS 2021
	Valeur limite	Valeur cible	Objectif de qualité	
Moyenne annuelle	25 µg/m ³	20 µg/m ³	10 µg/m ³	5 µg/m ³
Moyenne journalière				15 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an

Exposition aiguë (court terme)

PM ₁₀	Seuil d'alerte	Seuil d'information et de recommandation
Moyenne journalière	80 µg/m ³	50 µg/m ³
	50 µg/m ³ sur 2 jours consécutifs (persistance)	

Lexique

Les définitions des différents seuils réglementaires sont indiqués ci-dessous (décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air).

Exposition chronique (long terme)

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

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

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

Exposition aiguë (court terme)

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

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

ANNEXE 3 : DISPOSITIF DE MESURE DES PARTICULES EN OCCITANIE

Type de mesures réalisées sur les particules

Terminologie

Les particules atmosphériques peuvent être constituées de matière solide ou liquide en suspension dans l'air. Elles sont usuellement désignées par catégories de tailles via l'abréviation PM (de l'anglais *particulate matter*) complétée d'un indice chiffré indiquant la taille maximale de la fraction considérée. PM₁₀, PM_{2,5} et PM₁ se réfèrent ainsi aux particules dont le diamètre est inférieur à 10, 2,5 et 1 micromètre(s) respectivement. La littérature peut également renvoyer à ces trois types de particules à l'aide des expressions « particules en suspension » (PM₁₀), « particules fines » (PM_{2,5}) et « particules très fines » (PM₁). Mesurer les concentrations des particules de moins de 10 micromètres revient donc à mesurer les particules de moins de 1 micromètre auxquelles on ajoute toutes celles d'une taille comprise entre 1 et 10 micromètres.

Les apports du comptage

Les concentrations de particules en suspension et de particules fines sont les seules réglementées en air ambiant. Ces concentrations massiques s'expriment en microgramme par mètre-cube, µg/m³. Des recherches toxicologiques et épidémiologiques récentes tendent toutefois à suggérer que le nombre de particules peut avoir un meilleur lien avec les effets sur la santé que les concentrations massiques. Devançant les attentes réglementaires, Atmo Occitanie s'équipe depuis plusieurs années d'analyseurs de particules de nouvelle génération fonctionnant sur la base d'un comptage optique des particules. Contrairement aux anciens dispositifs, ces outils permettent de mesurer simultanément les concentrations des PM₁₀, PM_{2,5} et PM₁ (ils ajoutent également la possibilité de compter le nombre de particules selon 64 classes de tailles différentes, données de comptage utilisées dans ce rapport pour analyser certains épisodes de pollution).

La caractérisation des particules

Outre la réalisation de mesures de concentrations et les comptages, il est intéressant de pouvoir observer la composition des particules mesurées afin d'obtenir des éléments sur l'origine des particules. L'identification des sources est en effet d'une aide précieuse lorsque l'on souhaite mettre en place des mesures efficaces pour lutter contre la pollution particulaire. Plusieurs démarches, complémentaires, permettent d'obtenir des données sur la composition des éléments mesurés :

caractérisation chimique des espèces

Dans le cadre du dispositif national MERA, des mesures de composition chimiques des particules fines sont réalisées depuis 2011 à Peyrusse-Vieille dans le Gers. Il s'agit d'un site rural de fond, à distance des sources d'émissions anthropiques, et qui permet de suivre la pollution atmosphérique à longue distance.

Des prélèvements de 24 heures de particules fines (PM_{2,5}) sont réalisés tous les 6 jours sur des filtres. Les analyses réalisées ensuite permettent de quantifier les différentes composantes chimiques des particules :

- **Carbone élémentaire**, également « carbone suie » ou *black carbon*) : constitué quasi exclusivement d'atomes de carbone, il est issu de la combustion incomplète d'énergies fossiles ou de biomasse ;

- **Matière organique** : elle est soit émise par les mêmes processus de combustion que ceux émettant du carbone suie (matière organique primaire), ou formée par l'oxydation de composés organiques volatils émis par les activités humaines et par la végétation (matière organique secondaire) ;
- Espèces inorganiques primaires : **sels marins** et **poussières minérales** ;
- Espèces inorganiques secondaires, en particulier le **nitrate**, le **sulfate non émis par les embruns marins** et **l'ammonium**.

Des mesures d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), compris dans la matière organique, sont également réalisées selon la même temporalité. Dans cette famille de composé, seul le benzo[a]pyrène (B[a]P) est réglementé en air ambiant. Ces polluants sont principalement émis lors de la combustion incomplète de matière organique tels que les carburants, le bois, le tabac...

mesures du carbone suie

Deux analyseurs de carbone suie sont actuellement exploités par Atmo Occitanie. Ces deux appareils ont été installés en situation de fond urbain à Montpellier et Toulouse, principales agglomérations de la région Occitanie. Les mesures utilisées ont été relevées du 1^{er} avril 2020 au 31 mars 2021 pour le site de Toulouse et du 16 avril 2020 au 17 mars 2021 pour le site de Montpellier soit respectivement 12 et 11 mois de mesures, ce qui permet une bonne estimation de la situation annuelle.

Le carbone suie ne fait actuellement l'objet d'aucune réglementation, son suivi par Atmo Occitanie répond toutefois à deux objectifs :

- **Évaluer les concentrations d'un polluant émergent** sur le territoire régional. Les enjeux sanitaires et environnementaux importants liés à ce composé en font un sujet de préoccupation pour la communauté scientifique. Le suivi en continu des concentrations permet d'observer les variations saisonnières, la répartition géographique des particules et l'évolution des niveaux au fil des ans.
- **Tracer les combustions locales et apporter de l'information sur les principales sources contribuant à la pollution atmosphérique.** Les aethalomètres employés pour mesurer les concentrations de carbone suie permettent de discriminer la part provenant de la combustion de biomasse (BC_{wb}) de celle émise par la combustion de combustibles fossiles (BC_{ff}). Il est nécessaire de pouvoir faire la distinction entre ces deux sources afin de mieux comprendre l'origine d'un épisode de pollution ou pour émettre des recommandations visant à réduire les concentrations en particules.

À partir des deux fractions de carbone suie, il est possible d'estimer les concentrations massiques en particules en suspension (PM_{10}) attribuables à la combustion de combustibles fossiles (PM_{ff}) et celles liées à la combustion de biomasse (PM_{wb}). Le passage des fractions BC_{ff} et BC_{wb} aux concentrations en particules, PM_{ff} et PM_{wb} , se calcule en appliquant des coefficients (a et b) qui sont spécifiques au site de mesures :

$$PM_{ff} = a \times BC_{ff}$$

$$PM_{wb} = b \times BC_{wb}$$

Dans l'attente d'une étude permettant d'évaluer ces coefficients pour les sites ciblés par cette étude, des valeurs issues de la littérature et d'études menées par le LCSQA seront employées¹ :

$$a = 2 \text{ et } b = 10$$

¹ Robin Aujay-Plouzeau, Guide méthodologique pour la mesure du « black carbon » par éthylomètre multi-longueur d'onde AE33 dans l'air ambiant (version 2020), LCSQA, 2020

Pour les différentes fractions de particules, des stations ne mesurent que les PM₁₀, d'autres les PM₁₀ et PM_{2.5}, certaines fournissent à la fois PM₁₀, PM_{2.5} et PM₁. Ces différences s'expliquent ici encore par le matériel déployé.

Les sites mesurant les trois fractions sont équipés d'analyseurs optiques comptant les particules et les répartissent ensuite selon différentes classes de taille. Jusqu'au déploiement de ces nouveaux matériels, les analyseurs récupéraient des particules sur un filtre et estimaient la masse de ces particules par mètre-cube d'air aspiré. Une seule taille de particules pouvait être ciblée par l'analyseur. Mesurer PM₁₀ et PM_{2.5} simultanément nécessitait donc le déploiement de deux appareils en parallèle ce qui ne pouvait être réalisé sur toutes les stations.



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