

Episodes de pollution

Du 6 février au 6 mars 2021



Diffusion : mars 2021

Siège social :
3 allée des Sorbiers 69500 BRON
Tel. 09 72 26 48 90
contact@atmo-aura.fr



Sommaire

Sommaire	2
Résumé	3
1 – Eléments clés : anticyclone et imports de particules désertiques	4
2 – L'épisode au fil des jours	5
3 – Vigilances et actions préfectorales	11
4 – Origine et description de l'épisode	12
Annexe 1 : scores de prévision par zone du 6 février au 6 mars 2021	24
Annexe 2 : vigilances pollution depuis le 1 ^{er} janvier 2021 dans la région	25
Annexe 3 : qu'est-ce qu'une « vigilance pollution de l'air » ?	26
Annexe 4 : les dispositifs préfectoraux	28

Conditions de diffusion de ce document et de son contenu

Atmo Auvergne-Rhône-Alpes est une association de type « loi 1901 » agréée par le Ministère de la Transition écologique et solidaire (décret 98-361 du 6 mai 1998) au même titre que l'ensemble des structures chargées de la surveillance de la qualité de l'air, formant le réseau national ATMO. 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'Etat 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 Auvergne-Rhône-Alpes communique publiquement sur les informations issues de ses différents travaux et garantit la transparence de l'information sur le résultat de ses travaux. **A ce titre, les rapports d'études sont librement disponibles sur www.atmo-auvergnerhonealpes.fr**

Les données contenues dans ce document restent la propriété intellectuelle d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes. Toute utilisation partielle ou totale de ce document (extrait de texte, graphiques, tableaux, ...) doit faire référence à l'observatoire dans les termes suivants : © **Atmo Auvergne-Rhône-Alpes (2020) Episode de pollution du 6 février au 6 mars 2021**. Les données ne sont pas rediffusées en cas de modification ultérieure. Par ailleurs, Atmo Auvergne-Rhône-Alpes 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 Auvergne-Rhône-Alpes

- depuis le [formulaire de contact](#)
- par mail : contact@atmo-aura.fr
- par téléphone : 09 72 26 48 90

Résumé

Du 6 février au 6 mars 2021, la région Auvergne-Rhône-Alpes a connu plusieurs épisodes de pollution aux particules fines, d'intensités et d'origines diverses, répartis sur quatre périodes distinctes. Ce bilan a pour objectif de décrire les niveaux atteints durant ces épisodes et d'en analyser les causes.

Le 6 février, des concentrations de particules PM10 « record » ont été mesurées en Auvergne-Rhône-Alpes, ainsi que sur un large quart Sud Est du territoire français. La présence de particules désertiques fut exceptionnellement visible ce jour-là sur tout le sud de la France.

Les 12 et 13 février, la prévision d'un nouvel import de particules sahariennes, associée à l'observation d'une augmentation des particules secondaires dans notre région, a fait craindre de nouveaux dépassements des seuils réglementaires. Les taux de particules ont augmenté mais sont finalement restés en deçà des seuils durant ces deux journées en Auvergne-Rhône-Alpes.

Du 22 au 28 février, des masses d'air à nouveau chargées de particules en provenance directe des régions désertiques nord africaines ont atteint le Sud de la France, jusqu'à recouvrir la quasi-totalité du territoire national les 24 et 25 février. Les seuils réglementaires d'information et d'alerte ont été franchis sur de nombreux bassins d'air en Auvergne-Rhône-Alpes, parfois sur plusieurs jours.

Enfin, du 3 au 6 mars, une quatrième remontée de particules désertiques a été observée, arrivant cette fois par le Sud-Ouest et l'Espagne. C'est exclusivement sur le Sud de la France que des dépassements de seuils réglementaires ont été observés durant cette dernière vague, nettement moins intense que la précédente, et sur quelques bassins d'air uniquement sur une journée en Auvergne Rhône-Alpes.

Comme décrit ci-dessus, les imports extérieurs de particules sahariennes ont joué un rôle important dans la survenance des épisodes de pollution recensés au cours du mois en Auvergne Rhône-Alpes. Toutefois, les émissions locales de particules primaires et secondaires sont étudiées et estimées également dans ce bilan.

1 – Éléments clés : anticyclone et imports de particules désertiques

	Durée 14 jours d'épisodes de pollution entre le 6 février et le 6 mars 2021		Polluants concernés Particules en suspension PM10
	Origine de l'épisode Import de particules désertiques et conditions météorologiques anticycloniques <ul style="list-style-type: none">▶ Arrivée de plusieurs vagues successives de masses d'air transportant des particules désertiques du Sahara, participant sensiblement à l'augmentation des concentrations de particules sur de vastes territoires▶ Situation météorologique anticyclonique et présence d'inversions de températures matinales favorisant la concentration des polluants primaires (combustion) dans les basses couches de l'atmosphère▶ De manière très marginale, présence de particules dites « secondaires », émises notamment par les activités agricoles en cours en cette saison		
	Type d'épisode Mixte (plusieurs origines)		
	Concentrations maximales journalières de PM10 mesurées <ul style="list-style-type: none">▶ En fond urbain : 177 µg/m³ (site Saint-Jean de Maurienne le 6/02/2021)▶ En zone rurale : 156 µg/m³ (site Drôme Rurale Sud le 6/02/2021) 93% des sites de mesures de fond ont dépassé le seuil d'information (50 µg/m³) au moins une fois 42% des sites de mesures de fond ont dépassé le seuil d'alerte (80 µg/m³) au moins une fois		
	Territoires impactés <ul style="list-style-type: none">▶ Départements en vigilance pollution : tous les départements d'Auvergne-Rhône-Alpes▶ Départements avec actions contraignantes de réduction des émissions : tous les départements d'Auvergne-Rhône-Alpes▶ Population exposée à un dépassement du seuil d'information pour les PM10 : au plus fort de l'épisode, environ 87% des habitants de la région (et 21% exposés au seuil d'alerte)		
	Scores de prévision Constat conforme à la prévision : 78,6 % des cas <i>Cf. Annexe 1</i>		

2 – L'épisode au fil des jours

Tous les bassins d'air de la Région Auvergne-Rhône-Alpes ont été placés en vigilance au moins un jour en raison d'une prévision ou d'un constat de dépassement du seuil d'information et/ou du seuil d'alerte pour les particules (PM10). Il est difficile d'indiquer quel fut le bassin d'air le plus touché de la région au vu de l'ampleur du phénomène, mais la majorité des bassins d'air fut exposée entre 5 et 7 jours à des dépassements de valeurs réglementaires sur l'ensemble de la période.

Le graphique ci-dessous permet de visualiser l'évolution des concentrations journalières maximales mesurées en un point du territoire régional durant l'épisode.

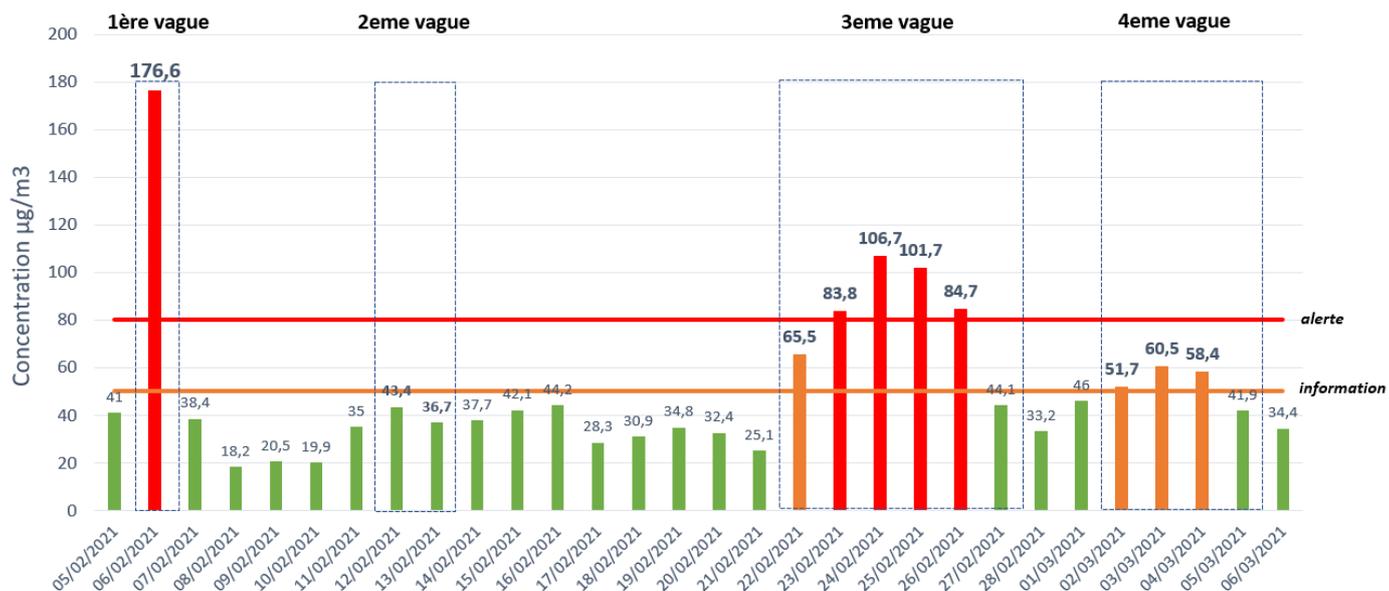
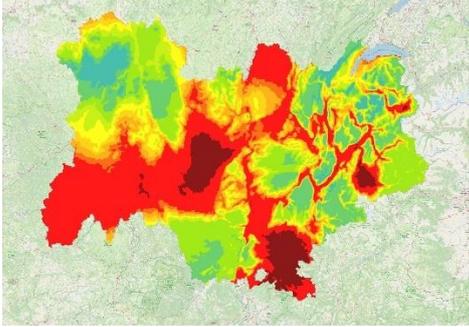
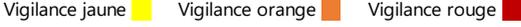
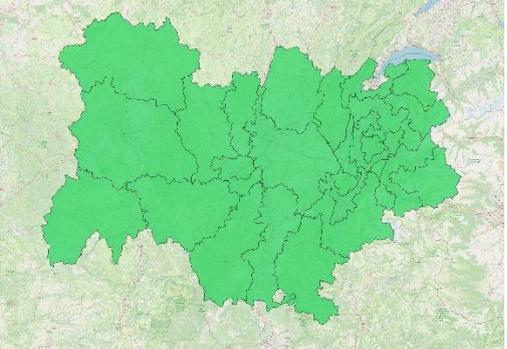
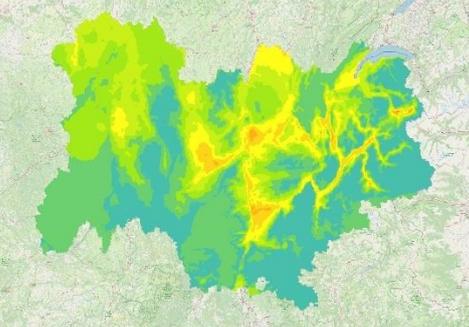
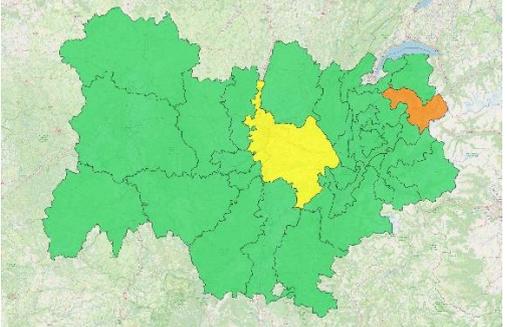
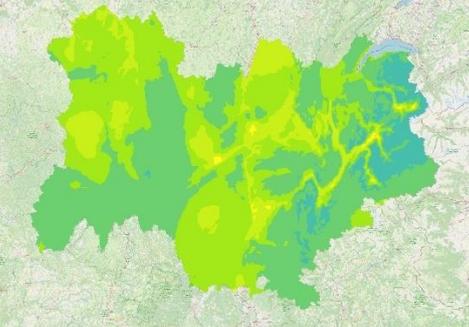
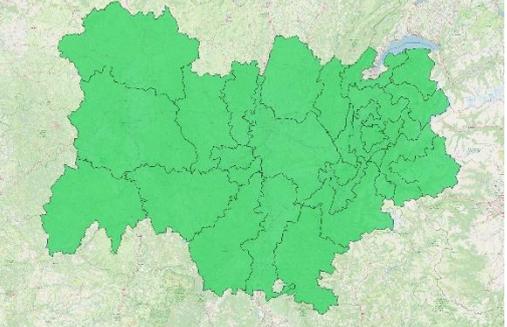
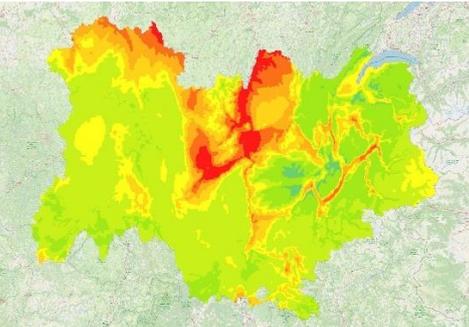
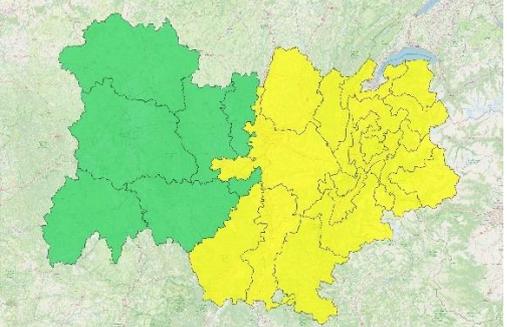
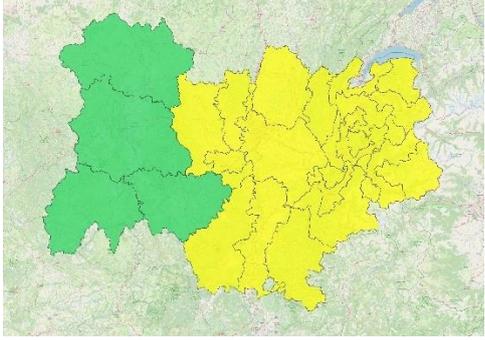
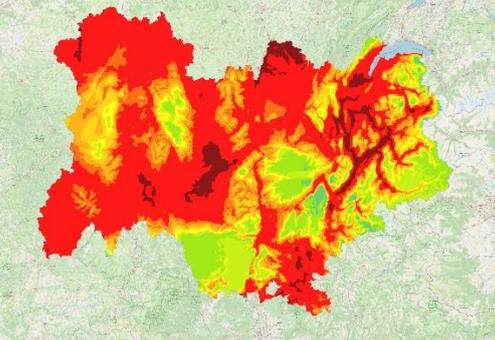
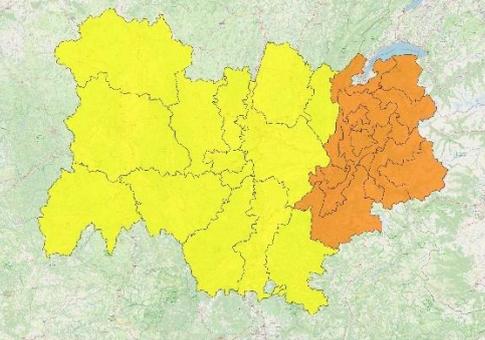
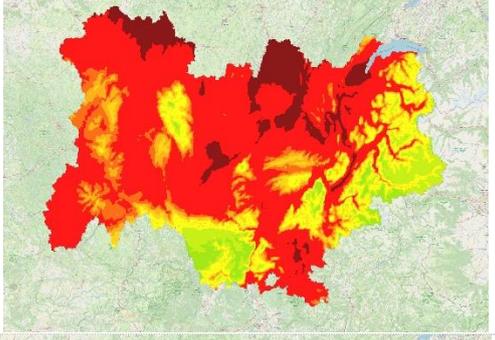
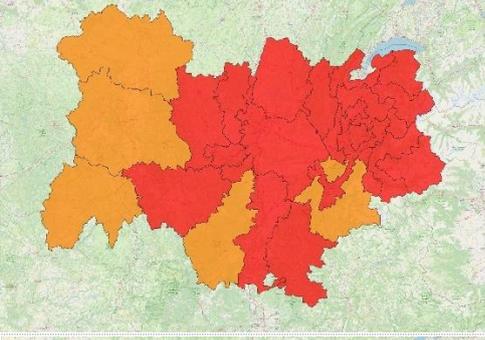
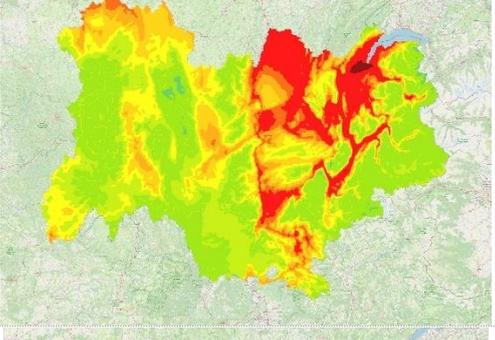
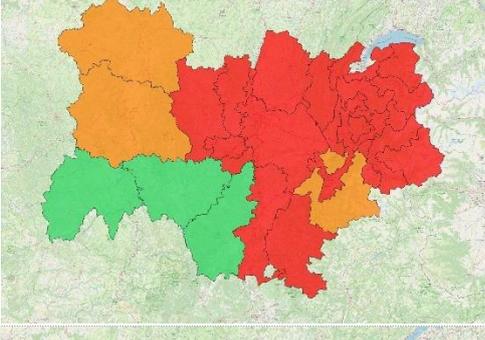
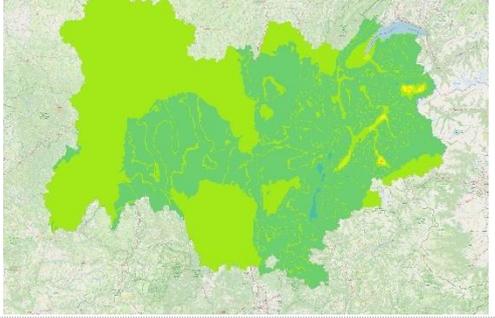
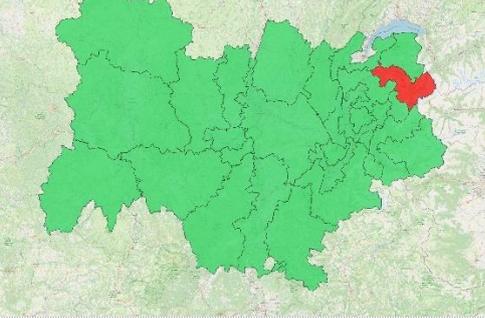


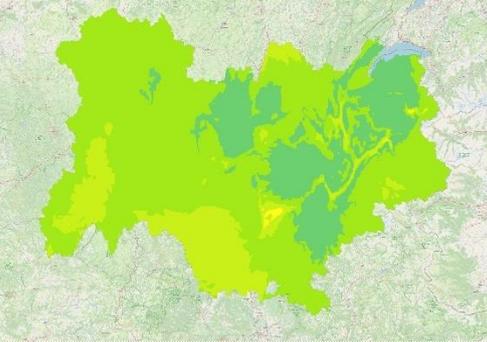
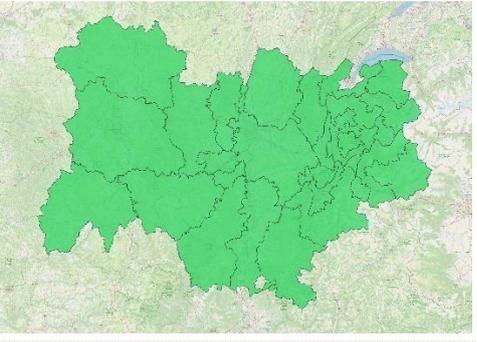
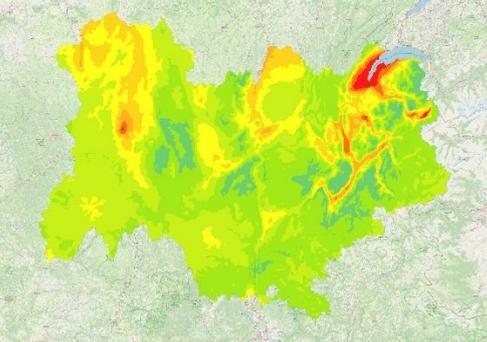
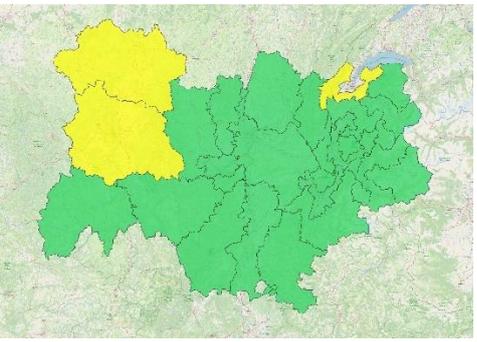
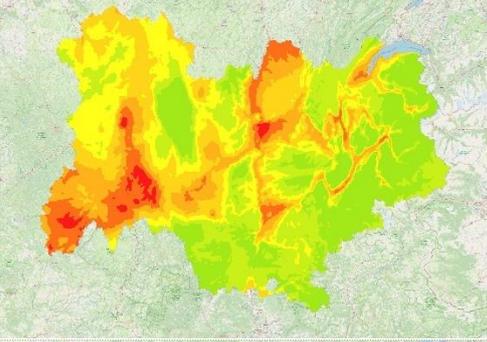
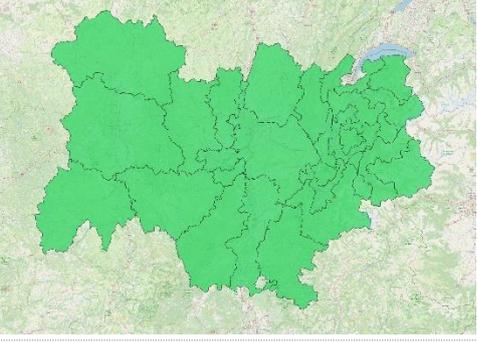
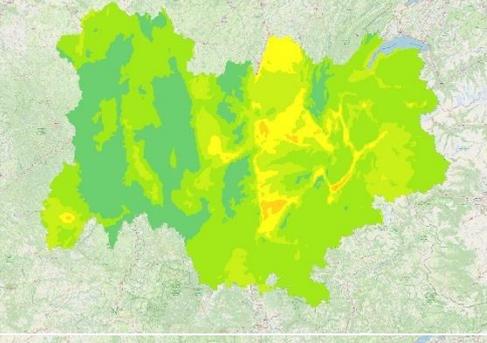
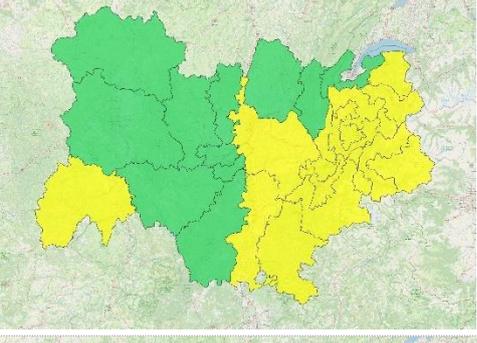
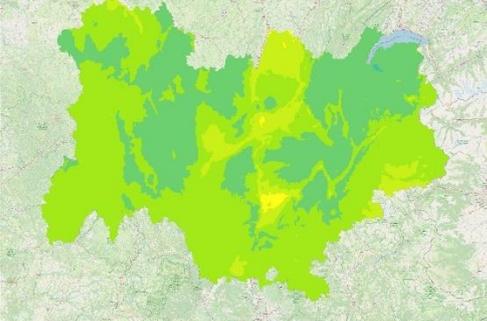
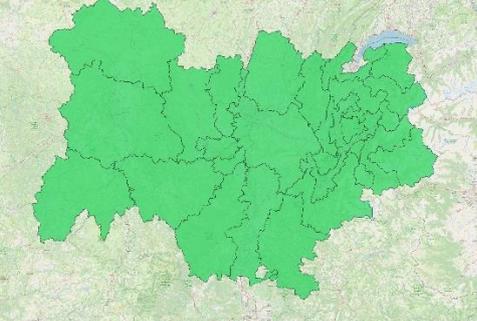
FIGURE 1 ÉVOLUTION DES CONCENTRATIONS MAXIMALES JOURNALIÈRES MESURÉES (EN µG/M3) PAR JOUR SUR SITES DE FOND

Les tableaux des pages suivantes donnent accès jour par jour :

- aux cartes de qualité de l'air (cartes multi-polluants)
- aux cartes de vigilance diffusées en raison de la dégradation de la qualité de l'air
- aux surfaces et populations impactées par un dépassement de seuil
- aux maxima mesurés
- aux commentaires quotidiens

Date	Carte multi polluants de qualité de l'air	Carte de vigilance
06/02/2021	 	 
12/02/2021		
13/02/2021		
22/02/2021		

Date	Carte multi polluants de qualité de l'air	Carte de vigilance
23/02/2021	 <p>Très bon Très mauvais</p>	<p>Vigilance jaune ■ Vigilance orange ■ Vigilance rouge ■</p> 
24/02/2021		
25/02/2021		
26/02/2021		
27/02/2021		

Date	Carte multi polluants de qualité de l'air 	Carte de vigilance Vigilance jaune  Vigilance orange  Vigilance rouge 
28/02/2021		
03/03/2021		
04/03/2021		
05/03/2021		
06/03/2021		

Date	Territoire impacté	Maxima mesuré ou modélisé	Commentaire qualité de l'air
06/02/2021	22547 km2	PM10 : 177 µg/m ³	Samedi 6 février, la région Auvergne-Rhône-Alpes a été particulièrement impactée par des poussières sahariennes. Cet épisode a été nettement plus intense que prévu et a engendré des concentrations très élevées de particules. La qualité de l'air a été très mauvaise sur le bassin stéphanois, le sud de la Drôme et dans la vallée de la Maurienne. Elle a été mauvaise d'Aurillac à Lyon, sur une partie de l'Ain, sur la vallée du Rhône et certains territoires isérois et alpins. Ailleurs elle a été moyenne à dégradée, le nord de l'Auvergne ayant été notamment épargné.
12/02/2021	0 km2	PM10 : 45 µg/m ³	Vendredi 12 février, la qualité de l'air a été très contrastée ; bonne à moyenne sur une partie de la région et dégradée à mauvaise sur une autre partie en lien avec des concentrations élevées de particules PM2,5. Dans la vallée de l'Arve, les concentrations de particules PM10 ont été moins élevées que prévu et le seuil d'information et de recommandations n'a pas été atteint.
13/02/2021	0 km2	PM10 : 37 µg/m ³	Samedi 13 février, les indices de la qualité de l'air ont été qualifiés de bons à moyens sur une partie de la région et de dégradés à mauvais sur une autre partie impactée par les concentrations élevées de particules PM2.5.
22/02/2021	1532 km2	PM10 : 66 µg/m ³	Lundi 22 février, un épisode de poussières désertiques a atteint la région. La qualité de l'air fut mauvaise sur les bassins lyonnais et stéphanois et les secteurs avoisinants. Le nord-est de l'Allier a également été touché. Ailleurs, la qualité de l'air fut moyenne à dégradée.
23/02/2021	7106 km2	PM10 : 84 µg/m ³	Mardi 23 février, la qualité de l'air fut mauvaise sur le centre et l'Est de la région, en raison de l'épisode de poussières désertiques. Ailleurs, elle fut qualifiée de moyenne à dégradée.
24/02/2021	34495 km2	PM10 : 112 µg/m ³	Mercredi 24 février, la qualité de l'air a été mauvaise sur la quasi-totalité de la région.
25/02/2021	42139 km2	PM10 : 102 µg/m ³	Jeudi 25 février, la qualité de l'air s'est avérée mauvaise sur une large partie de la région, en lien avec des concentrations de particules élevées. Les masses d'air transportant des poussières désertiques étaient toujours présentes au-dessus de la région et sur une grande partie du territoire national.
26/02/2021	6485 km2	PM10 : 89 µg/m ³	Vendredi 26 février, la qualité de l'air fut plutôt moyenne sur la partie Ouest de la région, mais qualifiée de majoritairement mauvaise sur la partie Est, en lien avec des taux de particules fines toujours élevés.
27/02/2021	0 km2	PM10 : 44 µg/m ³	Samedi 27 février, les masses d'air chargées de particules désertiques se sont progressivement décalées vers l'Italie en cours de journée, ce qui a conduit à une diminution sensible des taux de particules sur l'Auvergne Rhône-Alpes. La qualité de l'air fut donc qualifiée de globalement bonne à moyenne.

28/02/2021	0 km ²	PM10 : 33 µg/m ³	Dimanche 28 février, la qualité de l'air fut assez inégale sur la région, qualifiée de bonne en zone rurale, elle fut moyenne à dégradée aux abords des grandes agglomérations.
03/03/2021	135 km ²	PM10 : 60 µg/m³	Mercredi 3 mars, la région a été à nouveau survolée par des sables sahariens. Cependant, seul le bassin lémanique et la vallée de Chamonix ont été impactés. La qualité de l'air y a été mauvaise. Ailleurs, elle a été moyenne à dégradée.
04/03/2021	644 km ²	PM10 : 59 µg/m³	Jeudi 4 mars, la qualité de l'air a été mauvaise sur le centre de la région et le sud de l'Auvergne.
05/03/2021	0 km ²	PM10 : 42 µg/m ³	Vendredi 5 mars, le vent de nord et des pluies éparses ont fait sensiblement baisser les concentrations de particules PM10. La qualité de l'air fut moyenne à dégradée. Localement, elle fut mauvaise en raison des PM _{2,5} .
06/03/2021	0 km ²	PM10 : 34 µg/m ³	Samedi 6 mars, la qualité de l'air fut globalement moyenne à dégradée. Elle fut localement mauvaise en raison d'une hausse des concentrations de particules PM _{2,5} .

En **rouge** : concentration dépassant le seuil d'information (50 µg/m³) ou d'alerte (80 µg/m³)

3 – Vigilances et actions préfectorales

Détail du respect des critères définissant une vigilance en [Annexe 4](#)

Du 6 février au 6 mars 2021, 13 journées furent concernées par des activations de vigilance pollution. Le seuil réglementaire journalier d'information et de recommandations a été franchi durant 8 jours sur au moins un bassin d'air de la région, et le seuil d'alerte fut dépassé durant 4 journées.

Ces dépassements ont donné lieu à l'activation de dispositifs préfectoraux d'information, d'alerte de niveau 1, et même d'alerte de niveau 2 sur 16 des 21 bassins d'air de la région. Des mesures de réductions des émissions de particules fines ont été prises sur l'ensemble des bassins d'air, concernant tous les secteurs d'activité.

Parmi les actions « emblématiques », on notera la mise en place de mesures de circulation différenciée sur 8 des 21 bassins d'air d'Auvergne Rhône-Alpes (selon le bassin d'air, ce fut sur un ou plusieurs jours, uniquement pour les poids-lourds ou pour l'ensemble des véhicules).

Département	Nom zone	06/02	12/02	13/02	22/02	23/02	24/02	25/02	26/02	27/02	28/02	03/03	04/03	05/03	06/03
01	Bassin lémanique				50	50	80	80				50			
	Ouest Ain	50			50	50	50	80	50						
	Zone alpine Ain	50				50	50	80	50						
03	Allier				50	50	50	80							
07	Ouest Ardèche	50					50	50							
	Vallée du Rhône	80				50	50	50	50						
15	Cantal	50					50	50					50		
26	Est Drôme	80				50	80	80	50						
	Vallée du Rhône	80				50	50	50	50						
38	Bassin grenoblois	50				50	50	80	50						
	Bassin lyonnais / Nord-Isère	50			50	50	50	80	50				50		
	Zone alpine Isère	50					50	50							
42	Contreforts du Massif Central	80			50	50	50	80							
	Bassin stéphanois	80			50	50	80	80							
43	Haute-Loire	80				50	80	80					50		
63	Puy-de-Dôme	50					50	50					50		
69	Bassin lyonnais / Nord-Isère	50			50	50	50	80	50				50		
	Zone des Côteaux	50			50	50	50	80							
73	Vallées Maurienne-Tarentaise	80				50	80	50	50						
	Zone alpine Savoie	80				50	50	80	50						
	Zone urbaine des Pays de Savoie	50				50	80	80	50						
74	Bassin lémanique					50	50	80	80			50			
	Vallée de l'Arve	80				50	80	50	50			50			
	Zone alpine Haute-Savoie	50				50	50	80	50						
	Zone urbaine des Pays de Savoie	50				50	80	80	50						

50 : dépassement effectif du seuil d'information constaté sur plus de 25 km² ou pour plus de 50 000 habitants

80 : dépassement effectif du seuil d'alerte constaté sur plus de 25 km² ou pour plus de 50 000 habitants

Vigilance : 3 niveaux, de jaune à rouge.

- Jaune : 1 seul jour de pollution, dépassement du seuil d'information
- Orange et rouge : augmentation de la durée de l'épisode (2 jours ou plus) ou de l'intensité (dépassement du seuil d'alerte)

Pour en savoir plus sur le niveau de vigilance et le niveau de dispositif préfectoral, cf. [Annexes 4 et 5](#).

4 – Origine et description de l'épisode

Influence des hautes pressions atmosphériques, transport de masses d'air chargées de sables sahariens, émissions locales issues des activités de chauffage ou agricoles... Quels sont les facteurs qui ont conduit à l'obtention de tels niveaux de concentrations en particules PM₁₀, certains ont-ils été plus prépondérants que d'autres ? Vous trouverez des éléments de réponse ci-après.

4.1 Des conditions météorologiques défavorables à la dispersion des polluants

4.1.1 Un anticyclone persistant

Du 12 février au 6 mars, de hautes pressions (régulièrement supérieures à 1000 hPa) sont observables en Auvergne Rhône-Alpes. Cela atteste de la présence d'un anticyclone persistant et d'une stabilité atmosphérique propice à favoriser l'accumulation des polluants produits localement.

La stabilité des masses d'air peut donc être en partie responsable des épisodes ayant eu lieu après le 12 février. Toutefois, il est plus difficile d'invoquer ce facteur explicatif pour l'épisode exceptionnel du 6 février.

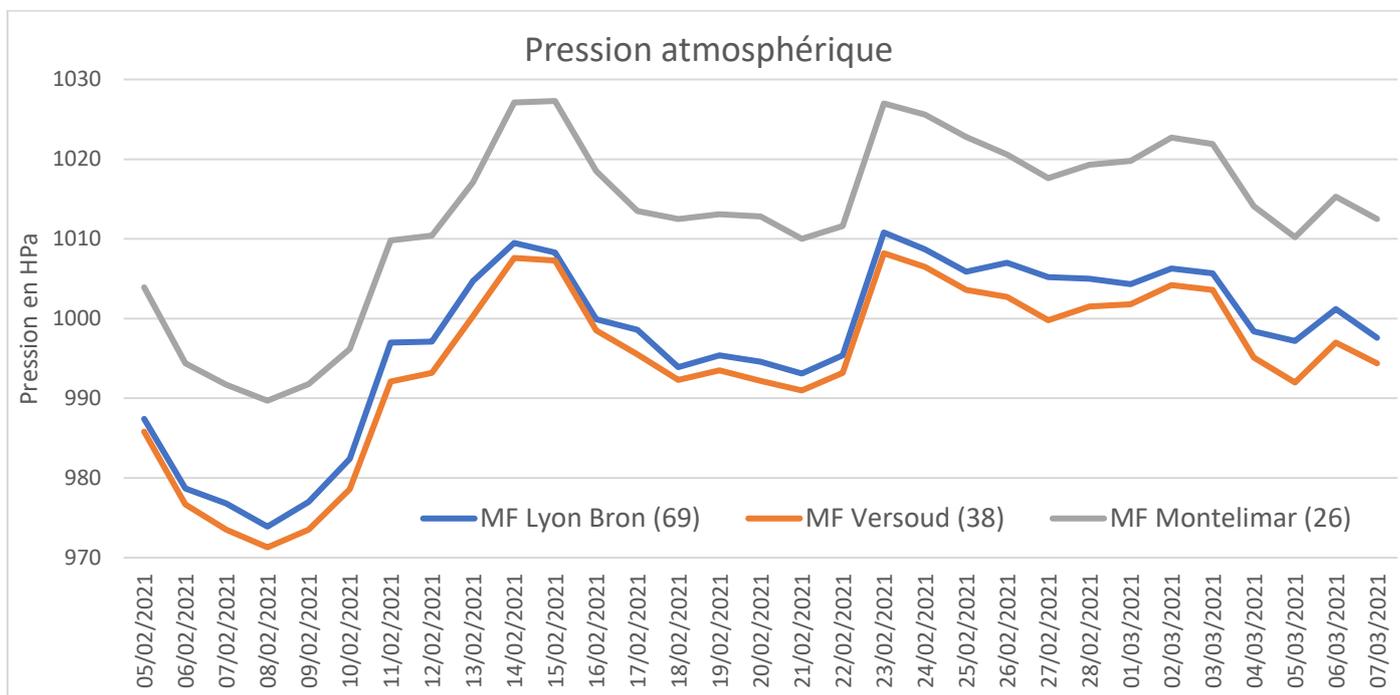


FIGURE 2 PRESSION MOYENNE JOURNALIERE SUR TROIS SITES METEO-FRANCE

4.1.2 Des inversions de températures matinales

Outre la stabilité des masses d'air, les inversions de températures dans les basses couches de l'atmosphère peuvent également favoriser l'accumulation des polluants émis.

L'observation des températures sur un même territoire à différentes altitudes permet de savoir si des inversions de températures ont eu lieu lors des journées concernées par un épisode pollué.

Concernant la Vallée de l'Arve, sur laquelle nous disposons de quatre sites faisant des relevés météorologiques à différents niveaux d'altitude, nous observons effectivement la présence d'inversions de températures sur quelques heures en fin de nuit et dans la matinée, pour les journées du 6 février, du 23 au 26 février et du 2 et 3 mars 2021. Les inversions de températures peuvent donc être considérées comme un facteur aggravant dans la survenue des épisodes de pollution dans les vallées alpines à ces dates-là.

Températures selon l'altitude à Passy (74)

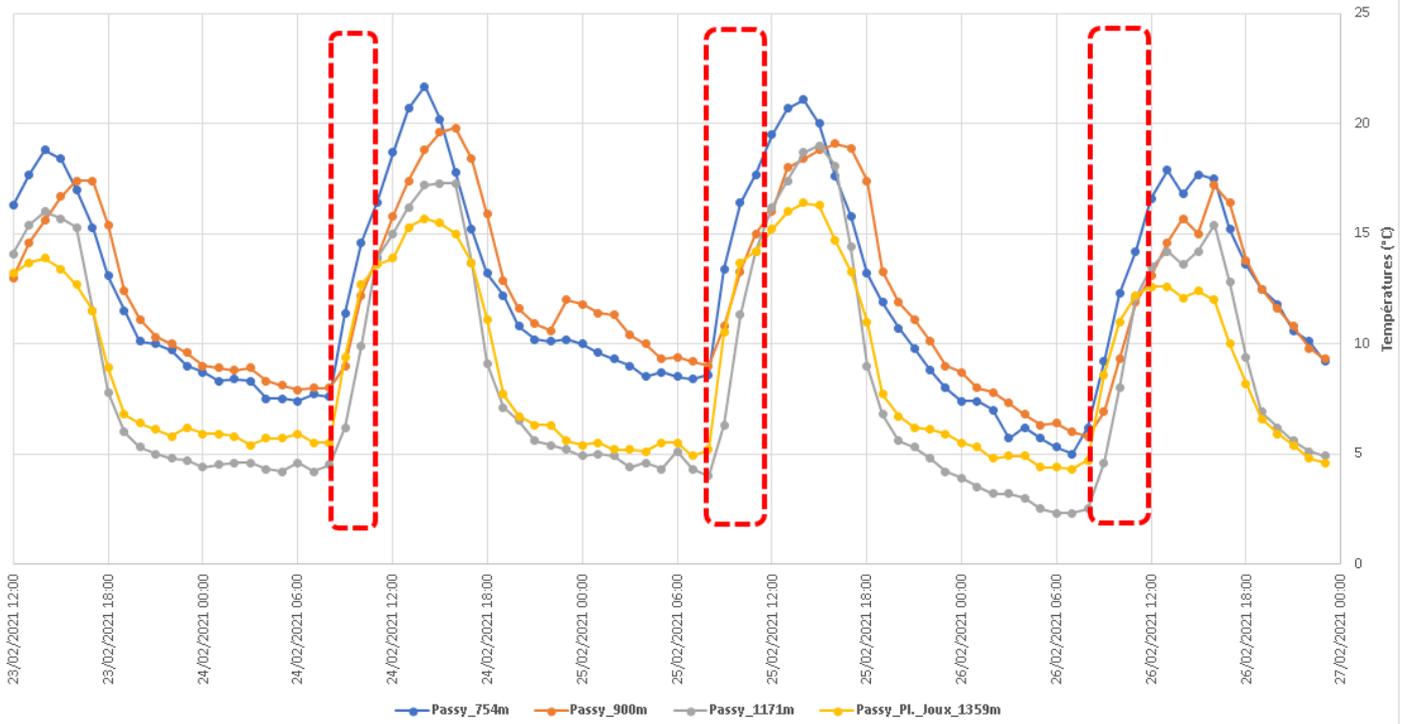


FIGURE 3 TEMPERATURES DANS LA VALLEE DE L'ARVE

Sur le Rhône, les données des stations Météo-France du site de plaine de « Lyon-Bron » (198 m.) et du site d'altitude des « Sauvages » (711 m) nous confirment également la présence d'inversions de températures du 24 au 26 février, ainsi que le 3 mars 2021.

Aussi, il est également possible de considérer les inversions de températures comme un facteur aggravant dans la survenance des épisodes de pollution ayant eu lieu fin février et début mars 2021 sur les zones de plaine.

Températures selon l'altitude dans le Rhône (69)

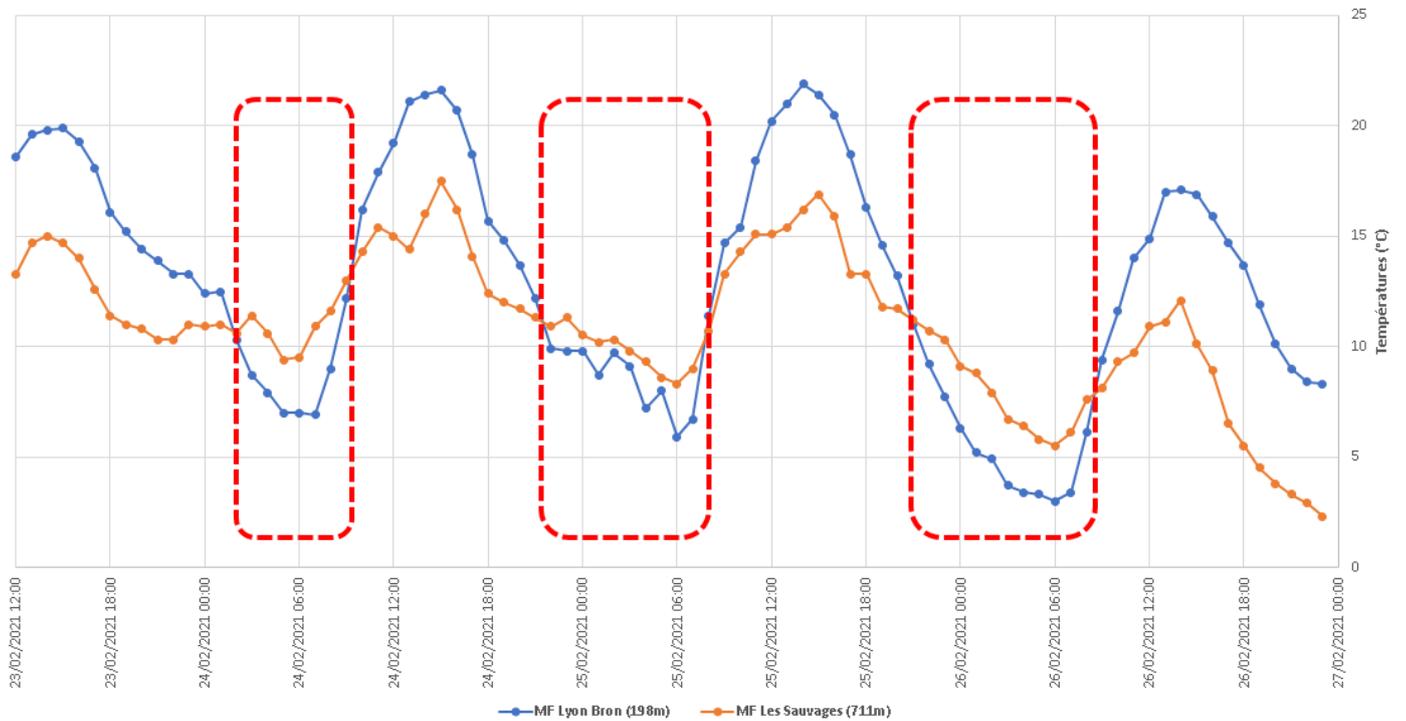


FIGURE 4 TEMPERATURES DANS LE RHONE

4.2 Des imports de particules désertiques

4.2.1 Un phénomène global

Les particules désertiques ayant impacté notre région proviennent d'un phénomène relativement courant appelé « brume de sable », qui survient pendant ou immédiatement après une tempête de sable. Dans certaines conditions, des dépressions se forment et entraînent des vents violents mettant en suspension des grains de sable. Ceux-ci pulvérisent ou érodent les argiles en percutant les sols, ce qui remet de grandes quantités de particules en suspension. Ces particules fines plus ou moins siliceuses stagnent alors dans l'air, opacifiant l'atmosphère, et persistent éventuellement plusieurs jours ou semaines si les conditions anticycloniques se maintiennent. Certaines brumes de sable s'étendent sur plusieurs millions de kilomètres carrés.

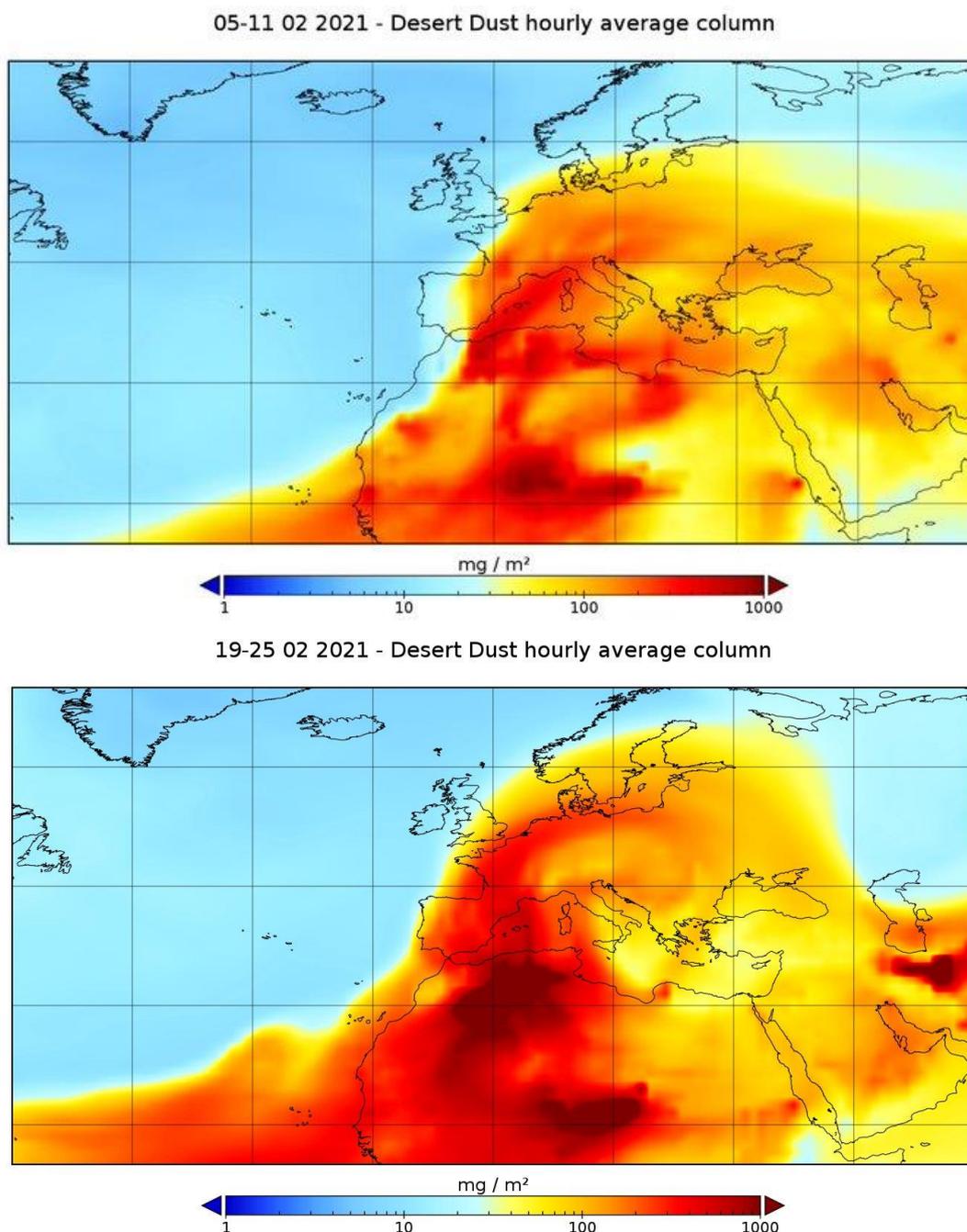


FIGURE 5 MOYENNE DES CONCENTRATIONS DE POUSSIÈRES DESERTIQUES SUR TOUTE LA HAUTEUR ATMOSPHERIQUE (MOCAGE – METEO FRANCE)
DU 05/02/21 AU 11/02/21 (CARTE DU HAUT) PUIS DU 19/02/21 AU 25/02/21 (CARTE DU BAS)

En Europe, ces brumes proviennent le plus souvent du désert du Sahara. Le vent constitue un facteur majeur et les particules en suspension peuvent être transportées sur de très grandes distances à la faveur des courants atmosphériques. En France, ces épisodes surviennent le plus souvent à l'automne et en hiver à la faveur de flux de sud. Ces épisodes ne sont pas forcément visibles, les particules étant généralement transportées en altitude, entre 1 et 5 kilomètres, mais avec le brassage des couches atmosphériques qui a lieu en cours de journée, certaines peuvent retomber au niveau du sol à des concentrations très élevées.

Ces poussières désertiques sont pour beaucoup des particules assez grossières, pouvant atteindre ou dépasser une dizaine de micromètres de diamètre. Ces particules pénètrent moins profondément dans les organismes que les particules plus petites (de taille inférieure à 2,5 voire 1 micromètre) issues de phénomènes de combustion (chauffage au bois ou émissions automobiles). Toutefois, leur quantité et le fait qu'elles s'additionnent aux autres particules émises localement peuvent engendrer des effets sanitaires.

Il est possible de savoir où se trouvent les masses d'air chargées en particules dans les hautes couches atmosphériques, notamment grâce aux données satellitaires, mais il est en revanche nettement plus complexe de prévoir où vont avoir lieu les retombées au sol, et dans quelles quantités. Durant la période étudiée, l'observation de concentrations de particules PM10 particulièrement élevées n'a pas concerné que le territoire d'Auvergne Rhône-Alpes, mais bien de larges parties du territoire national, comme en témoignent les cartographies suivantes.

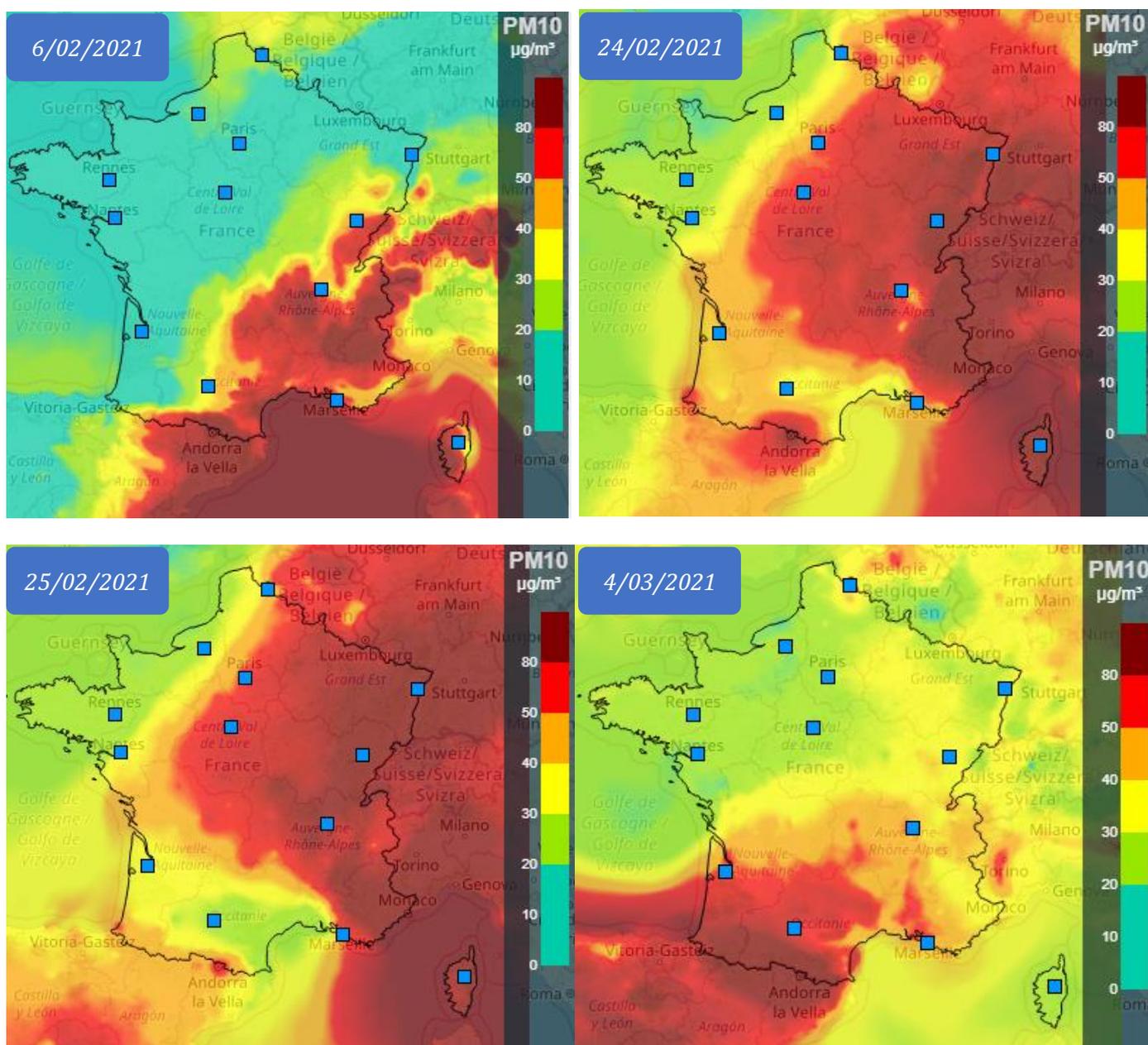


FIGURE 6 MOYENNES JOURNALIERES PM10, ZONE FRANCE, CARTES ANALYSEES COMBINANT MODELE ET OBSERVATIONS (DONNEES PREV'AIR)

4.2.2 Un impact local

Lors de l'épisode du 6 février, certains sites de la région ont enregistré des niveaux records de concentrations horaires : entre 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et 400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, et même jusqu'à 540 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur la station de Saint-Jean de Maurienne, dans la vallée de la Maurienne. Ces niveaux très élevés sur plusieurs heures ont engendré des dépassements des seuils réglementaires journaliers.

Durant l'épisode du 22 au 28 février, toute la France métropolitaine a cette fois été touchée. Les concentrations furent moins élevées mais la durée du phénomène (7 jours) fut exceptionnelle. Sur notre région, l'Auvergne fut atteinte en premier puis le nuage s'est étendu progressivement vers l'Est.

Enfin, l'épisode du 3 au 6 mars fut de moindre intensité (avec des maxima journaliers à 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) et géographiquement plus restreint, touchant essentiellement le Sud-Ouest de la région, puis le centre et enfin les vallées alpines.

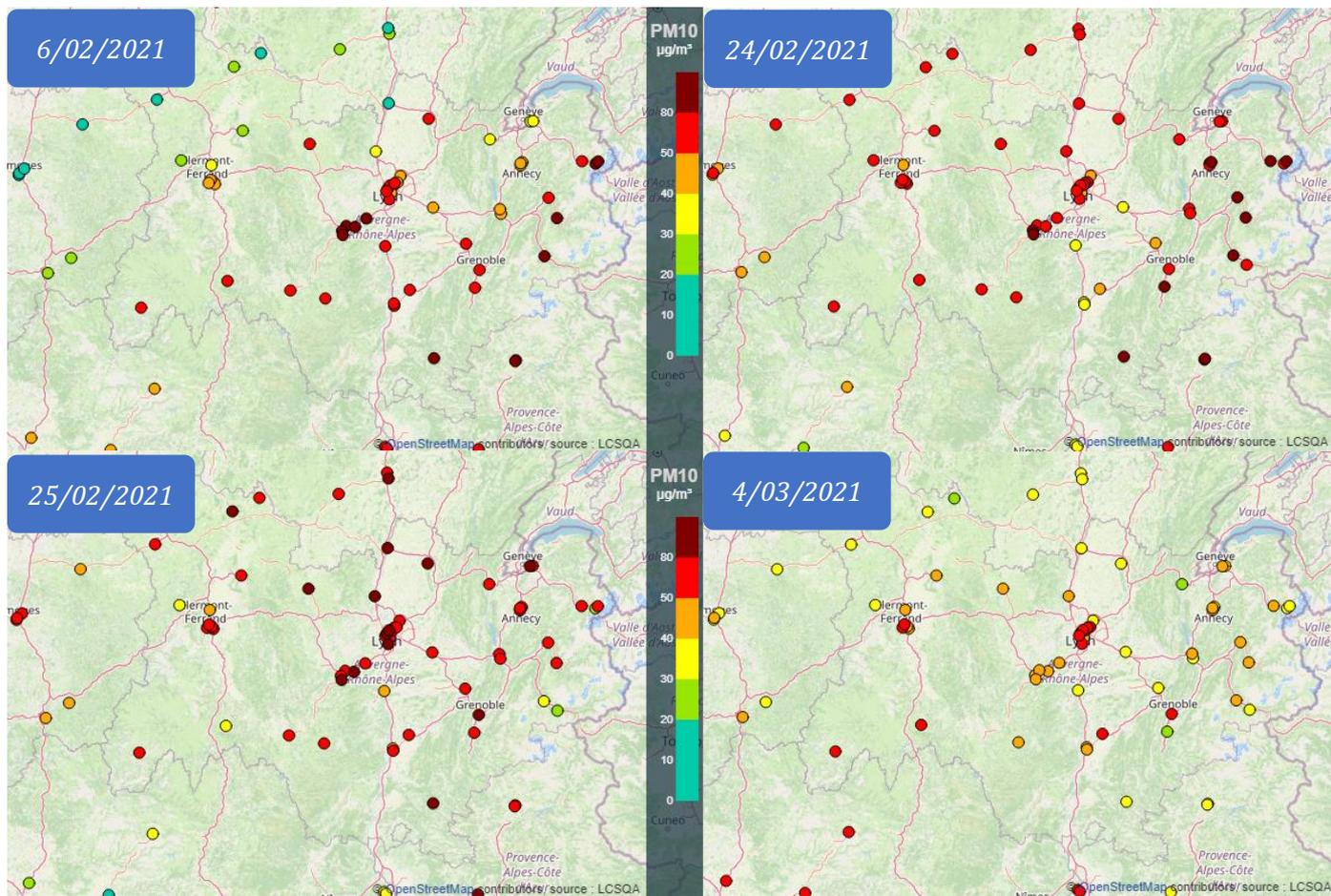


FIGURE 7 MOYENNES JOURNALIERES PM10, ZONE AUVERGNE-RHONE-ALPES ET ENVIRONS IMMEDIATS, MESURES AUX STATIONS (DONNEES AASQA)

4.2.3 Etude de la présence de particules sahariennes à la lumière du ratio PM_{2,5}/PM₁₀

Afin d'évaluer la part de particules désertiques au sein des concentrations totales de PM₁₀ mesurées, nous avons choisi d'étudier un indicateur spécifique : le ratio PM_{2,5}/PM₁₀.

En effet, partant du postulat que la majorité des particules sahariennes sont de diamètre supérieur à 2,5 micromètres, il semble logique d'imaginer que les retombées de particules désertiques entraînent une augmentation massive des taux de PM₁₀, et une augmentation beaucoup moins perceptible des taux de PM_{2,5}. Aussi, mécaniquement, lorsque le ratio PM_{2,5}/PM₁₀ diminue significativement par rapport aux ratios moyens observés habituellement, on considérera que la responsabilité des particules désertiques pourra être engagée.

Nous avons donc comparé le ratio moyen obtenu à cette période de l'année **lors des cinq dernières années** (courbes oranges) aux ratios calculés **entre le 6 février et le 6 mars 2021** (courbes bleues) sur l'ensemble de nos stations disposant simultanément d'une mesure de PM_{2,5} et d'une mesure de PM₁₀.

Habituellement, en saison hivernale, les émissions dues au chauffage au bois sont très caractéristiques et entraînent des ratios allant environ de 0,6 en zones urbaines à 0,9 en zones rurales ou d'altitude. Autrement dit, 60% à 90% des PM₁₀ totales mesurées sont des PM_{2,5}.

Lors des épisodes de pollution étudiés, ces ratios ont chuté aux alentours de 30 à 40% au plus fort de l'épisode, sur de nombreux sites.

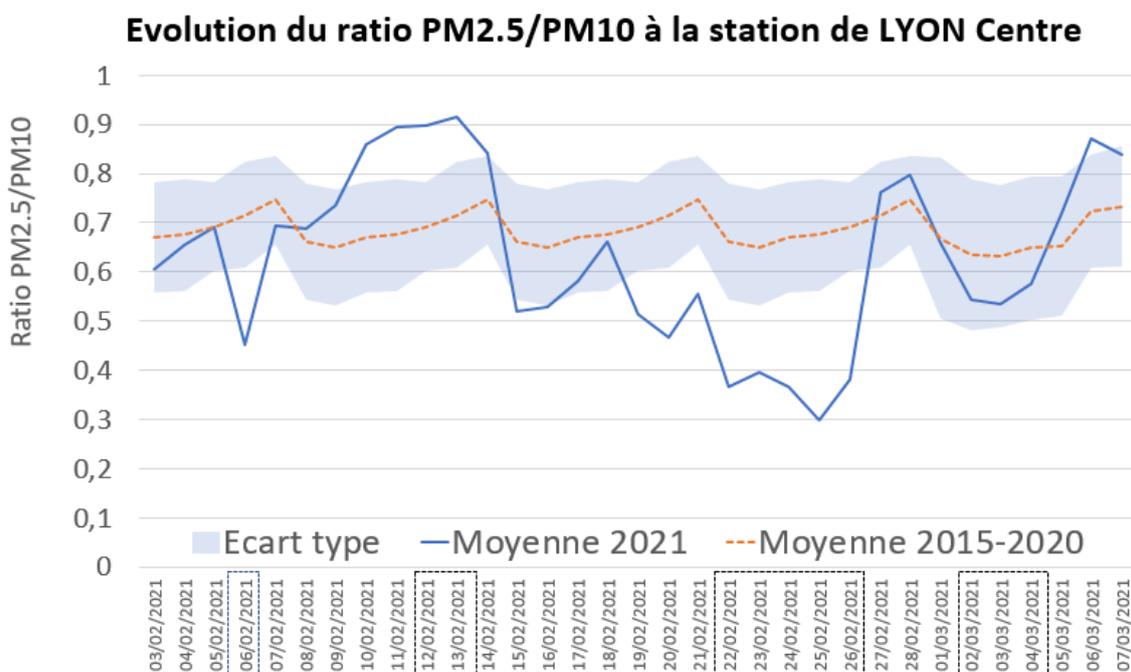
En zone urbaine dense

Pour l'étude du phénomène en zone urbaine dense, nous avons sélectionné des stations de mesures situées à Lyon, Grenoble, Valence et Clermont-Ferrand.

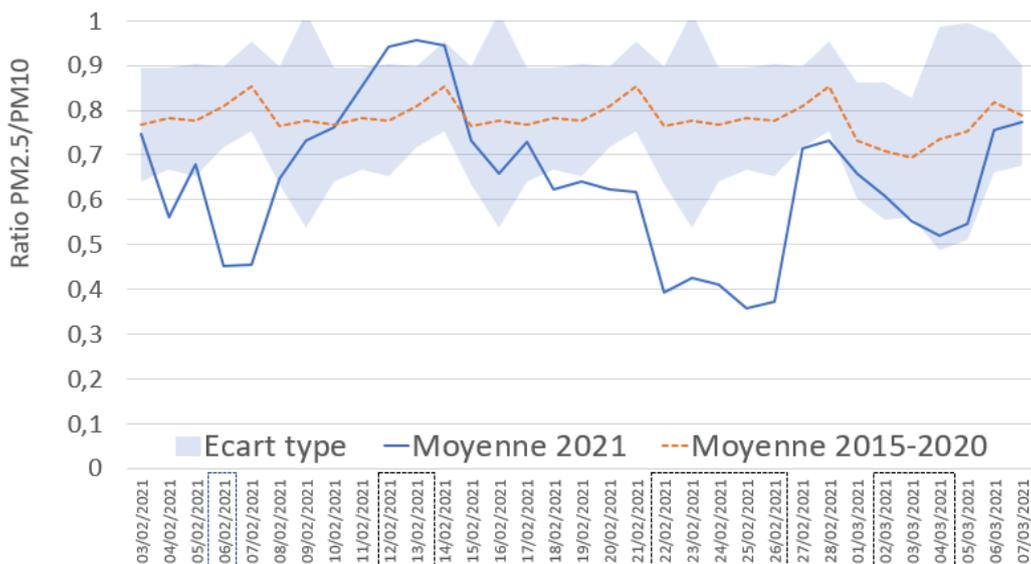
Le 6 février, le ratio chute brutalement à Lyon, Grenoble et Valence, où des dépassements de seuils seront observés. En revanche, son fléchissement est plus faible à Clermont-Ferrand, la seule de ces quatre agglomérations à ne pas recenser de dépassement ce jour-là.

Du 22 au 26 février, la diminution des ratios par rapport à la moyenne 2015-2020 est franche et perceptible sur les quatre sites d'étude. Des dépassements de seuils seront observés sur les quatre agglomérations durant cette période.

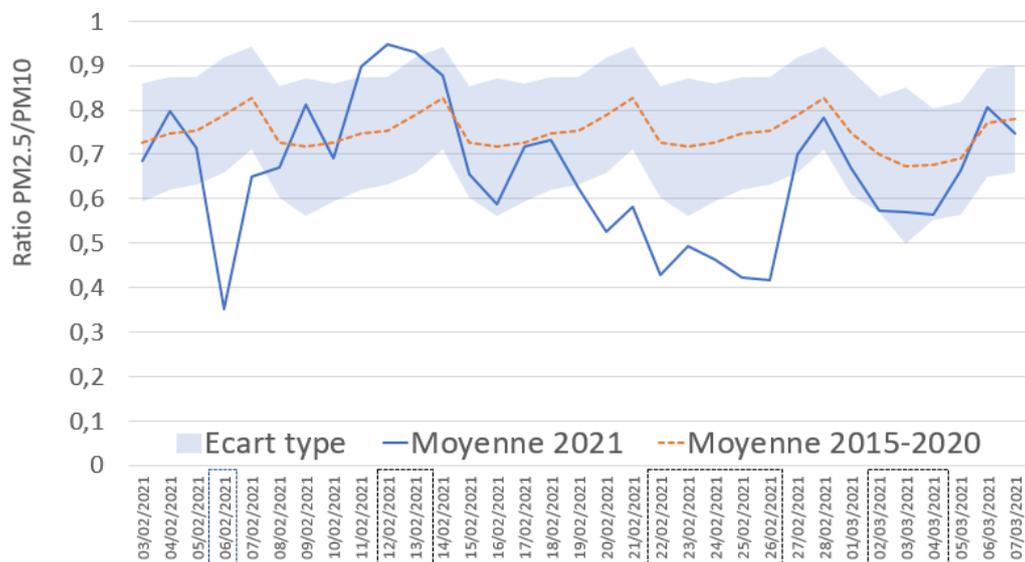
Du 2 au 4 mars, les ratios chutent fortement à Clermont-Ferrand, et de manière un peu moins marquée sur les trois autres sites. Des dépassements seront mesurés à Clermont-Ferrand et Lyon.



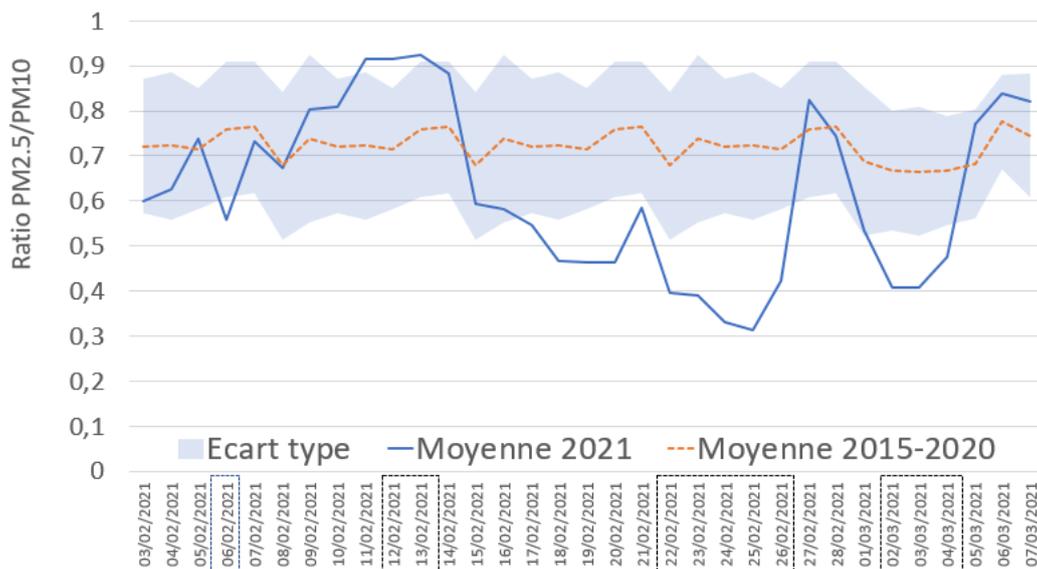
Evolution du ratio PM2.5/PM10 à la station de Grenoble Les Frenes



Evolution du ratio PM2.5/PM10 à la station de Valence Urb. Centre



Evolution du ratio PM2.5/PM10 à la station de Montferrand

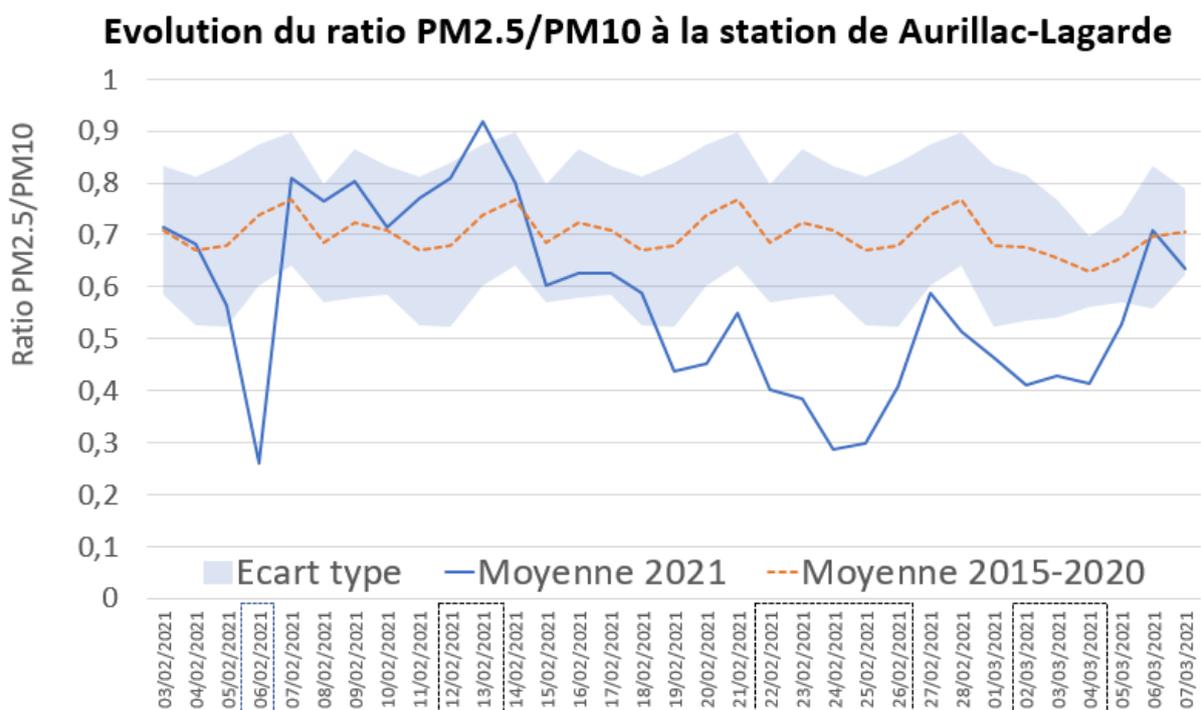
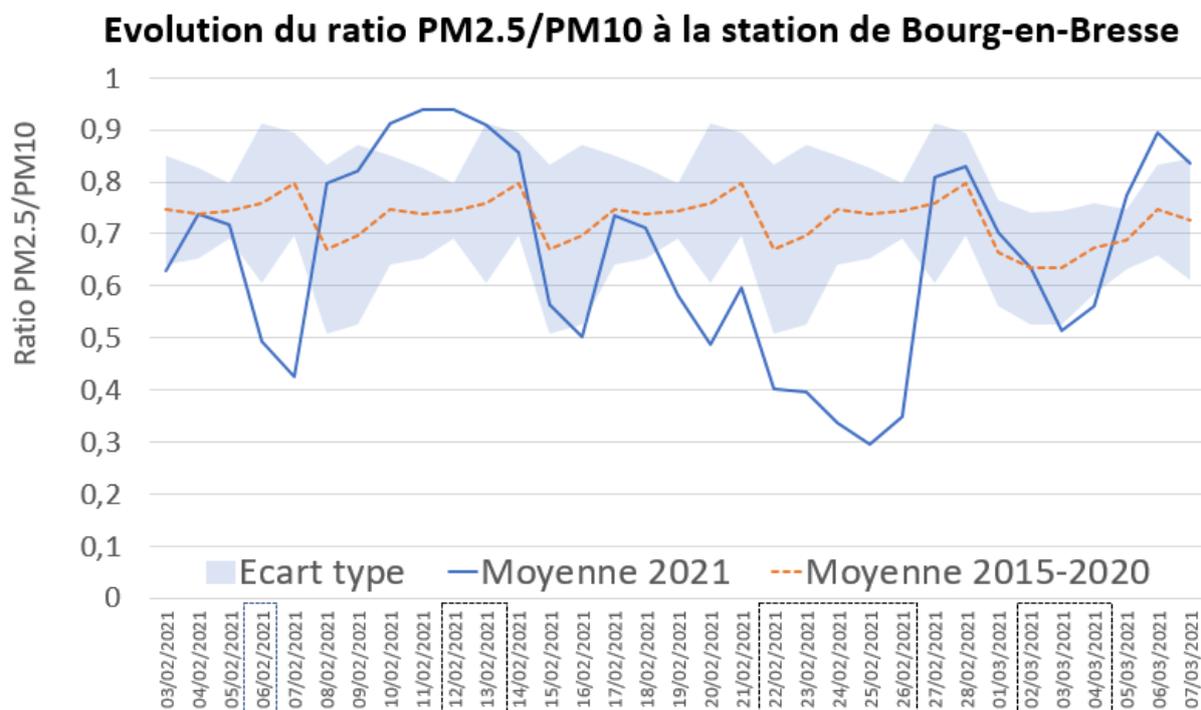


En zone de plaine

Afin d'étudier le phénomène sur des agglomérations moins denses, en zone rurale, nous avons choisi des stations de mesures situées à Aurillac et Bourg en Bresse.

Le comportement des courbes de ratios est assez proche concernant les épisodes du 6 février et du 22 au 26 février. En effet, les ratios diminuent sensiblement à ces périodes et des dépassements de seuils seront observés sur ces zones de plaine.

Concernant l'épisode du 2 au 4 mars en revanche, le ratio $PM_{2,5}/PM_{10}$ d'Aurillac diminue nettement tandis que celui de Bourg-en-Bresse reste plus proche de la moyenne 2015-2020. Durant cet épisode, des dépassements de seuils seront observés à Aurillac, mais pas à Bourg-en-Bresse.



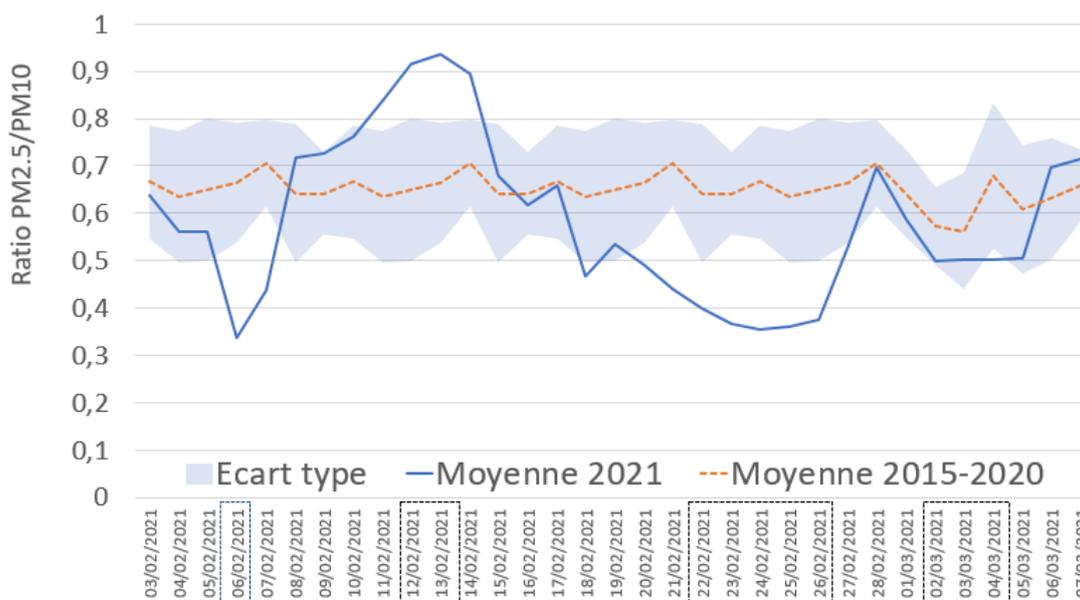
En vallée alpine

Enfin, concernant l'étude de l'évolution des ratios $PM_{2,5}/PM_{10}$ dans les vallées alpines, à l'Est de la région, nous avons sélectionné les sites d'Albertville et Passy.

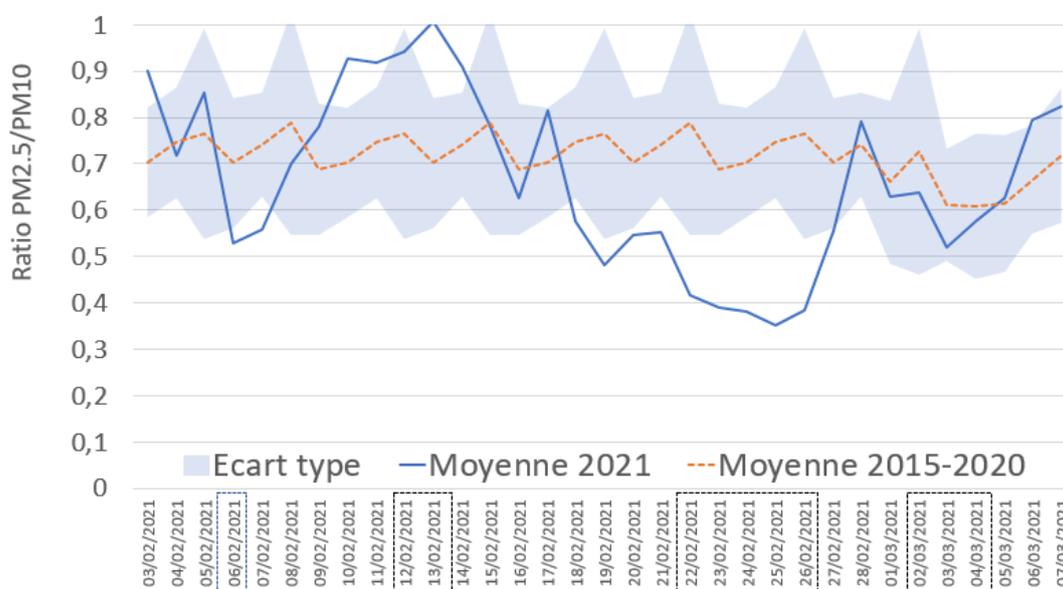
Les observations sont assez similaires sur ces deux stations, avec une diminution franche des ratios mesurés sur les deux épisodes de février. En revanche, la valeur des ratios recensée du 2 au 4 mars 2021 est relativement proche de la moyenne calculée sur les cinq années précédentes.

Des dépassements de seuils réglementaires ont été mesurés sur ces sites lors des épisodes en début et fin du mois de février, ainsi que le 3 mars pour le site de Passy uniquement.

Evolution du ratio $PM_{2,5}/PM_{10}$ à la station de Albertville



Evolution du ratio $PM_{2,5}/PM_{10}$ à la station de PASSY



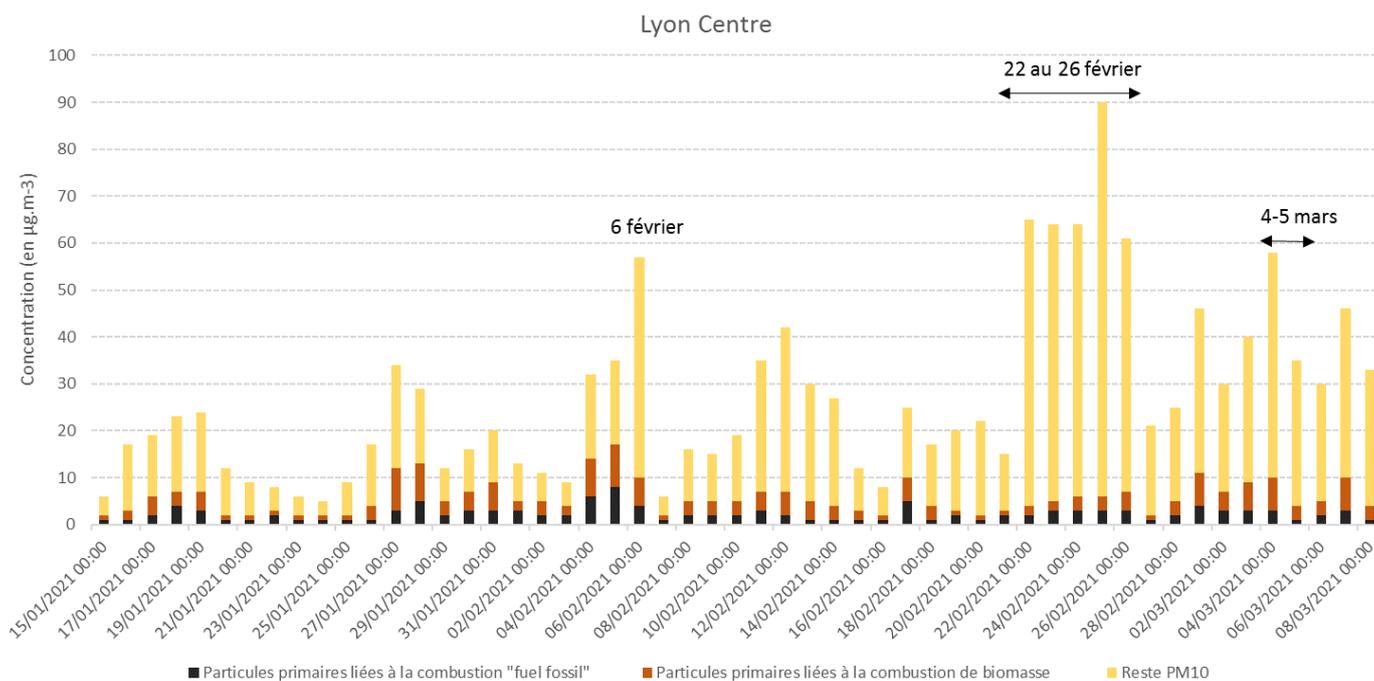
Finalement, quels que soient l'emplacement géographique ou la typologie des stations prises en compte, les résultats se révèlent globalement homogènes sur l'ensemble du territoire. En effet, dans la grande majorité des cas, les dépassements de valeurs réglementaires ont été observés lorsque le ratio $PM_{2,5}/PM_{10}$ était nettement plus bas que la moyenne observée entre 2015 et 2020. Ce net creusement du ratio lors des journées concernées par les épisodes pollués tend à démontrer que la majeure partie des PM_{10} mesurées lors de ces épisodes pollués est d'origine saharienne.

4.3 Etude des autres sources de particules primaires

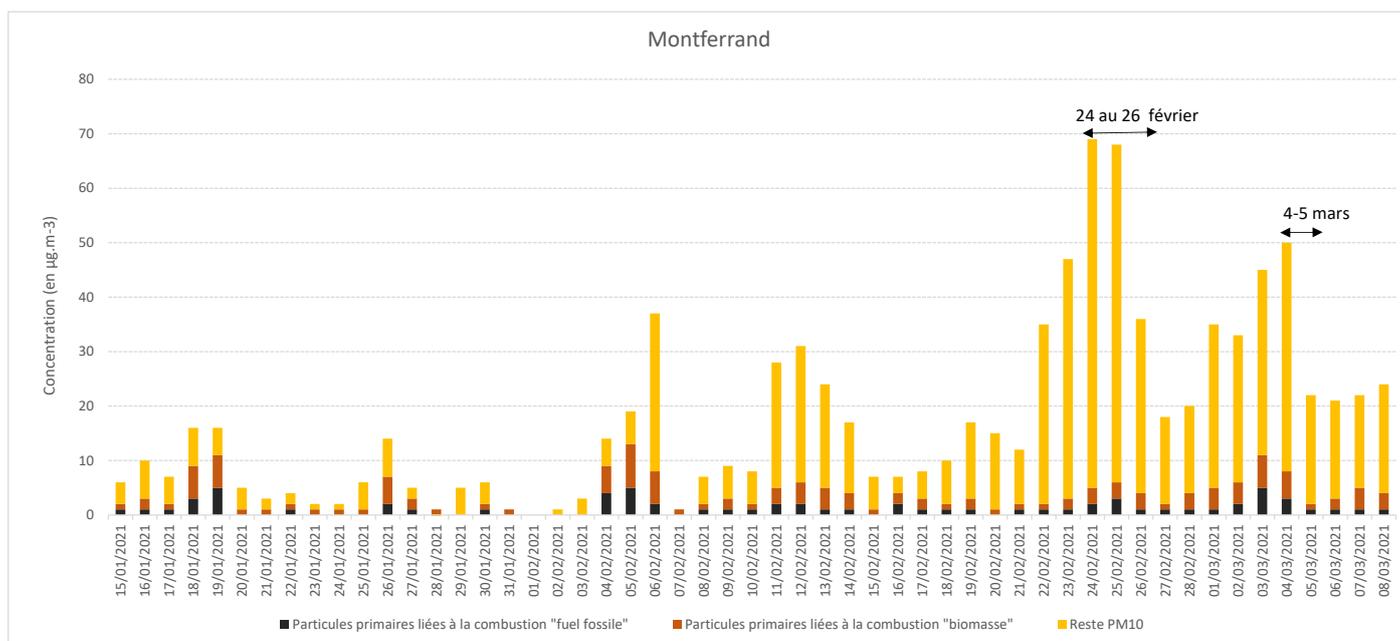
Même si la période étudiée fut incontestablement marquée par les apports extérieurs de particules désertiques, il semble intéressant d'essayer d'estimer la contribution des autres sources de particules primaires aux taux de particules PM10 totales mesurés lors des épisodes de pollution.

Certains de nos appareils de mesures permettent d'estimer les concentrations de particules primaires liées à la combustion de biomasse (chauffage au bois notamment) ou à la combustion de matières fossiles (par le trafic routier notamment). Ces estimations sont par la suite comparées aux concentrations totales de PM10 mesurées afin d'estimer une contribution de ces sources à la concentration globale.

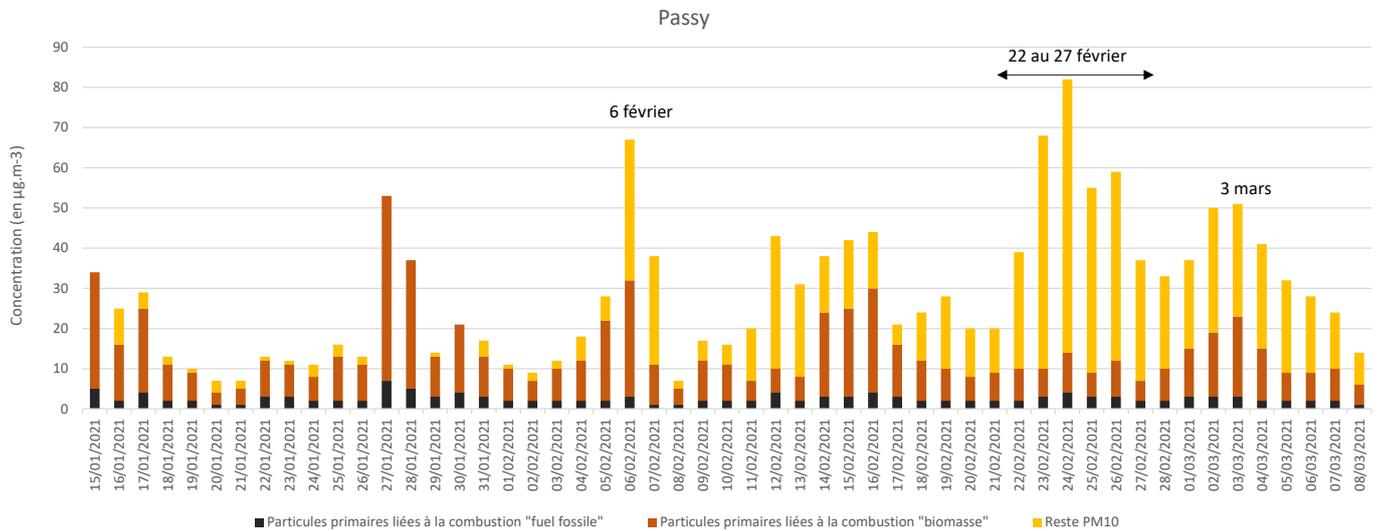
Les figures ci-dessous présentent les évolutions sur 3 sites : Lyon centre (69), Montferrand (63) et Passy (74).



EVOLUTION DES PARTICULES PRIMAIRES LIEES A LA COMBUSTION ET PM10 TOTALES SUR LE SITE DE LYON CENTRE -DU 15/01 AU 08/03/21



EVOLUTION DES PARTICULES PRIMAIRES LIEES A LA COMBUSTION ET PM10 TOTALES SUR LE SITE DE MONTFERRAND -DU 15/01 AU 08/03/21



EVOLUTION DES PARTICULES PRIMAIRES LIEES A LA COMBUSTION ET PM10 TOTALES SUR LE SITE DE PASSY -DU 15/01 AU 08/03/21

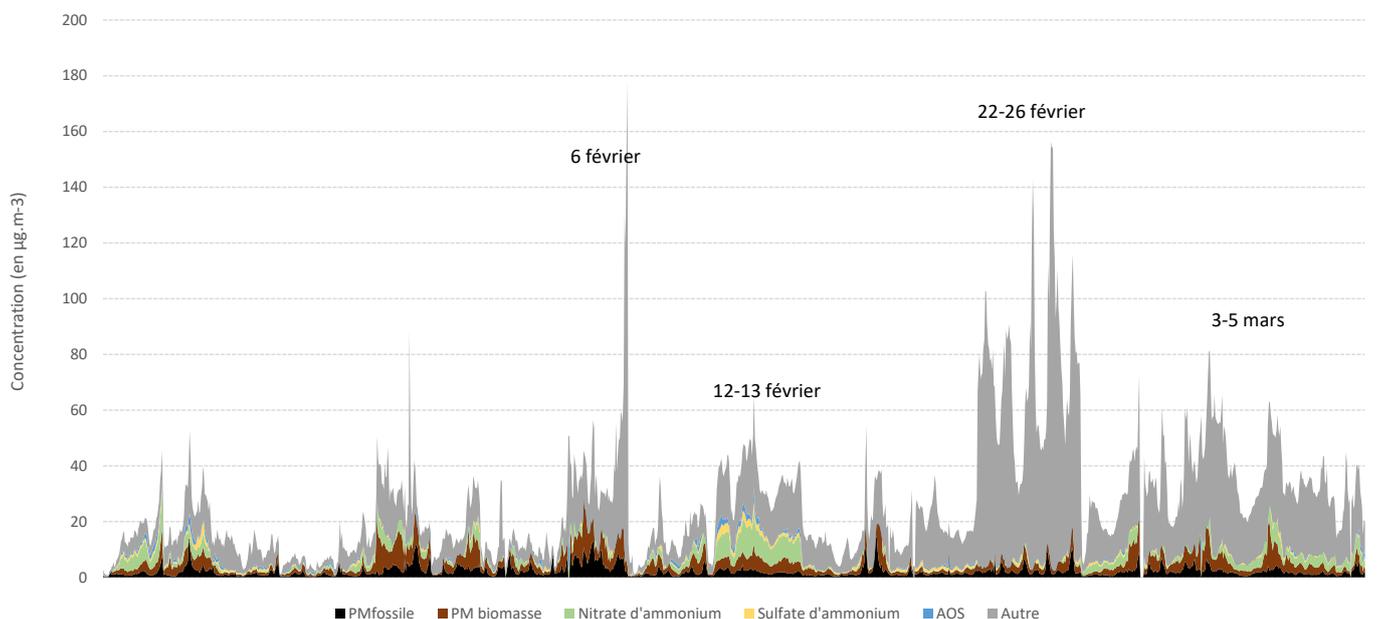
Sur le premier épisode du 6 février, on peut voir que la contribution des particules primaires de combustion est non négligeable, allant de 15% à 50% des concentrations de particules PM10 totales. Le vent était très faible en journée, favorisant l'accumulation des particules.

En revanche, la contribution des particules primaires fut ensuite plus faible jusqu'au 6 mars. A Passy où la contribution de ces particules est généralement très forte, on voit leur part diminuer nettement sur ce mois de février, par rapport au mois de janvier où elles étaient très présentes, notamment celles issues de la combustion de biomasse, tout en restant non négligeable dans ce secteur.

4.4 Présence de particules secondaires ?

La station de Lyon Centre étant équipée d'un appareil de mesures supplémentaire, les estimations peuvent être affinées, notamment afin d'étudier la part des particulaires secondaires, telles que les nitrates ou sulfates d'ammonium. Ces particules dites secondaires peuvent notamment se former lors de certaines conditions météorologiques par la combinaison de polluants émis par le trafic routier (oxydes d'azote) et le secteur agricole (ammoniac).

Les résultats indiquent que les particules secondaires furent peu contributrices aux épisodes ayant eu lieu entre le 6 février et le 6 mars 2021, Leur contribution la plus importante fut mesurée les 12 et 13 février (vigilance activée sans dépassement). En revanche, lors des trois autres épisodes pollués identifiés, les mesures effectuées à Lyon-centre ne mettent pas en évidence ce type de particules.



Au vu de l'ensemble des indicateurs étudiés, il nous est possible de réaliser la synthèse suivante :

Episode du 6 février 2021

Les retombées de particules désertiques ont joué un rôle majeur, et exceptionnellement visible, dans la survenue de l'épisode pollué et des concentrations records mesurées. Des inversions de températures ont amplifié le phénomène dans les vallées alpines où la part des particules primaires issues de la combustion fut plus élevée qu'ailleurs.

Episode du 12 au 13 février 2021

Malgré le passage au-dessus de la région de masses d'air chargées de particules désertiques, nous n'avons pas observé de retombées au sol. Le ratio $PM_{2,5}/PM_{10}$ est resté haut sur toute la région, et la part de particules secondaires fut non négligeable. Malgré des concentrations parfois proches des seuils, aucun dépassement n'a été recensé en Auvergne Rhône-Alpes.

Episode du 22 au 28 février 2021

Cet épisode de moyenne durée et de large amplitude géographique fut quasi exclusivement causé par des imports massifs de particules désertiques, comme en témoignent les ratios $PM_{2,5}/PM_{10}$ très faibles sur l'ensemble des sites, ainsi que la part de particules primaires issues de la combustion, très faible également sur l'ensemble du territoire. Les conditions anticycloniques présentes sur la région, ainsi que les fréquentes inversions de températures matinales ont également dû jouer un rôle mineur dans l'élévation des taux de particules PM_{10} . Cependant, sans apport exogène de particules PM_{10} , les seuils réglementaires n'auraient probablement été franchis nulle part durant cette période.

Episode du 3 au 6 mars 2021

La responsabilité des retombées de particules désertiques reste largement engagée lors de cet épisode, mais pas exclusive. En effet, les ratios $PM_{2,5}/PM_{10}$ restent plus proches des observations habituelles, et les conditions météorologiques semblent avoir été propices à l'accumulation des particules primaires les 3 et 4 mars.

Annexe 1 : scores de prévision par zone du 6 février au 6 mars 2021

Prévision pour le jour même

	<i>Dépassements prévus et constatés :</i>	<i>Dépassements prévus et non constatés :</i>	<i>Dépassements non prévus et constatés :</i>	<i>Pas de dépassements prévus et pas de dépassements</i>
Bassin Grenoblois	4	2	1	7
Bassin Lémanique	5	1	0	8
Bassin Stéphanois	4	1	1	8
Bassin Lyon Nord-Isère	5	1	2	6
Contreforts Massif Central	4	1	1	8
Est Drôme	4	2	1	7
Ouest Ain	5	0	1	8
Ouest Ardèche	2	2	2	8
Vallée de l'Arve	4	4	2	4
Vallée du Rhône	4	2	1	7
Vallée Maurienne Tarentaise	4	2	1	7
Zone des Coteaux	4	1	1	8
Zone urbaine des Pays de Savoie	4	2	1	7
Zone Alpine Isère	2	4	1	7
Zone Alpine Savoie	4	2	1	7
Zone Alpine Haute-Savoie	4	2	1	7
Zone Alpine Ain	4	1	1	8
Allier	2	2	2	8
Cantal	2	1	2	9
Haute-Loire	2	0	3	9
Puy-de-Dôme	2	2	2	8

Prévision vérifiée = somme « dépassements prévus et constatés » + « pas de dépassements prévus et pas de dépassements constatés »

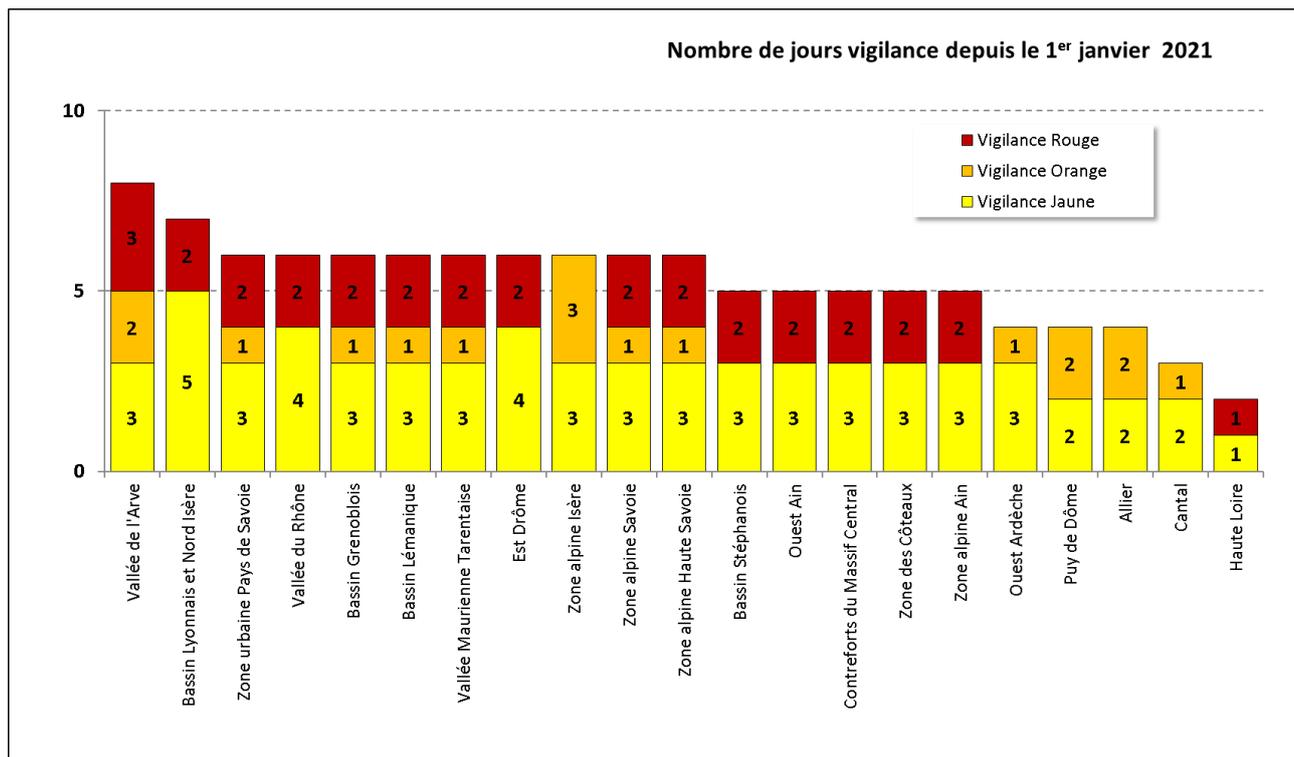
Prévision non vérifiée = somme « Dépassement prévus et non constatés » + « Dépassement non prévus et constatés »

A noter : le constat est issu des cartes diagnostiques modélisées. Ces cartes sont élaborées chaque jour pour la veille, en prenant en compte les résultats des mesures enregistrées aux stations

Du 6 février au 6 mars 2021, concernant la prévision du jour-même et pour toutes zones confondues, le constat a été conforme à la prévision (prévision vérifiée) dans 78,6% des cas, et non conforme à la prévision (prévision non vérifiée) dans 21,4% des cas.

Concernant les prévisions pour le lendemain, le taux de bonnes prévisions fut de 69% contre 31% de prévisions non vérifiées par un constat.

Annexe 2 : vigilances pollution depuis le 1^{er} janvier 2021 dans la région



Annexe 3 : qu'est-ce qu'une « vigilance pollution de l'air » ?

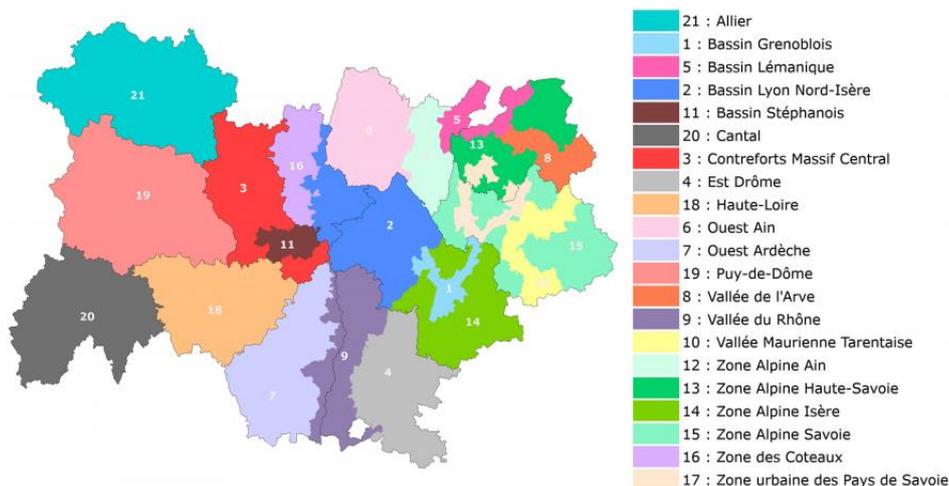
Un épisode de pollution traduit une augmentation temporaire de la pollution de l'air pouvant affecter la santé humaine ou l'environnement. En pareil cas, sur la base de prévisions, Atmo Auvergne-Rhône-Alpes diffuse un message de « vigilance pollution ». 3 niveaux de vigilance sont définis (jaune, orange, rouge), l'absence de vigilance ne signifiant pas « zéro pollution ». Le passage du jaune à l'orange puis au rouge indique une dégradation de la qualité de l'air. Le niveau de vigilance est fonction du seuil dépassé, information (info.) ou alerte, donc de l'intensité des taux de pollution, mais aussi de la persistance des dépassements, et de la part de territoire impacté. Les seuils, polluants, critères et zones retenus pour déterminer la vigilance sont décrits dans le [document cadre zonal du 22/05/2017 adopté le 5 juillet 2017](#), arrêté relatif aux procédures préfectorales en cas d'épisodes de pollution de l'air ambiant.

En cas de vigilance pollution identifiée par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes, outre des recommandations sanitaires et comportementales, à suivre dans tous les cas, les Préfets peuvent mettre en place des actions contraignantes de réduction des émissions de polluants visant tous les secteurs d'activité (transports, chauffage, industries, activités agricoles, ...

Il existe 3 niveaux de vigilance :

- **Vigilance jaune** : dépassement ponctuel (1 jour, à J ou J+1) seuil information
- **Vigilance orange** : dépassement ponctuel (1 jour, à J ou J+1) seuil alerte premier niveau ou dépassement persistant (2 ou 3 jours consécutifs) seuil information, de J-2 à J+1
- **Vigilance rouge** : Dépassement ponctuel (1 jour, à J ou J+1) seuils alerte deuxième ou troisième niveau, ou dépassement persistant (2 jours consécutifs ou plus) seuil alerte premier niveau, ou dépassement persistant (4 jours consécutifs ou plus) seuil information, de J-2 à J+1

21 zones correspondant à des bassins de vie ont été définies pour identifier les secteurs en vigilance, mettre en place des actions et informer la population. Les critères de vigilance sont vérifiés quotidiennement dans chaque zone.



Les différents types d'épisodes de pollution

Trois types d'épisodes sont caractérisés, afin de disposer d'une information plus ciblée, mais aussi et surtout afin de mettre en place des actions de réduction des émissions adaptées à chaque situation :

Combustion : caractérise les épisodes hivernaux, dus principalement aux particules et oxydes d'azote. Chauffage et trafic routier sont les sources majoritaires, des émissions industrielles peuvent également contribuer.

Mixte : caractérise les épisodes « printaniers », dus principalement aux particules, d'origine secondaire notamment. En plus des sources habituelles (trafic routier, industrie, chauffage...), les activités agricoles peuvent être impliquées (via les émissions d'ammoniac).

Estival : caractérise les épisodes de juin à septembre, dus principalement à l'ozone (O₃). Ce polluant secondaire se forme sous l'action du rayonnement solaire à partir de substances (Composés Organiques Volatils) émises par les activités industrielles et l'usage domestique de solvants par exemple.

Annexe 4 : les dispositifs préfectoraux

Des mesures d'information et de réduction des émissions de polluants

En cas de vigilance pollution, les Préfets diffusent des messages à l'attention de la population, lui permettant de se protéger et de ne pas aggraver la situation, et mettent en place des actions de réduction des émissions de polluants.

Il existe 4 niveaux de dispositif préfectoral :

- Information/recommandations
- Alerte niveau 1
- Alerte niveau 2
- Alerte niveau N2 aggravé

A compter du niveau d'alerte N1, des actions à respecter obligatoirement sont mises en place.

Les recommandations sanitaires et comportementales à suivre en cas d'épisode de pollution

ÉPISODE DE POLLUTION DE L'AIR AUX PARTICULES*

LES GESTES À ADOPTER POUR PROTÉGER VOTRE SANTÉ

Maintenez les activités modérées (marche, jeux dans le parc...) mais réduisez, voire reportez les activités physiques intenses susceptibles d'entraîner un essoufflement (football, course à pied...)

Si vous ressentez une gêne respiratoire ou cardiaque, prenez conseil auprès d'un professionnel de santé. Et privilégiez les sorties plus brèves et demandant le moins d'efforts.

Continuez d'aérer les locaux au moins 10 minutes par jour, hier comme aujourd'hui.

Soyez vigilants et adaptez des gestes préventifs vis-à-vis des personnes vulnérables et sensibles.

Les effets sur la santé :

*Maux de tête, difficultés respiratoires, allergies, broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO), asthme, AVC, troubles cardiaques, hypertension...
Ces effets dépendent : de la nature du polluant, de la taille des particules, des caractéristiques (âge, sexe...), des modes de vie (tabagisme...), de l'état de santé, de la durée d'exposition et de la dose inhalée.

LE SAVIEZ-VOUS ?

La pollution à laquelle nous sommes exposés chaque jour est plus dangereuse pour la santé qu'une exposition ponctuelle à l'occasion d'un pic de pollution.
En France, la pollution entraîne 48 000 décès prématurés chaque année.
Un **épisode de pollution** est observé quand la concentration d'un ou plusieurs polluants dépasse les seuils réglementaires horaires ou journaliers. Il existe deux seuils : le **seuil d'information** et le **seuil d'alerte**.

* Évitez d'aggraver les effets de cette pollution en ajoutant des facteurs irritants : utilisation de produits chimiques (détergents, de bricolage, cosmétiques, de bougies et d'encens), utilisation de solvants à l'intérieur, chauffage au bois.
* Ne fumez pas à l'intérieur, même les fenêtres ouvertes !

POUR PLUS D'INFORMATIONS

• <http://solidarites-sante.gouv.fr> - **Dossiers « qualité de l'air extérieur » et « qualité de l'air intérieur »**
• <http://ecologique-solidaire.gouv.fr> - **Dossier « air »**

J'agis :

- Je n'utilise pas de produits chimiques comme les solvants ou les peintures,
- Je privilégie les transports en commun, le covoiturage et/ou les transports doux,
- Je respecte les limitations de vitesse,
- Je reporte tout déplacement inutile nécessitant l'usage d'un véhicule,
- Je coupe le moteur lors d'arrêts prolongés,
- J'évite toute conduite sportive.

Je me protège :

- Je continue d'aérer mon habitation durant 10 minutes, deux fois par jour (en fin de matinée en hiver et en début de matinée/nuit en été),
- Je continue à vivre normalement,
- Les conducteurs étant plus exposés à la pollution, j'évite d'aérer mon véhicule lors des périodes de forts trafics, dans les tunnels ou encore dans les embouteillages,

Les recommandations sont adaptées aux types d'épisode et aux polluants. Elles sont décrites dans [l'arrêté ministériel du 20 août 2014](#), et consultables sur le site du [Ministère des Affaires sociales et de la Santé](#).

Populations vulnérables : femmes enceintes, nourrissons et jeunes enfants, personnes de plus de 65 ans, personnes souffrant de pathologies cardiovasculaires, insuffisants cardiaques ou respiratoires, personnes asthmatiques.

Populations sensibles : personnes se reconnaissant comme sensibles lors des pics de pollution et/ou dont les symptômes apparaissent ou sont amplifiés lors des pics (par exemple : personnes diabétiques, personnes immunodéprimées, personnes souffrant d'affections neurologiques ou à risque cardiaque, respiratoire, infectieux).

Les actions contraignantes de réduction des émissions polluantes

Afin de limiter l'ampleur des épisodes de pollution, des actions contraignantes peuvent être mises en œuvre par les Préfets. Ces actions visent tous les secteurs d'activité, **toutes les actions possibles sont listées dans la rubrique pics de pollution du site de la DREAL Auvergne-Rhône-Alpes**.

Pour connaître en temps réel les actions réellement mises en œuvre sur décisions des Préfets, **il convient de consulter les sites internet des différentes préfectures ([www.\[département\].gouv.fr](http://www.[département].gouv.fr))**.