

Bilan : Particules en suspension et particules fines en hiver



Procédures préfectorales

Les déclenchements des procédures préfectorales ont eu lieu sur la base de prévisions réalisées pour le jour même ou le lendemain, selon des critères définis au niveau national. Ces critères imposent notamment que la superficie du territoire et les populations concernées par un épisode de pollution soient supérieures à un seuil donné pour que l'épisode soit pris en compte.

En cas d'épisode de pollution persistant plusieurs jours, la procédure d'alerte prend le relais de la procédure d'information, même si les concentrations, ne dépassent pas le seuil d'alerte fixé à $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Conformément aux arrêtés préfectoraux instituant la procédure d'alerte, pour chacun de ces dépassements Atmo Nouvelle-Aquitaine a diffusé un communiqué aux services de l'État.

Évolution des pics de pollution des particules en suspension depuis 2017 et bilan des particules fines en 2018, ce document présente de manière complète les mesures enregistrées par Atmo Nouvelle-Aquitaine. Les influences de ces polluants ainsi que la composition des molécules y sont également détaillées.

Épisodes de pollution hivernaux

Le tableau ci-dessous résume les différentes procédures déclenchées depuis 2017 par la préfecture suite à des dépassements de seuils des particules en suspension (PM10).

Date		Départements												
		16	17	19	23	24	33	40	47	64	79	86	87	
2017	2 janv.													
	5 janv.													
	6 janv.													
	8 janv.													
	9 janv.													
	20 janv.													
	21 janv.													
	22 janv.													
	23 janv.													
	24 janv.													
	25 janv.													
	26 janv.													
	17 oct.													
	20 nov.													
6 déc.														
2018	22 févr.													
2019	5 janv.													
	6 janv.													
	22 févr.													
	23 févr.													
	26 févr.													

 Procédure d'information et de recommandations
  Procédure d'alerte

Concentration en PM10

Évolution des concentrations

La Figure 1 présente l'évolution temporelle des moyennes journalières de différentes stations de fond urbain de référence pour les particules dans chaque département.

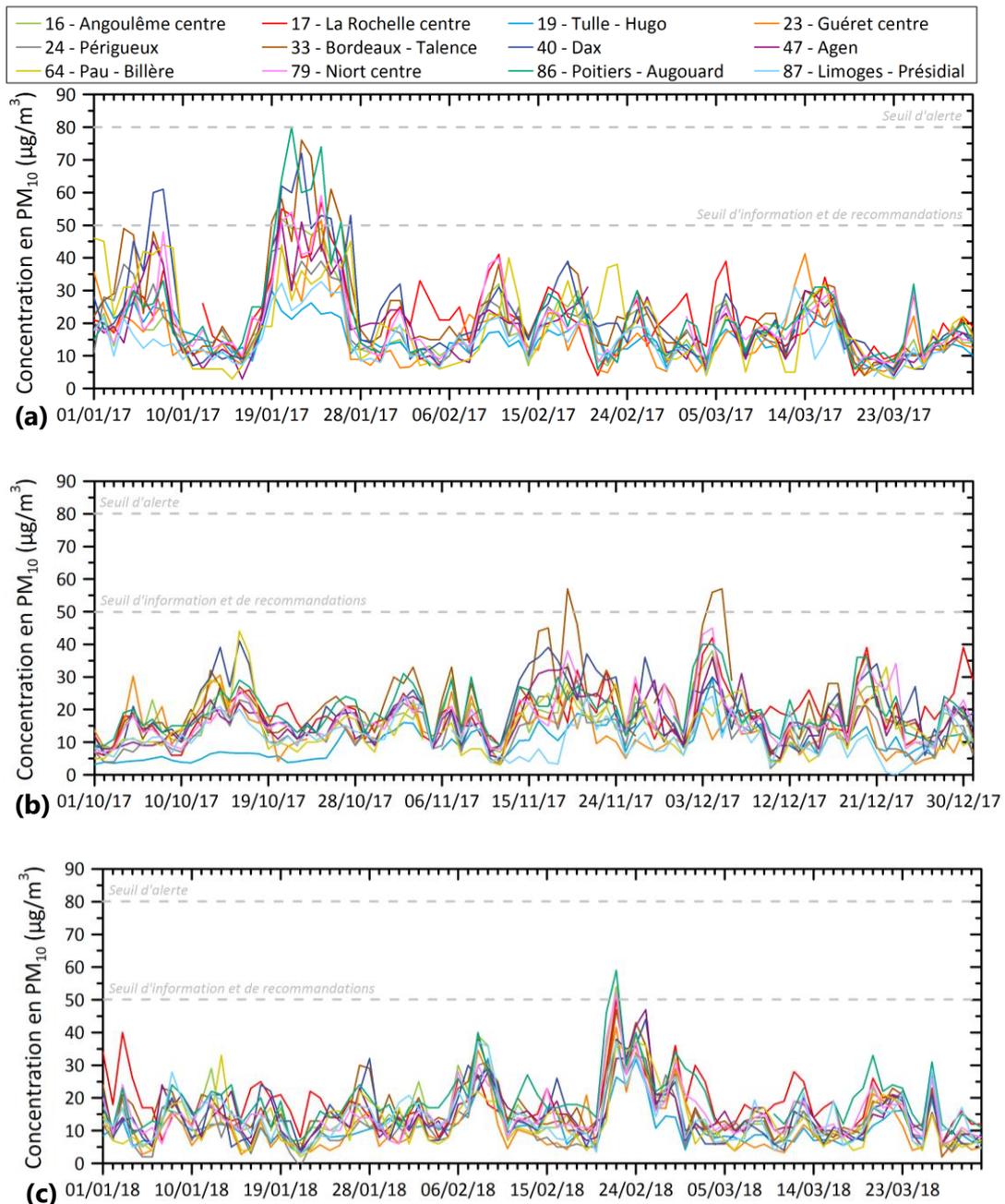


Figure 1 : Évolution temporelle des concentrations journalières en PM10 lors (a) du premier trimestre 2017, (b) du dernier trimestre 2017 et (c) du premier trimestre 2018

Pour toutes les stations, aucun jour de dépassement du seuil d'alerte de $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ n'a été enregistré. Seul le site de Poitiers - Augouard a atteint $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ le 21 janvier 2017. De janvier à mars 2017, la qualité de l'air dans la région Nouvelle-Aquitaine s'est ponctuellement dégradée notamment au mois de janvier où les concentrations en PM10 ont dépassé à deux reprises le seuil de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (seuil d'information et de recommandation) : le 7 et 8 janvier 2017 à Dax

et entre le 19 et le 27 janvier 2017. Seules les stations de Tulle, Périgueux, Pau et Limoges n'ont pas dépassé ce seuil. L'hiver 2017/2018 a été caractérisé par trois périodes de dépassement du seuil de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$: le 19 novembre 2017 et le 5 décembre 2017 à Bordeaux et le 22 février 2018 à Angoulême, La Rochelle, Niort et Poitiers. Pour le détail de l'année 2019, il faudra attendre le bilan complet diffusé en 2020.

Situation nationale : une première information sur l'origine des sources

Les cartographies nationales des concentrations en PM10 modélisées (Figure 2) donne une première indication de l'origine des sources : locales, régionales ou même globale. En effet, l'épisode de janvier 2017 a concerné une grande partie du pays, notamment en lien avec un anticyclone où la stabilité atmosphérique a été plus marquée. L'épisode de février 2018 a été plus localisé et n'a concerné que le nord-ouest de la France. La carte des épisodes de 2019 sera disponible en 2020.

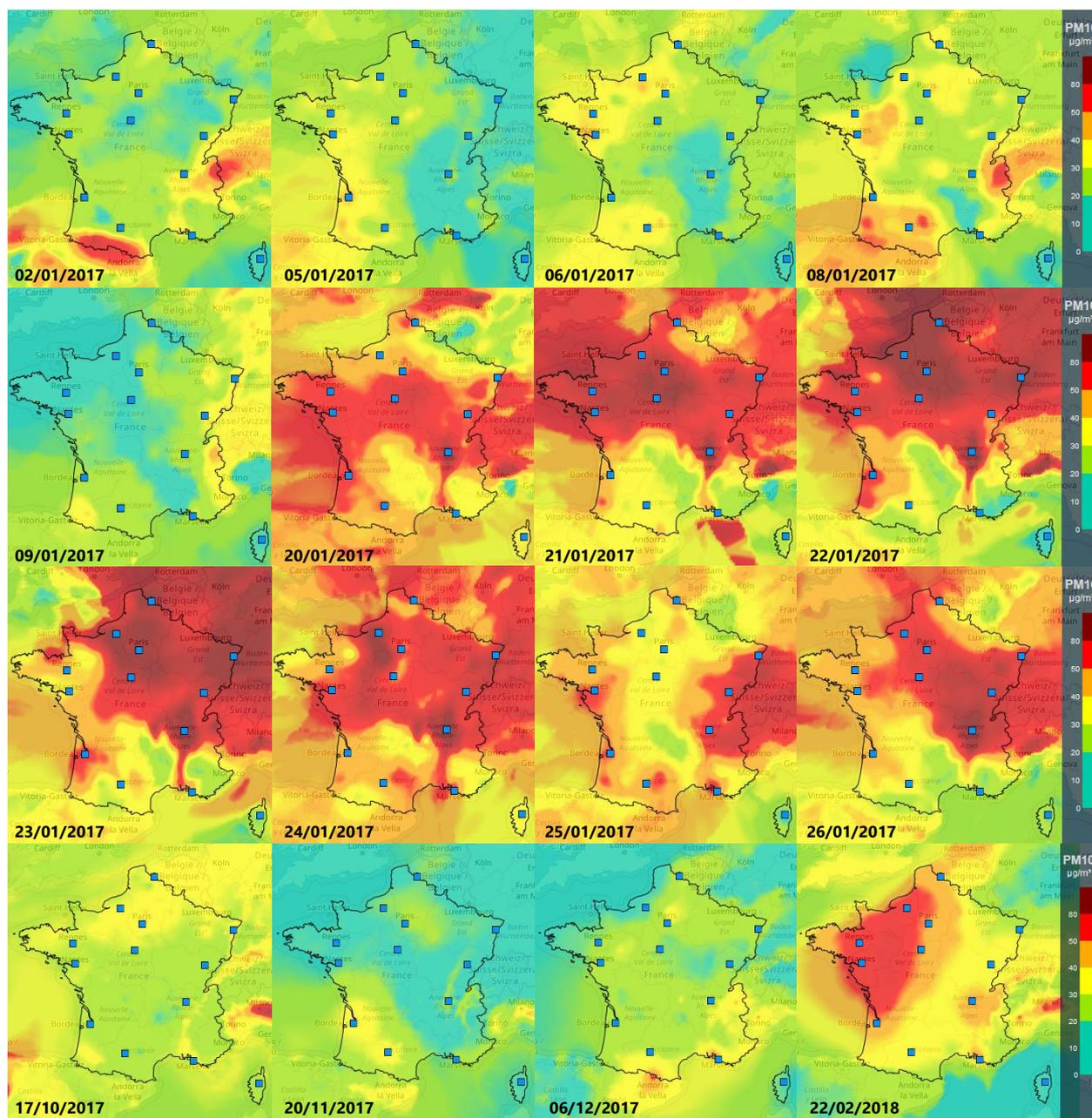


Figure 2 : Cartographie des concentrations journalières en PM10 modélisées en France (source : PREV'AIR)

Conditions météorologiques

Température, pluviométrie et vent

La Figure 3 présente les conditions météorologiques au mois de janvier 2017. Les températures les plus douces du mois ont été associées à des précipitations tandis que les plus froides correspondent à un temps sec associé aux deux épisodes de pollution aux PM10. Sur le mois de janvier, les vents ont majoritairement été issus d'un secteur nord/nord-est dont les vitesses n'ont dépassé que très peu les 4 m/s.

Le 22 février présente, pour chaque site, des températures variables au cours de la journée comprise entre environ - 2 °C et 8 °C et des vents compris entre 4 et plus de 6 m/s provenant d'un secteur nord. Cet épisode de pollution est ici lié au déplacement d'une masse d'air chargée en particules auquel s'additionne les particules d'origine locale.

Les données météorologiques de 2019 seront disponibles dans le bilan diffusé en 2020.

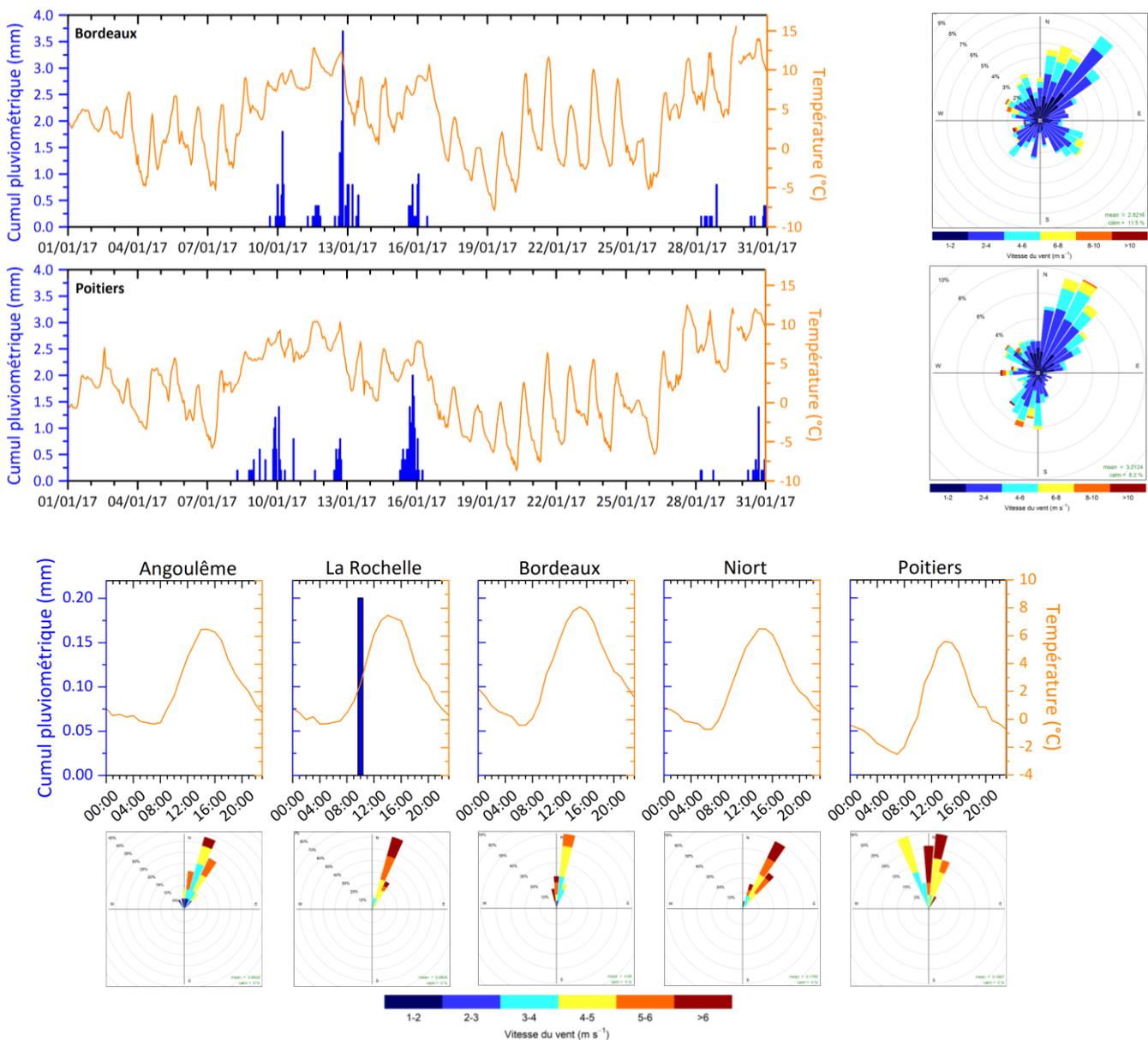
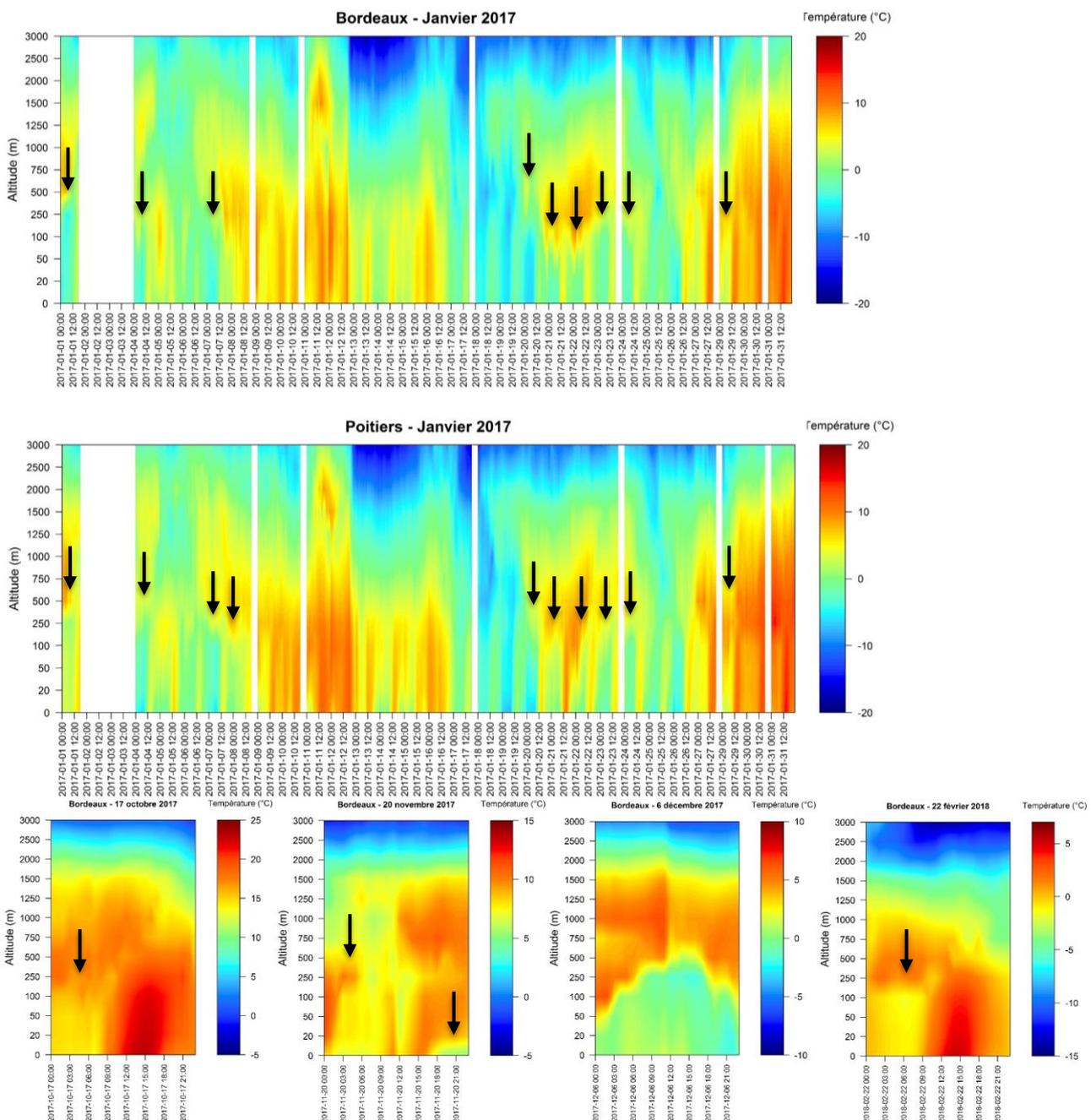


Figure 3 : Pluviométrie, température, vitesse et direction du vent enregistrées à Poitiers et Bordeaux au mois de janvier 2017 et à Angoulême, La Rochelle, Bordeaux, Niort et Poitiers le 22 février 2018 (source : Météo-France)

Le 17 octobre, le 20 novembre et le 6 décembre 2017 (jours de procédure préfectorale en Gironde et dans la Vienne) sont caractérisés par un vent de secteur sud-est. Le 6 décembre présente de faibles températures ainsi que des vitesses de vent inférieures à 4 m/s, indicateurs d'une forte stabilité atmosphérique cette journée-là. Le 22 février 2018 a été influencé par des vents compris entre 4 et plus de 6 m/s provenant d'un secteur nord. Cet épisode de pollution est lié au déplacement d'une masse d'air chargée en particules auquel s'additionne les particules d'origine locale.

Inversions de température

Les concentrations élevées en particules en période hivernale sont non seulement liées aux sources d'émission plus importantes en cette période mais également aux conditions de forte stabilité météorologique. En effet, la présence d'inversions thermiques favorise l'accumulation des polluants du fait d'une dispersion verticale impossible. La Figure 4 représente la température en fonction de l'altitude pour les sites de Bordeaux et Poitiers en 2017 et Angoulême, La Rochelle, Bordeaux, Niort et Poitiers en 2018.



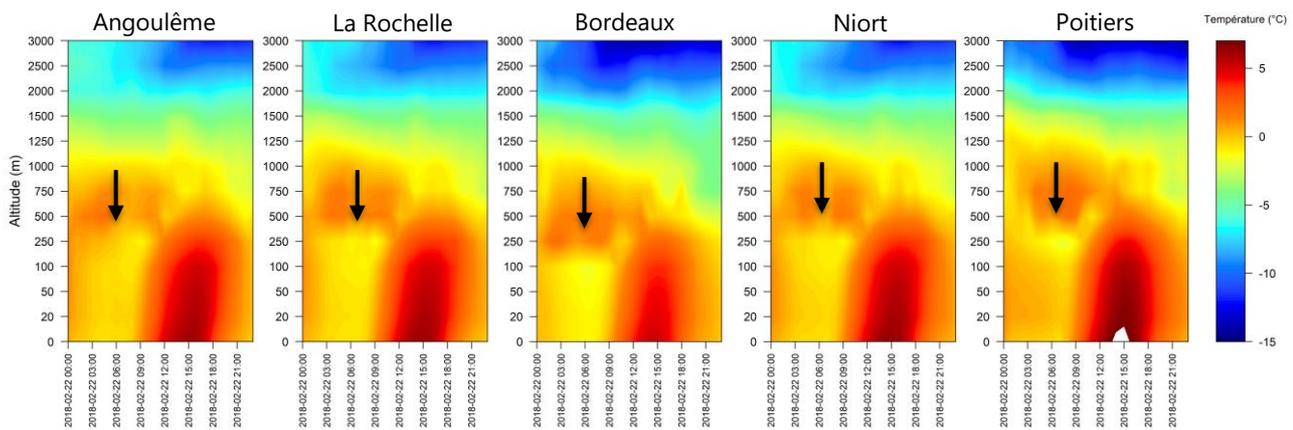


Figure 4 : Profils verticaux des températures à Bordeaux et Poitiers au mois de janvier 2017 et à Bordeaux lors de l'hiver 2017/2018 (les flèches indiquent la position d'inversions de température) (source : Météo-France – modèle AROME)

Le mois de janvier a été caractérisé par de nombreuses inversions thermiques (quelques-unes sont indiquées par des flèches dans la Figure 4). Le 20 et 21 janvier 2017, les inversions thermiques ont été particulièrement basses, vers 100 m d'altitude, induisant ainsi une accumulation plus grande des polluants. De plus, au cours de l'hiver 2017/2018, chaque jour où un dispositif préfectoral a été mis en place, une inversion de température a été observée, notamment entre minuit et 9h (heure UTC). La journée du 6 décembre 2017 a été la plus marquée car présente une inversion sur l'ensemble de la journée. Le 22 février 2018 a été caractérisé par une inversion thermique sur tous les sites entre minuit et 9h (heure UTC).

Composition chimique des particules

Quantification des sources locales en 2017

L'utilisation d'Aethalomètres modèle AE33 permet de distinguer et de quantifier 2 sources de Black Carbon (BC) : la fraction issue de la combustion de la biomasse et celle issue de combustions fossiles telles que le trafic routier. Il est non seulement important de connaître la contribution de ces deux sources sur la concentration en BC mais également leur contribution sur la masse des PM10. Grâce à l'utilisation de ratios spécifiques, il est alors possible de passer d'une concentration en BC à une concentration en PM10 des deux sources de combustion identifiées par l'Aethalomètre.

Les mesures réalisées à Bordeaux - Talence et Poitiers - Augouard au mois de janvier 2017 montrent l'impact du chauffage au bois sur la masse des PM10 lors des épisodes de pollution (Figure 5). En moyenne horaire, la contribution de la combustion de la biomasse a atteint 100% de la masse des PM2,5 en janvier 2017 sur les deux sites et 60% et 65% respectivement à Poitiers et Bordeaux en moyenne journalière. De plus, les contributions des sources diffèrent suivant le site. En effet, le site de Poitiers semble plus impacté par la combustion de fuel fossile que le site de Bordeaux : la contribution moyenne de janvier 2017 de ce type de combustion représente 22% de la masse des PM2,5 à Poitiers contre 17% à Bordeaux.

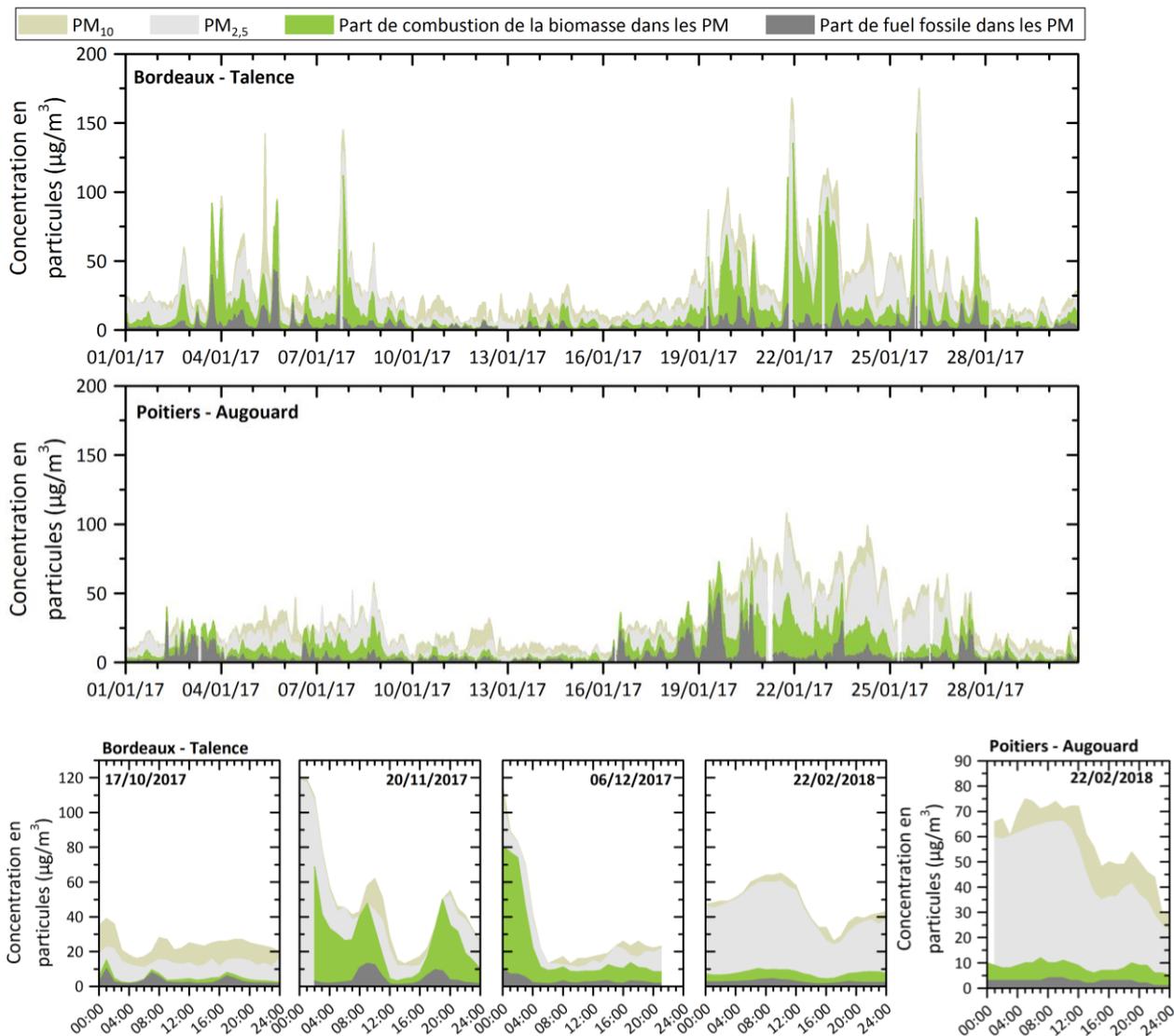


Figure 5 : Évolution temporelle des moyennes horaires des concentrations en PM10, PM2,5 et des fractions issues de la combustion de bois et de la combustion de fuel fossile

De plus, les jours de mise en place du dispositif préfectoral au cours de l'hiver 2017/2018 présentent des caractéristiques différentes. Les 20 novembre et 6 décembre 2017, les concentrations en particules sont majoritairement influencées par la combustion du bois tandis que le 17 octobre 2017, la contribution de la combustion du bois est très faible. Le 22 février 2018, les deux sources de combustion identifiées par l'Aethalomètre ne représentent pas plus de 18% de la masse des PM2,5. Ainsi, la masse de particules non expliquée par cette méthodologie peut provenir de sources diverses : poussières crustales, embruns marins, émissions biogéniques primaires et secondaires, émissions secondaires de la combustion de la biomasse et du trafic routier, etc.

Quantification des sources locales en 2018

L'utilisation d'Aethalomètres modèle AE33 permet de distinguer et de quantifier 2 sources de Black Carbon (BC) : la fraction issue de la combustion de la biomasse et celle issue de combustions fossiles telles que le trafic routier. Le 22 février 2018, les 2 sources de combustion identifiées par l'Aethalomètre ne représentent pas plus de 18% de la masse des PM2,5 pour les deux sites de Bordeaux et de Poitiers (Figure 6). Ainsi, la masse de particules non expliquée par cette méthodologie peut provenir de sources diverses : poussières crustales, embruns marins, émissions biogéniques primaires et secondaires, émissions secondaires de la combustion de la biomasse et du trafic routier, etc.

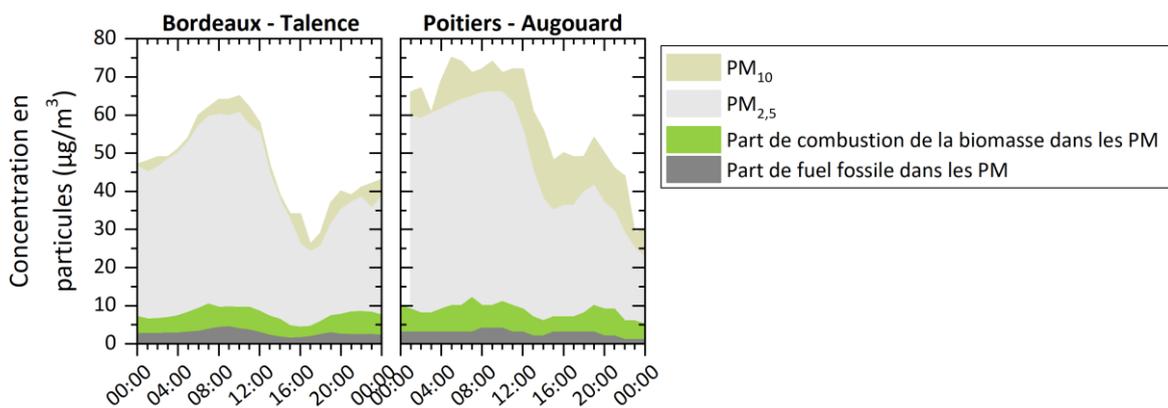


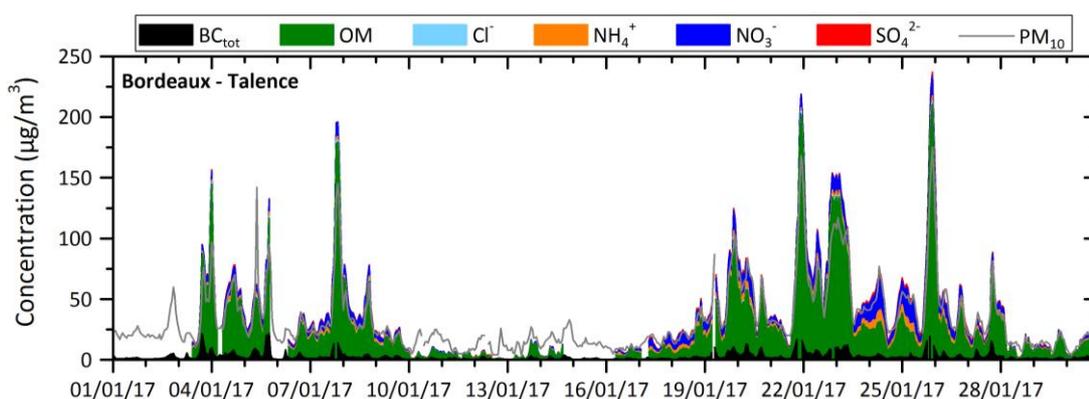
Figure 6 : Évolution temporelle des moyennes horaires des concentrations en PM10, PM2,5 et des fractions issues de la combustion de bois et de la combustion de fuel fossile

ACSM : pour aller plus loin dans l'explication des sources de particules

Sur ces deux mêmes sites, un spectromètre de masse ACSM (Aerosol Chemical Speciation Monitor) permet de mesurer en direct la composition chimique des particules submicromiques non-réfractaires. Ainsi, la matière organique et les ions majeurs (Cl^- , NH_4^+ , NO_3^- et SO_4^{2-}) présents dans la composition des particules sont quantifiés.

Le mois de janvier 2017 et les journées du 20 novembre et 6 décembre 2017 présentent des particules majoritairement constituées de matière organique, ce qui est cohérent avec la source majoritaire identifiée grâce aux Aethalomètres qu'est la combustion du bois, ce type de combustion émettant de nombreuses espèces organiques (Figure 7). De plus, lors de l'épisode de pollution du 19 au 27 janvier 2017 les particules sont également constituées d'une part importante de nitrates et d'ammonium. Ces aérosols inorganiques secondaires, composés de nitrate d'ammonium dérivent de précurseurs gazeux (ammoniac NH_3 et oxydes d'azote NO_x). L'ammoniac est principalement émis par les activités agricoles (élevage et utilisation d'engrais azotés) mais également par les moteurs à essence catalysés, et les oxydes d'azote sont fortement émis par les procédés de combustion. Les fortes contributions en NO_3^- observées en hiver s'expliquent non seulement par les sources d'émission mais également du fait des caractéristiques du nitrate d'ammonium dépendant fortement des conditions météorologiques. En effet, dans des conditions de températures élevées, la forte volatilité de NO_3^- lui permet de passer de la phase particulaire à la phase gazeuse : ce sont de faibles températures et une forte humidité qui entraînent une plus forte stabilité du nitrate d'ammonium.

Des fortes concentrations en nitrates d'ammonium ont également été observées le 22 février 2018 (Figure 7). Cet épisode, qui a touché le nord-ouest de la France, illustre l'apport de particules secondaires à large échelle pouvant être dû non seulement au trafic routier, au chauffage résidentiel et aux émissions industrielles, mais essentiellement aux activités agricoles qui commencent à s'intensifier en cette période de l'année (épandage de lisier et d'engrais azotés) où la formation du nitrate d'ammonium est amplifiée.



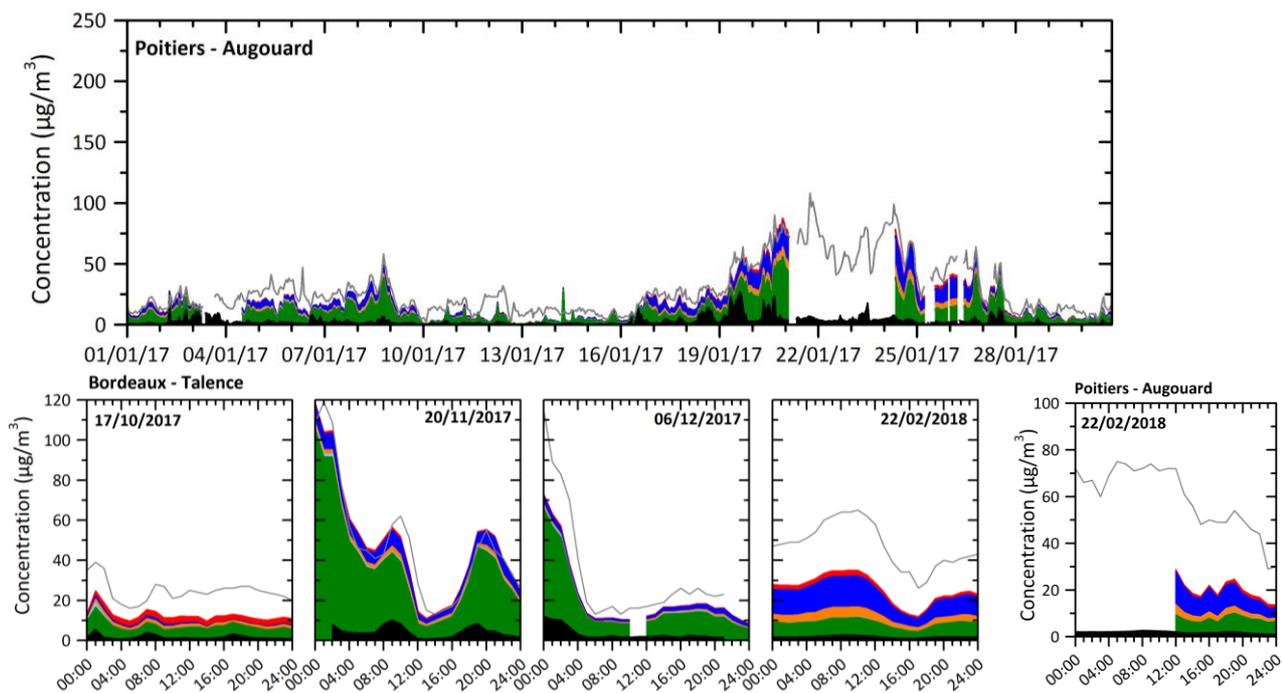


Figure 7 : Évolution temporelle des moyennes horaires des concentrations en PM10, de la matière organique, des ions chlorure, ammonium, nitrates et sulfates

Conclusion des pics de pollution hivernaux

Finalement la situation des périodes hivernales de début 2017 et 2017/2018 est typique d'hiver où les conditions météorologiques favorisent l'augmentation des concentrations en particules. En effet, les jours de procédure préfectorale ont été caractérisés par des phénomènes d'inversion de la température limitant ainsi les échanges entre la couche limite en contact avec la surface et les couches de la troposphère libre. Ces inversions permettent alors aux polluants de s'accumuler dans cette couche.

De plus, en période hivernale, le chauffage au bois résidentiel représente une source importante de particules. C'est ce qui a été montré sur les épisodes de janvier 2017 et du 20 novembre et 6 décembre 2017, où ce type de combustion est la source majoritaire de particules.

La situation du 22 février 2018 est typique d'hiver où les conditions météorologiques favorisent l'augmentation des concentrations en particules. En effet, ce jour de procédure préfectorale a été caractérisé par des phénomènes d'inversion de la température limitant ainsi les échanges entre la couche limite en contact avec la surface et les couches de la troposphère libre. Ces inversions permettent alors aux polluants de s'accumuler dans cette couche.

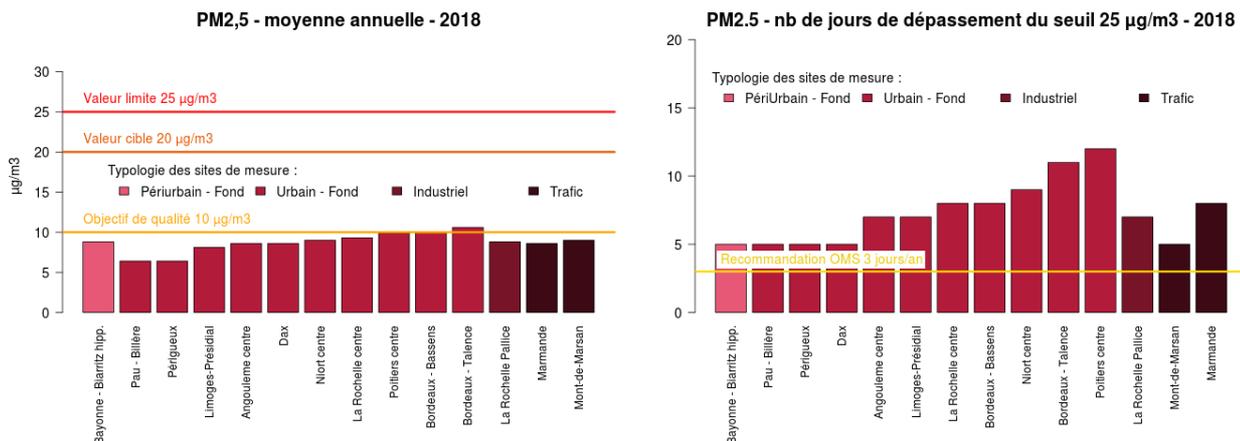
Le 22 février 2018, les particules ont été fortement chargées en composés secondaires et notamment en nitrate d'ammonium. Ces particules proviennent de la transformation chimique de précurseurs gazeux pouvant provenir du trafic routier, du chauffage résidentiel, des émissions industrielles ou des activités agricoles. Enfin, les hausses de concentrations observées ce jour-là, ont été amplifiées par l'arrivée de masses d'air chargées en particules provenant d'un secteur nord.

Bilan des mesures de PM2.5 en 2018

Bilan des mesures en 2018

Influence de la mesure	Fond	Industrielle	Trafic
Nb sites fixes	11	1	2
Valeur limite - 25 µg/m³/an	Respectée	Respectée	Respectée
Valeur cible - 20 µg/m³/an	Respectée	Respectée	Respectée
Objectif de qualité (et recommandation OMS) - 10 µg/m³/an	Non-respecté sur 1 site	Respecté	Respecté
Recommandation OMS - 25 µg/m³/j (max 3j)	Non-respecté sur 10 sites	Non-respecté sur 1 site	Non-respecté sur 2 sites

* : En raison d'un taux de données valides insuffisant (<85%), les mesures d'un site (Tulle) ne sont toutefois pas prises en compte
Synthèse régionale des mesures 2018 en particules fines au regard des valeurs réglementaires



Moyennes annuelles et nombre de jours de dépassement du seuil de 25 µg/m³ en PM2,5

En 2018, la valeur limite relative aux particules fines PM2,5 (25 µg/m³ en moyenne annuelle) est respectée sur l'ensemble des sites de mesure fixe. La moyenne annuelle maximale s'élève à 11 µg/m³ au niveau du site de Bordeaux-Talence.

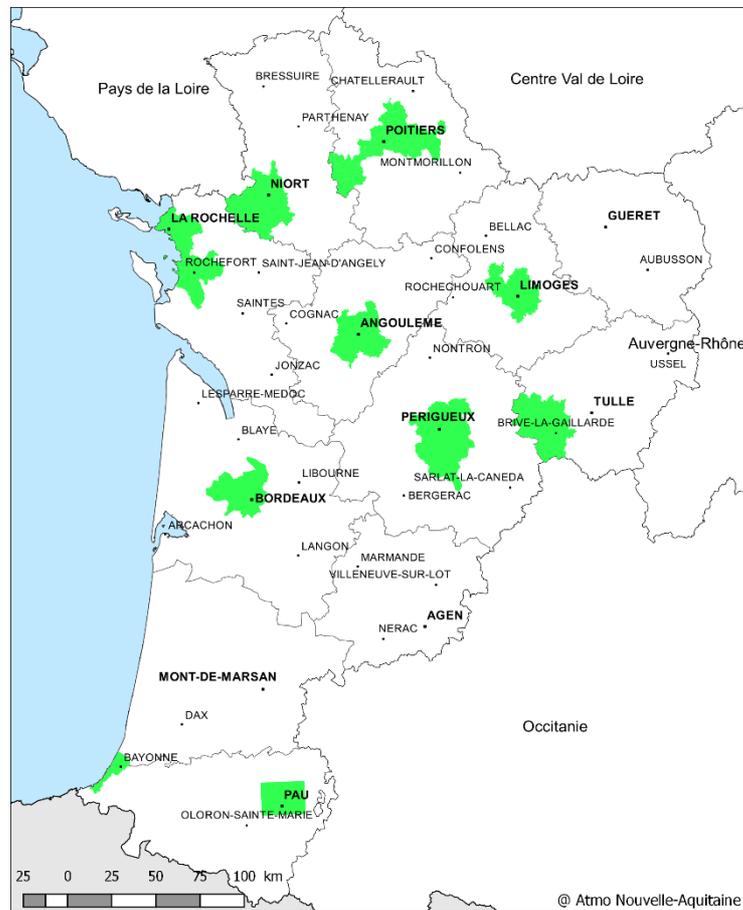
De même, la valeur cible de 20 µg/m³ en moyenne annuelle est respectée sur l'ensemble des sites de mesure.

En revanche, l'objectif de qualité (et recommandation de l'OMS) de 10 µg/m³ en moyenne annuelle est dépassé sur un site de mesure (Bordeaux-Talence).

De plus, la recommandation de l'OMS liée au nombre de jours de dépassement du seuil de 25 µg/m³ (3 jours de dépassement maximum par an) est dépassée sur l'ensemble des sites.

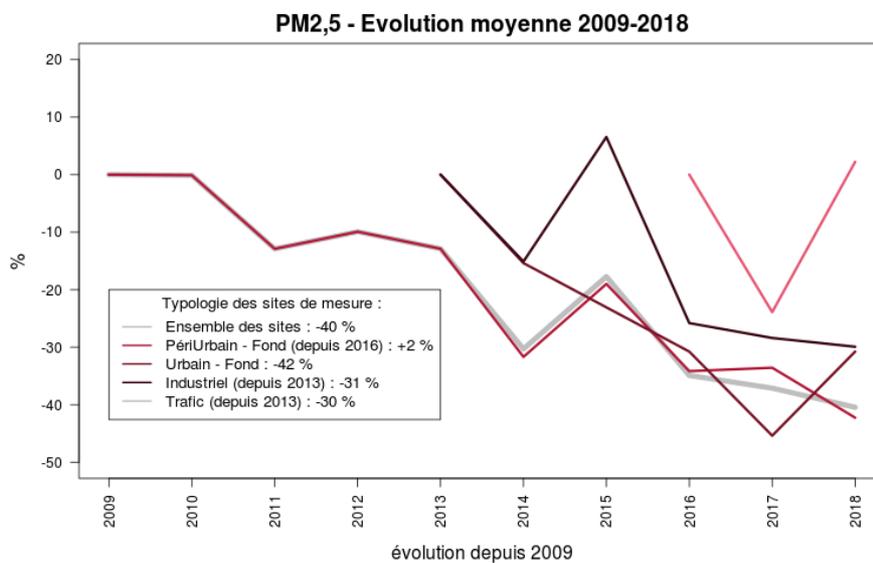
Il faut signaler que, en complément du réseau de mesures fixes, les principales zones urbaines de la région sont couvertes par des outils de modélisation, qui apportent des informations complémentaires, en particulier sur

d'éventuels dépassements localisés de seuils réglementaires. Ces informations sont disponibles dans les chapitres relatifs aux bilans par département.



Zones couvertes par une modélisation urbaine en PM_{2,5}

Évolution pluriannuelle



Évolution pluriannuelle des moyennes en PM_{2,5} par typologie de site

Les niveaux mesurés en PM2,5 connaissent une diminution notable depuis 2009 (-40% en moyenne). Cette amélioration est relativement homogène (NB : les mesures sous influence trafic ou industrielle sont disponibles depuis 2013, celles en implantation périurbaine depuis 2016).

66

Lexique :

ACSM : Aerosol Chemical Speciation Monitor
AE33 : Aethalomètre modèle AE33
BC : Black Carbon ou carbone suie
Cl⁻ : ion chlorure
NH₄⁺ : ion ammonium
NO₃⁻ : ion nitrate
OM : matière organique
PM₁₀ : particules de diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm
PM_{2,5} : particules de diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm
PM_{tr} : concentration en particules issues de la combustion de fuel fossile
PM_{wb} : concentration en particules issues de la combustion de la biomasse
SO₄²⁻ : ion sulfate

99

Retrouvez nos synthèses et études complètes sur :
www.atmo-nouvellequitaine.org