

PARTICULES PM₁₀

Bilan des épisodes de pollution 2017 et premier trimestre 2018



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 µg/m³.

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.

Pour les PM₁₀, l'année 2017 a été marquée par 9 jours de déclenchement des procédures d'information et de recommandations (50 µg/m³) et par 6 jours de déclenchement des procédures d'alerte (80 µg/m³) dans l'ensemble de la région Nouvelle-Aquitaine.

Épisodes de pollution

En 2017, l'épisode de pollution par les PM₁₀ le plus important a été enregistré sur 6 jours consécutifs au mois de janvier. Deux autres épisodes ont eu lieu au mois de janvier sur deux jours consécutifs chacun. De plus, des jours de dépassements des seuils isolés ont été rencontrés lors des mois de janvier, octobre, novembre et décembre 2017 et février 2018.

Le tableau suivant recense les procédures préfectorales déclenchées par département pour les PM₁₀. Le département de la Gironde a été le plus touché par la pollution aux PM₁₀, totalisant 12 jours de procédure préfectorale. L'ensemble de ces dépassements a eu lieu en période hivernale, dont 80 % au cours du mois de janvier 2017.

Seuls les niveaux d'information et de recommandations (50 µg/m³) ont été dépassés sur la période considérée. Les concentrations n'ont jamais dépassé le seuil d'alerte pour les PM₁₀ (80 µg/m³). Les procédures préfectorales d'alerte déclenchées sur certains départements ont été activées en raison de la persistance prévue de l'évènement.

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.													

■ Procédure d'information et de recommandations

■ Procédure d'alerte

Concentrations 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.

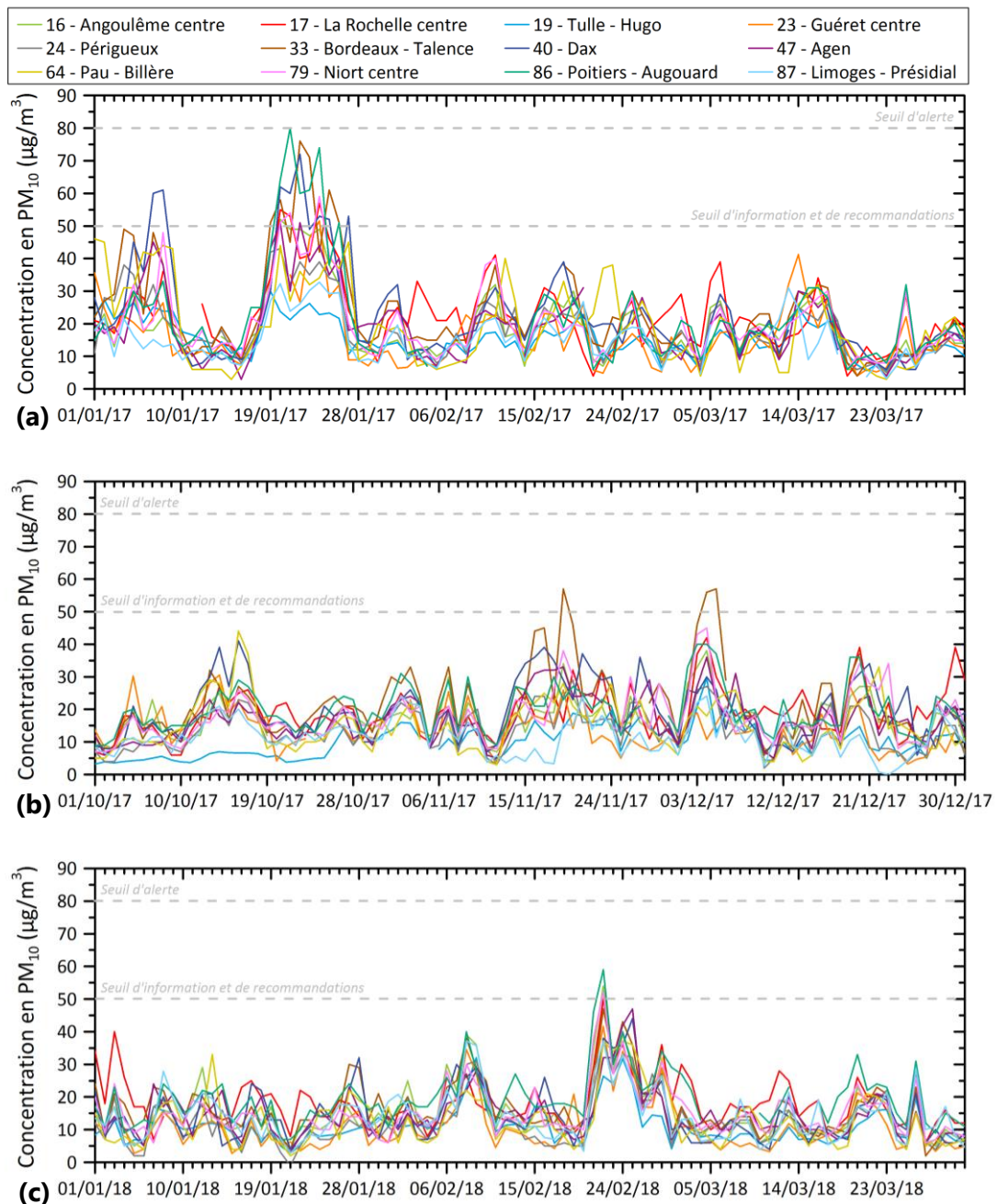


Figure 1 : Évolution temporelle des concentrations journalières en PM₁₀ lors (a) du premier trimestre 2017, (b) du dernier trimestre 2017 et (c) du premier trimestre 2018

Pour toutes les stations, aucun jour de dépassement du seuil d'alerte de 80 µg/m³ n'a été enregistré. Seul le site de Poitiers - Augouard a atteint 80 µg/m³ 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 µg/m³ (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 µg/m³ : le 19 novembre 2017 et le 5 décembre 2017 à Bordeaux et le 22 février 2018 à Angoulême, La Rochelle, Niort et Poitiers.

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.

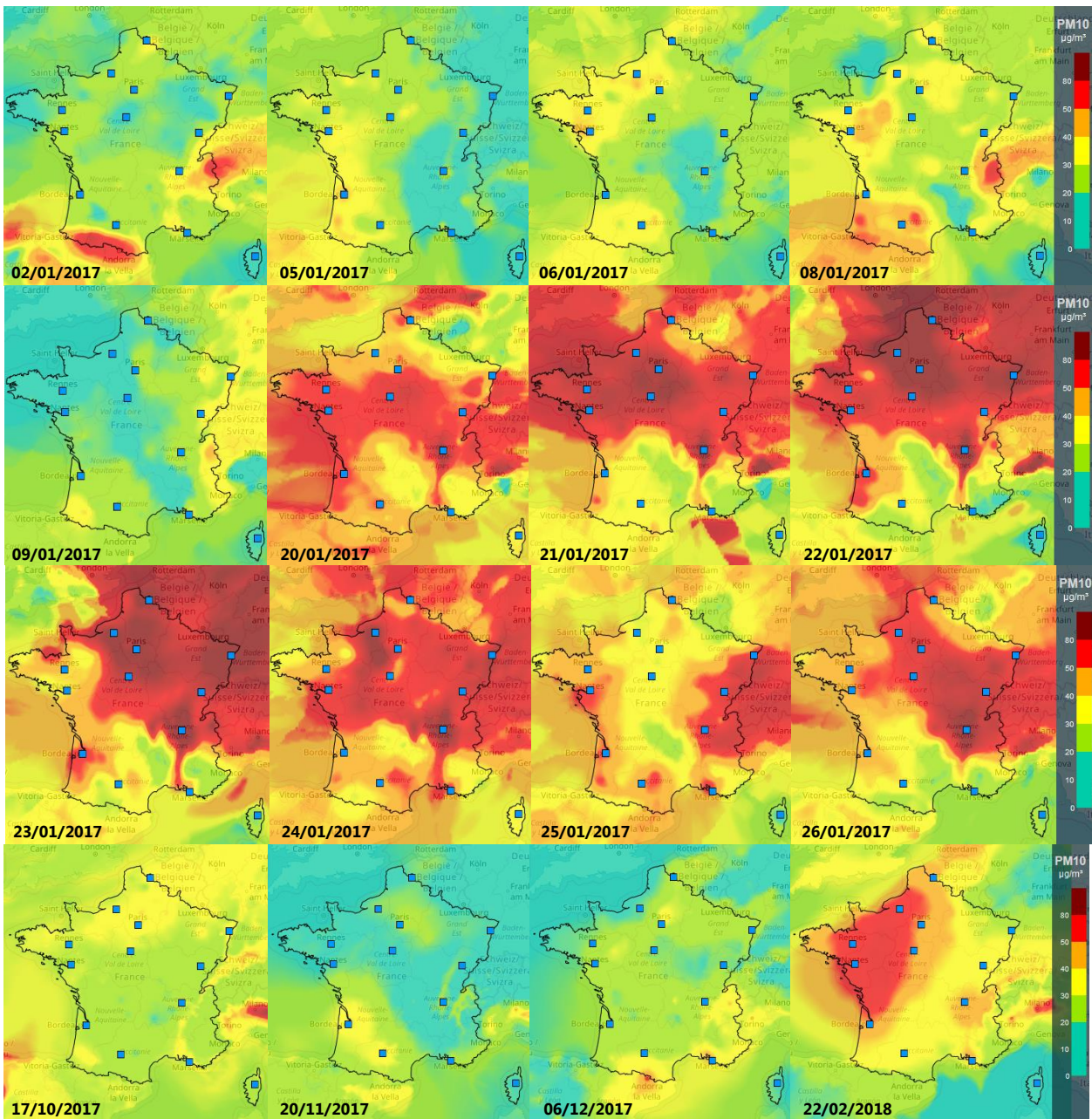


Figure 2 : Cartographie des concentrations journalières en PM₁₀ modélisées en France (source : PREV'AIR)

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.

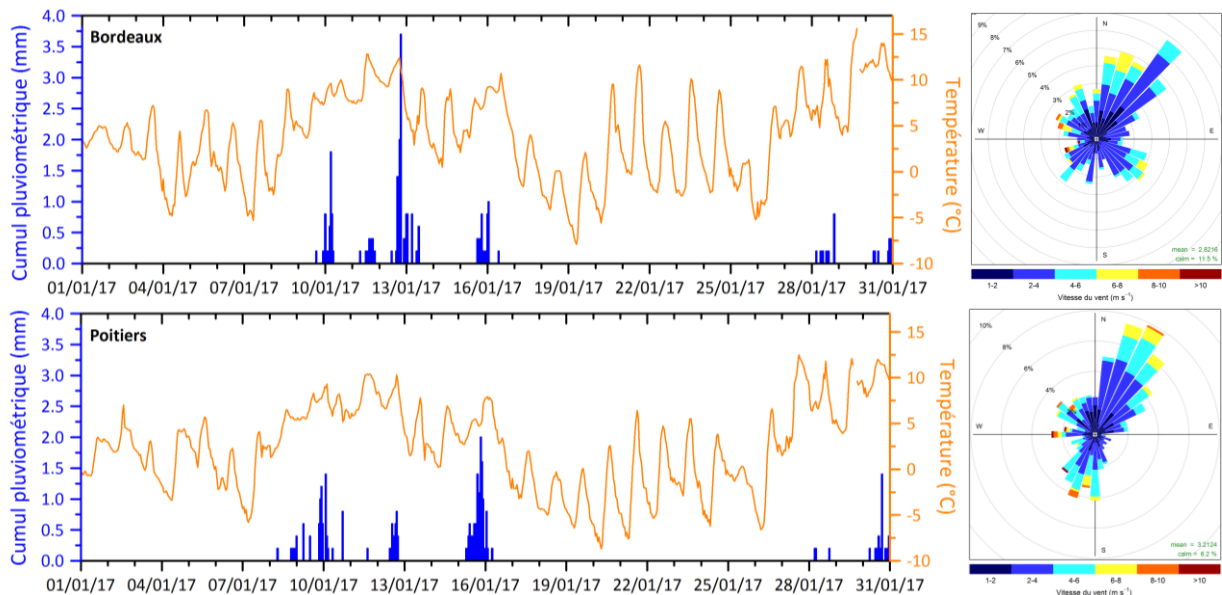


Figure 3 : Pluviométrie, température, vitesse et direction du vent enregistrées à Poitiers et Bordeaux au mois de janvier 2017 (source : Météo-France)

La Figure 4 présente les conditions météorologiques lors des jours de procédure préfectorale en Gironde et dans la Vienne. Le 17 octobre, le 20 novembre et le 6 décembre 2017 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 ici lié au déplacement d'une masse d'air chargée en particules auquel s'additionne les particules d'origine locale.

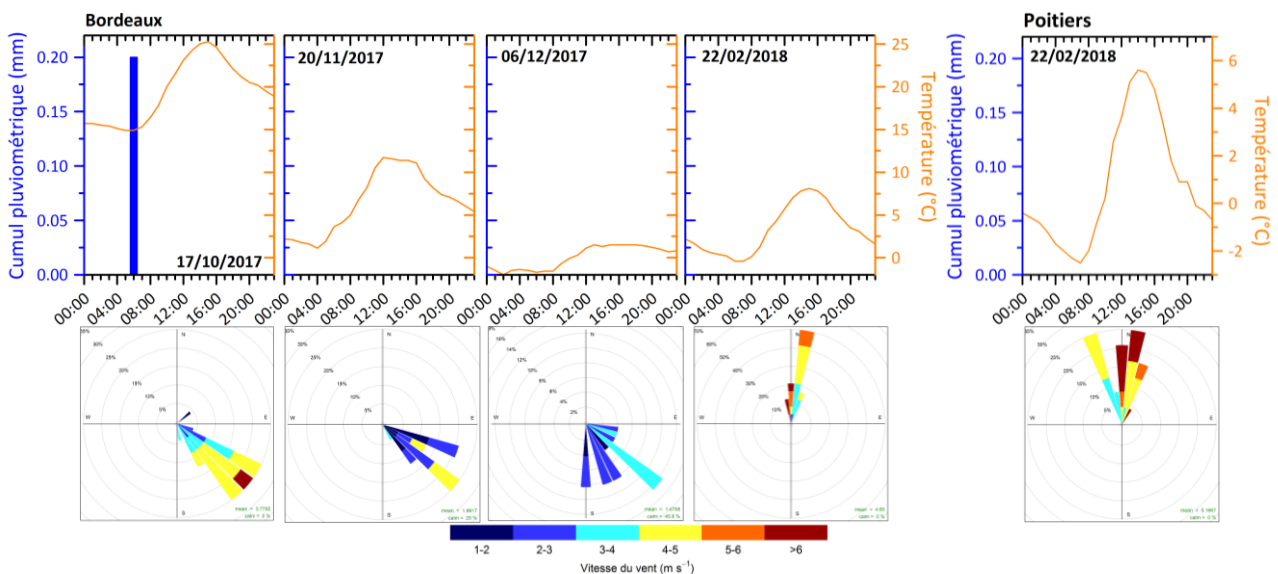


Figure 4 : Pluviométrie, température, vitesse et direction du vent enregistrées à Bordeaux et Poitiers lors des jours de dispositif préfectoral de 2017 et début 2018 (source : Météo-France)

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 5 représente la température en fonction de l'altitude pour les sites de Bordeaux et Poitiers.

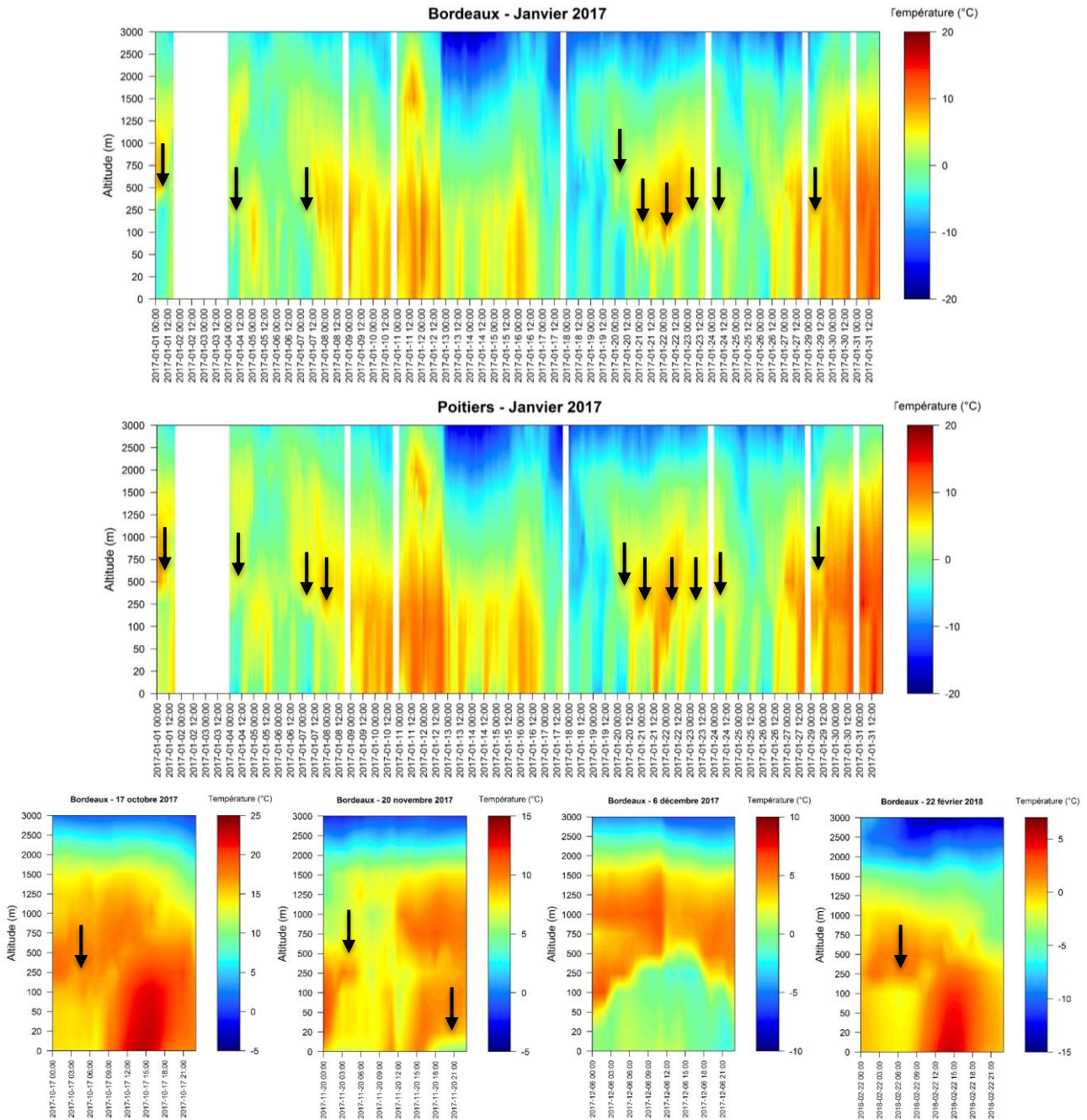


Figure 5 : Profils verticaux des températures à Bordeaux et Poitiers au mois de janvier 2017 et à Bordeaux lors de l'hiver 2017/2018 (les flèches indiquent la position d'inversions de température) (source : Météo-France – modèle AROME)

Le mois de janvier a été caractérisé par de nombreuses inversions thermiques (quelques-unes sont indiquées par des flèches dans la Figure 5). 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.

Composition chimique des particules

Quantification des sources locales

L'utilisation d'Aethalomètres modèle AE33 permet de distinguer et de quantifier deux 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 6). En moyenne horaire, la contribution de la combustion de la biomasse a atteint 100 % de la masse des PM_{2,5} 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 PM_{2,5} à Poitiers contre 17 % à Bordeaux.

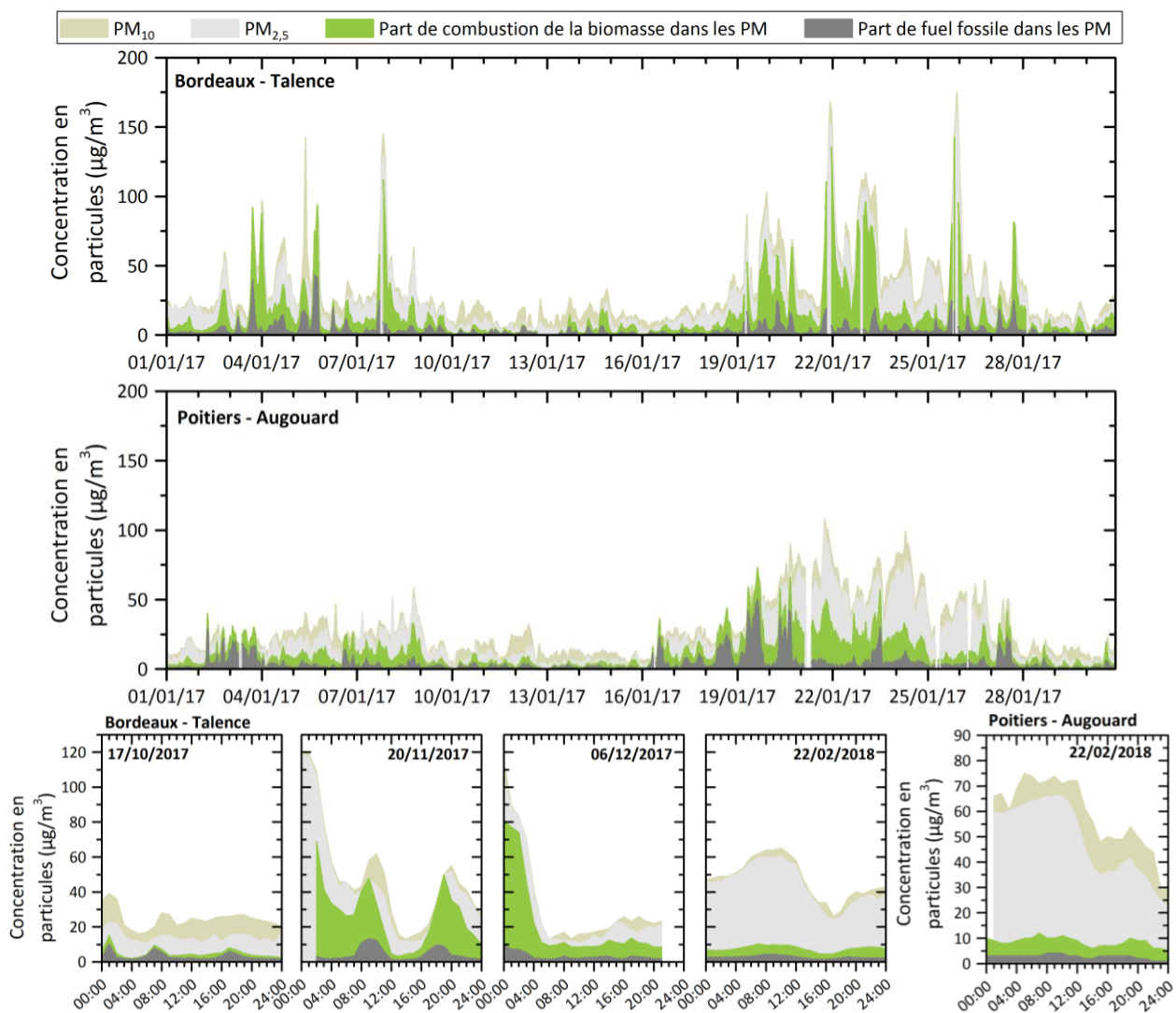


Figure 6 : Évolution temporelle des moyennes horaires des concentrations en PM₁₀, PM_{2,5} et des fractions issues de la combustion de bois et de la combustion de fuel fossile

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

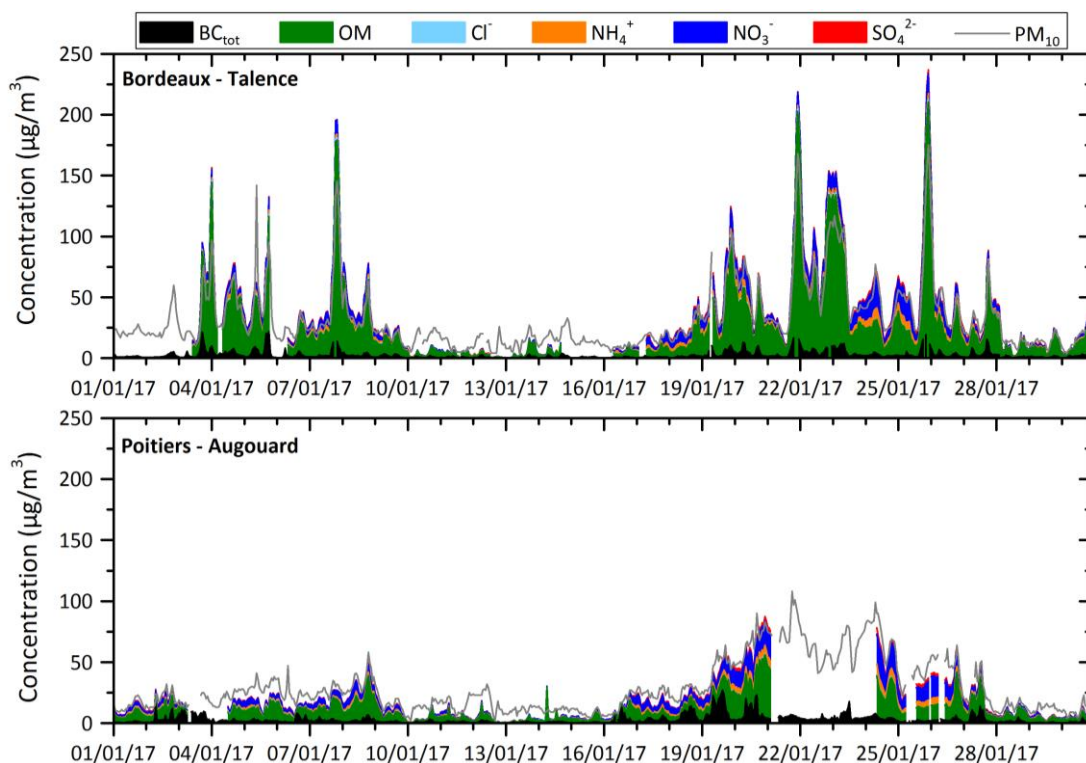
majoritairement influencées par la combustion du bois tandis que le 17 octobre 2017, la contribution de la combustion du bois est très faible. Le 22 février 2018, les deux sources de combustion identifiées par l'Aethalomètre ne représentent pas plus de 18 % de la masse des PM_{2,5}. Ainsi, la masse de 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.

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⁻, NH₄⁺, NO₃⁻ et SO₄²⁻) 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 NH₃ 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 NO₃⁻ 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 NO₃⁻ 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.



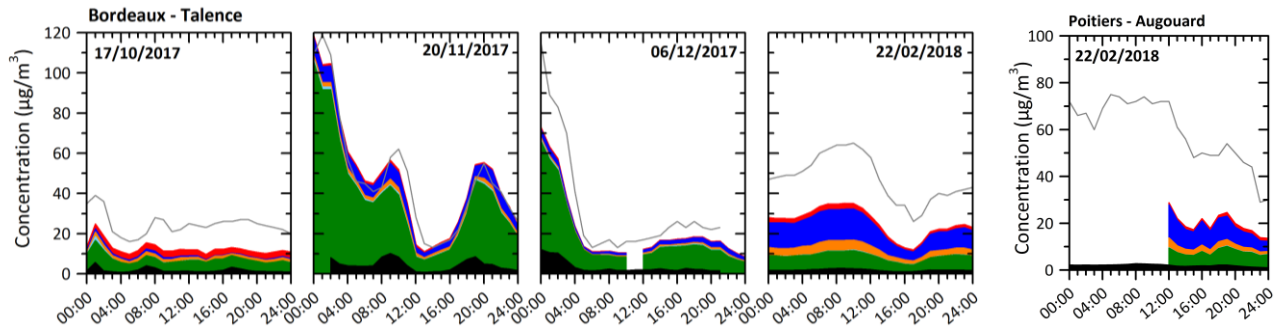


Figure 7 : Évolution temporelle des moyennes horaires des concentrations en PM₁₀, de la matière organique, des ions chlorure, ammonium, nitrates et sulfates

Conclusion

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.

Le 22 février 2018, la situation a été différente car 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 22 février 2018, ont été amplifiées par l'arrivée de masses d'air chargées en particules provenant d'un secteur nord.

Pour en savoir plus sur les particules, consultez les rapports suivants :

- [Caractérisation des particules fines sur Bordeaux et Poitiers - Etude de la composition chimique et des sources de particules - Bilan 2017](#)
- [Particules ultrafines - Bilan 2017](#)



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 2,5 µm
PM_f : 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



Pour en savoir +

Contact Etudes

Florie Chevrier

Tél : 09 84 20 01 00

Email : fchevrier@atmo-na.org

