

Note technique

Travaux financés par le ministère chargé de l'environnement

ÉPISODES DE POLLUTION PARTICULAIRE DE DÉBUT DÉCEMBRE 2016

Premiers éléments de compréhension à partir des mesures automatiques
6 Décembre 2016

Olivier Favez - Tanguy Amodeo (INERIS)

SYNTHÈSE

Depuis le 30 novembre, d'importants épisodes de pollution particulaire impactent la métropole, et en particulier le bassin parisien et Rhône-Alpes. La présente note synthétise les résultats obtenus à ce jour à l'aide d'analyseurs automatiques de la composition chimique des PM implantés sur différentes stations du dispositif national, et résulte notamment du travail et de la réactivité des équipes d'Atmo Picardie, Air Normand, Atmo Grand-Est, Atmo Auvergne-Rhône-Alpes, Atmo Nouvelle-Aquitaine, Air Pays de la Loire et du SIRTA/LSCE.

L'ensemble des résultats indiquent une forte influence des émissions primaires de combustion (chauffage résidentiel et transport routier), en particulier en début d'épisode (30/11-01/12) et depuis hier. Une contribution significative des espèces secondaires (AOS et nitrate d'ammonium), sous l'effet de mécanismes photochimiques, est également observée sur tous les sites étudiés, hormis pour l'agglomération bordelaise qui reste très majoritairement impactée par la combustion de biomasse.

Les résultats présentés ici sont issus de mesures partiellement validées et seront complétés d'une analyse approfondie à l'aide de données obtenues à partir de mesures sur filtres. A noter enfin que ces résultats sont représentatifs de stations de fond (péri-)urbain. Par conséquent, ils ne reflètent pas totalement les maxima de concentrations mesurés à proximité immédiate des sources d'émission, en particulier sur les stations de proximité automobile.

1. INTRODUCTION

De fortes concentrations de PM₁₀, pouvant entraîner des dépassements de la valeur limite journalière, sont régulièrement observées entre mi-novembre et mi-avril du fait de la conjonction entre les activités anthropiques (chauffage, transport, agriculture) et l'occurrence de conditions météorologiques favorables à l'accumulation et/ou à la transformation des polluants atmosphériques. Les événements de début d'hiver se développent lors de situations météorologiques stables et froides (régime anticyclonique), propices à une forte utilisation du chauffage domestique et à l'accumulation de l'ensemble des émissions primaires (dont le transport routier), entraînant une forte teneur en matière carbonée au sein des particules.^{1,2}

Le dispositif national de surveillance de la qualité de l'air (MEEM, LCSQA et AASQAs) s'est doté depuis 2008 d'un programme d'amélioration des connaissances de la composition chimique et des sources de particules (« programme CARA »). Reposant initialement sur l'analyse différée de prélèvements sur filtres, ce programme s'enrichit aujourd'hui de mesures en temps réel au sein des AASQA et au SIRTA (sur le plateau de Saclay, Essonne).¹

Depuis le 30 novembre, les régions de la moitié nord de la France, Auvergne-Rhône-Alpes, la nouvelle Aquitaine et, dans une moindre mesure, l'Occitanie, connaissent des niveaux de PM₁₀ avoisinant ou dépassant le seuil d'information de 50µg/m³ (Figure 1).

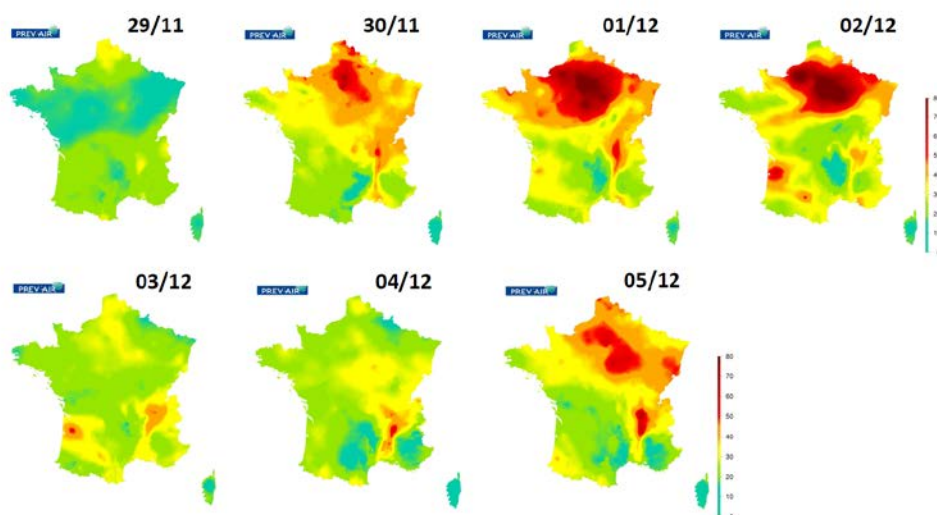


Figure 1 : Cartes PREV'AIR analysées des moyennes journalières PM₁₀ depuis le 29/11/16 (simulations Chimère dans lesquelles les données d'observation de la veille sont assimilées)

La présente note permet de réaliser un premier point d'étape des ces épisodes de pollution à partir des mesures automatiques disponibles à ce jour (sur la base nationale de données Geod'Air ou transmises directement par les opérateurs de stations). Ces mesures sont réalisées sur des stations de fond (péri-)urbain de quelques grandes agglomérations françaises. A ce titre, elles sont représentatives de l'exposition générale des populations mais ne reflètent pas complètement les maxima de concentration enregistrés à proximité immédiate des sources (et notamment le trafic routier).

¹ Note LCSQA 2014: <http://www.lcsqa.org/rapport/2014/ineris/description-programme-cara-dispositif-national-surveillance-qualite-air>.

² Note LCSQA 2015: <http://www.lcsqa.org/rapport/2015/ineris/elements-comprehension-episodes-pollution-particulaire-fin-decembre-2014-debut-j>

2. INFLUENCE DES ÉMISSIONS PRIMAIRES DE COMBUSTION

Les résultats présentés dans ce chapitre sont obtenus à l'aide d'**Aethalomètres multi-longueurs d'onde de type AE33** ayant pour première vocation d'assurer la surveillance du *Black Carbon* (BC). Ce composé étant un bon indicateur des émissions anthropiques par combustion, on assiste au développement de la surveillance de ce paramètre au sein des dispositifs de surveillance de la qualité de l'air européens. L'AE33 est particulièrement adapté aux besoins et objectifs des réseaux de surveillance opérationnels. En effet, outre sa robustesse et son faible coût de fonctionnement, il tire profit de la mesure des propriétés d'absorption à 7 longueurs d'ondes différentes (de 370 à 950nm) pour distinguer une estimation de **l'impact des émissions par combustion de dérivés du pétrole et par combustion de biomasse** sur les concentrations de BC. Les contributions obtenues peuvent ensuite être utilisées pour estimer (avec une précision de l'ordre de $\pm 50\%$) les concentrations de PM attribuables à ces deux familles de sources (notées respectivement PM_{ff} et PM_{wb}).³

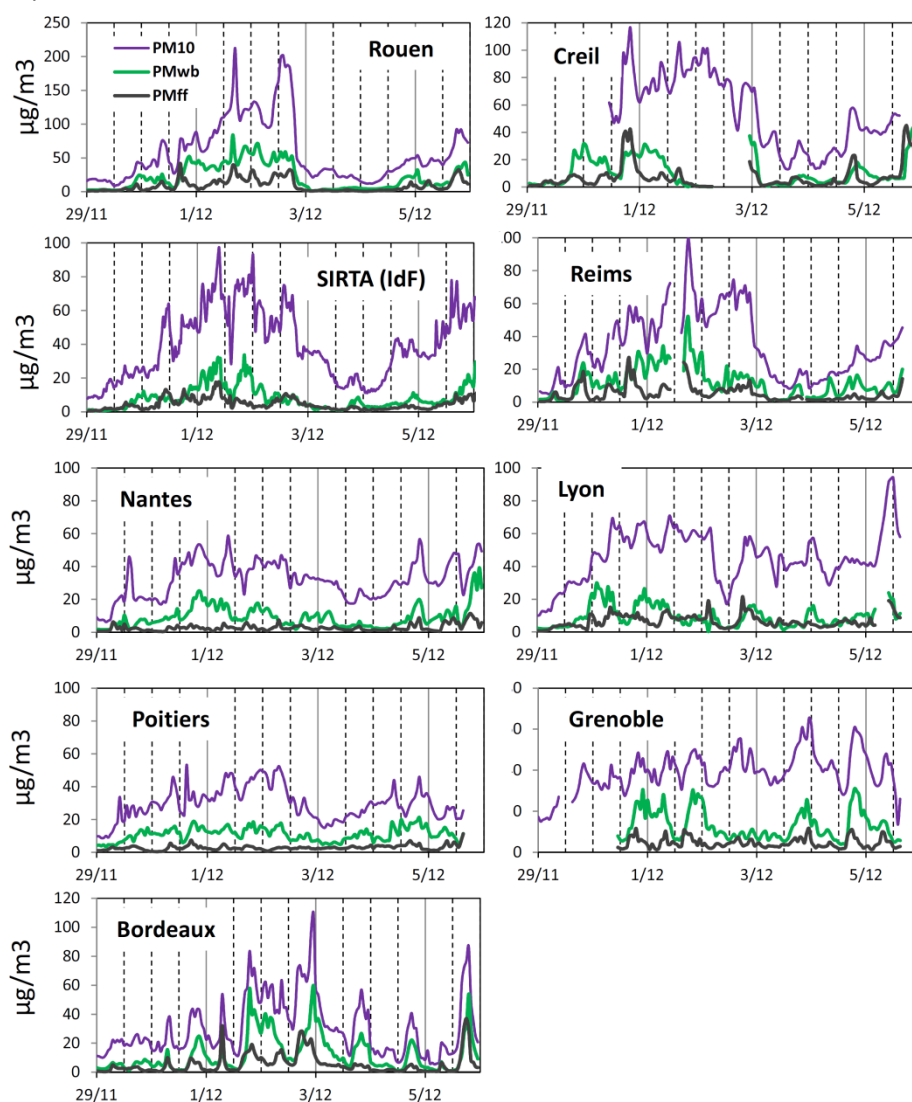


Figure 2 : suivi temporel des concentrations PM_{10} et des fractions issues de la combustion de dérivés de pétrole (PM_{ff} , dont échappements automobiles) et de la combustion de biomasse (PM_{wb}) sur différents sites de fond (péri-jurbain)

³ Rapport LCSQA 2015 : <http://www.lcsqa.org/rapport/2015/ineris/programme-cara-bilan-travaux-2014-2015>

Comme présenté par la Figure 2, l'interprétation des données AE33 indique un **impact majoritaire des émissions primaires de combustion sur les niveaux les plus élevés de PM₁₀ enregistrés les 30 novembre et 1^{er} décembre, puis à partir du 5 décembre au soir**. Les fractions PM_{ff} et PM_{wb} représentent alors plus de la moitié des PM₁₀ sur l'ensemble des sites étudiés, avec une prépondérance pour les émissions liées à la combustion de biomasse (PM_{wb}). Entre le 2 et le 5 décembre, les contributions de ces fractions aux PM₁₀ semblent diminuer partout, hormis au sein de l'agglomération bordelaise où le chauffage résidentiel reste la source majeure de particules.

Il est à noter que les émissions primaires à l'échappement automobile sont comprises au sein de la fraction liée à la combustion de dérivés du pétrole (PM_{ff}), mais que ces estimations n'intègrent que partiellement les phénomènes de remise en suspension, et ne tiennent absolument pas compte de l'influence de cette source sur la formation d'aérosols secondaires à partir des émissions de précurseurs gazeux (COVs et NO_x, ces derniers étant issus à 60% du transport au niveau national).

3. MESURES EN TEMPS RÉEL DES ESPÈCES CHIMIQUES MAJEURES DES PARTICULES FINES (DONT MATIÈRE ORGANIQUE ET NITRATE D'AMMONIUM)

Cette section présente l'évolution temporelle des concentrations massiques des espèces non-réfractaires (i.e., volatile à 600°C) de la fraction submicronique des particules, mesurées à l'aide d'ACSM (Aerosol Chemical Speciation Monitor). L'ACSM repose sur l'utilisation d'un spectromètre de masse et permet notamment la mesure rapide du nitrate, du sulfate, de l'ammonium et de la matière organique. Couplé aux mesures AE33, cet instrument permet de mesurer la quasi-totalité des particules présentes dans la fraction PM₁. La Figure 3 présente les résultats obtenus à l'aide de cet instrument (et de l'AE33) sur 4 sites de fond (péri-)urbain (SIRTA, Poitiers, Bordeaux et Lyon) entre les 29 novembre et 6 décembre.

On note tout d'abord la prédominance de la matière organique, en bon accord avec l'interprétation des données AE33 et **l'importance des émissions primaires de combustion (dont transport et chauffage au bois)**. A Bordeaux, cette fraction organique est ultra-majoritaire depuis le début de l'épisode, avec une pointe de concentration autour de 140µg/m³ en moyenne horaire pour la somme carbone suie + matière organique le 2 décembre. Ces résultats confirment le rôle majeur joué par le chauffage résidentiel sur la qualité de l'air en Aquitaine.⁴

Sur les 3 autres sites étudiés, **on constate une influence non négligeable des aérosols inorganiques secondaires, et en particulier du nitrate (d'ammonium)**. Les contributions relatives de cette espèce augmentent avec la diminution des concentrations en aérosols carbonés, en particulier en région parisienne entre les 2 et 5 décembre. Cette dernière observation est à mettre en relation avec des conditions météorologiques favorisant les processus de transformations photochimiques, permettant notamment l'oxydation des NO_x en radicaux nitrate, se combinant ensuite avec l'ammoniac. Il est à noter que de récents résultats du programme INACS (ADEME CORTEA) suggèrent que les sources de combustion

⁴ Note LCSQA 2015 (O. Favez) : <http://www.lcsqa.org/rapport/2015/ineris/impact-combustion-biomasse-concentrations-pm10-programme-cara-hiver-2014-2015>

(dont transport routier) pourraient jouer un rôle non négligeable dans la disponibilité du NH_3 lors des épisodes de début d'hiver.

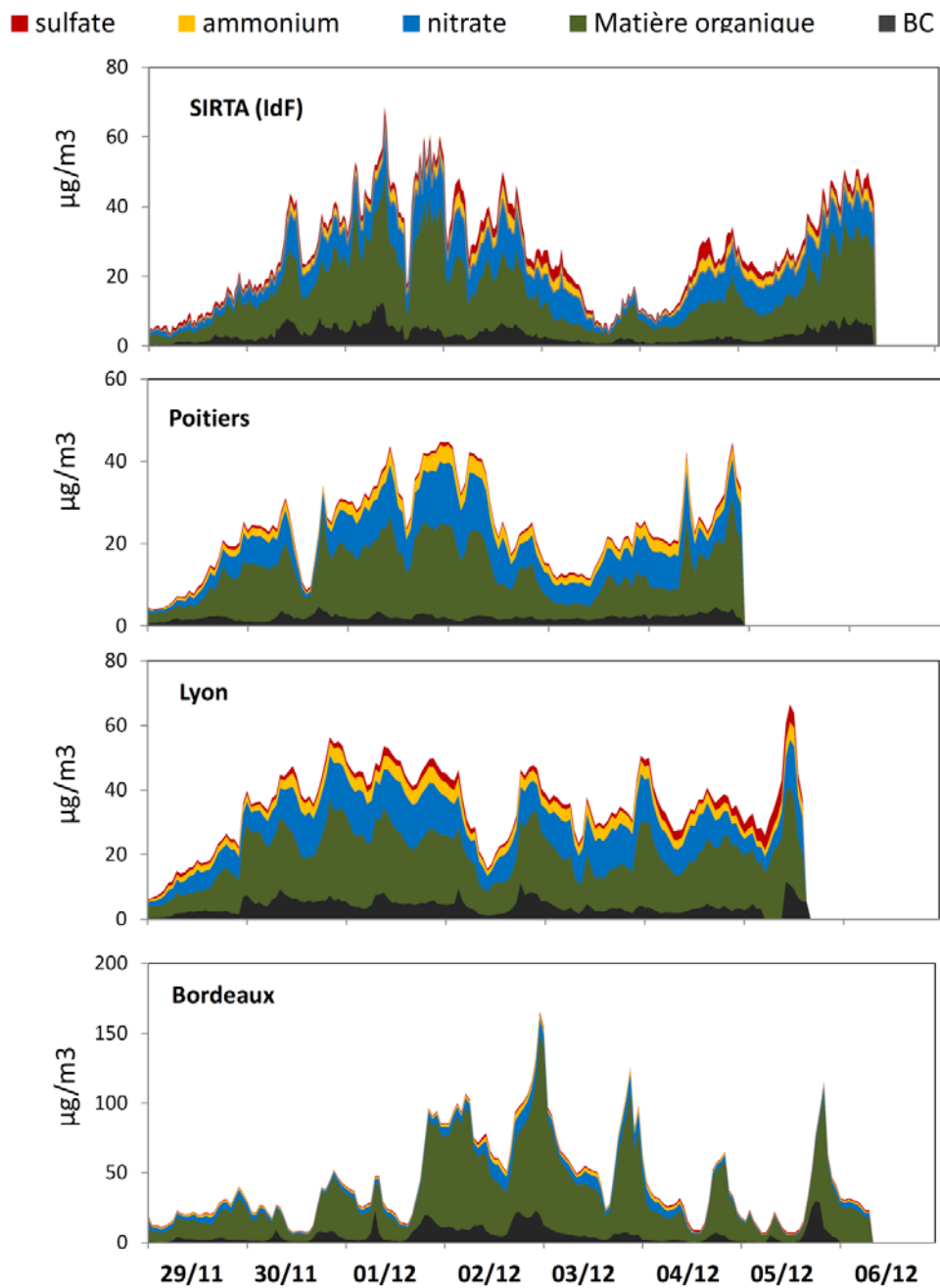


Figure 3 : Composition chimique des PM_{10} sur 4 sites de fond urbain (mesures ACSM et AE33)

Comme illustré par la Figure 4, cette formation de nitrate d'ammonium pourrait s'accompagner d'un accroissement des concentrations d'aérosols organiques secondaires (AOS), pouvant être estimées par différence entre la matière organique totale vue par l'ACSM et l'estimation des contributions primaires à partir des mesures AE33. Pour ce faire, il est nécessaire de pouvoir disposer des concentrations de PM_{10} et de $\text{PM}_{2.5}$ (en parallèle des PM_{10}), afin de minimiser les incertitudes dans l'extrapolation des données ACSM à la composition chimique des PM_{10} . Les mesures PM_{10} ne sont pour l'instant réalisées qu'à Poitiers et au Sirta, et disponibles en temps réel seulement pour ce dernier site.

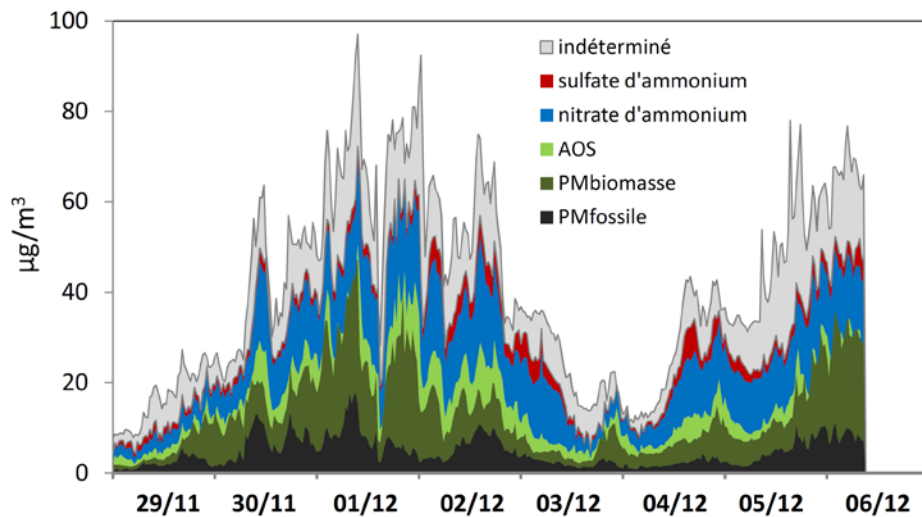


Figure 4 : répartition des espèces chimiques majeures au sein des PM₁₀ au Sirta

Notons enfin, une part significative d'autres familles chimiques au sein de la fraction grossière des particules (e.g., espèces indéterminées illustrées sur la Figure 4), dont l'étude précise nécessitera l'analyse chimique différée des filtres en cours de prélèvement au sein du dispositif CARA.

4. PRÉVISIONS POUR LES JOURS À VENIR

Comme indiqué par le bulletin Prev'Air de ce matin, la situation demeure préoccupante pour demain et après-demain avec des niveaux de pollution aux particules fines qui restent soutenus et de nouveaux dépassements du seuil d'information, voire du seuil d'alerte, sur une grande moitié Est du Pays.

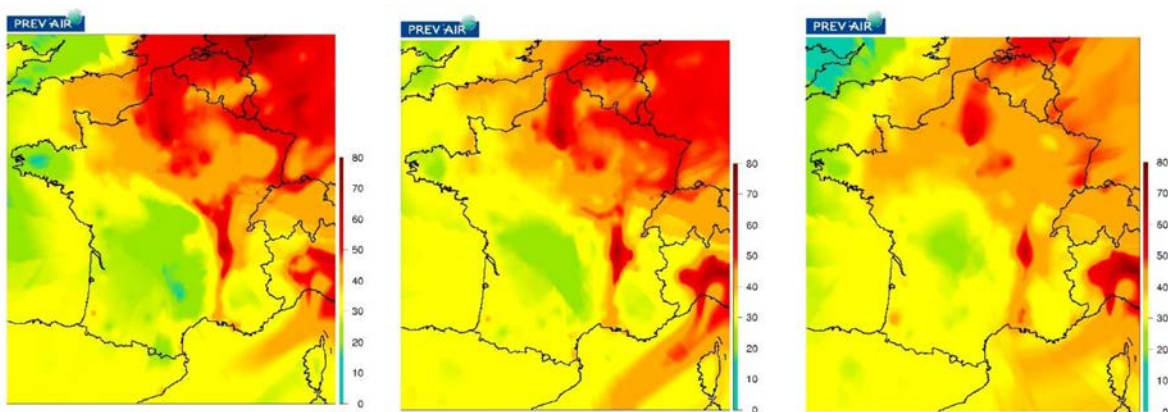


Figure 5 : Cartes de prévision des moyennes journalières en PM₁₀ pour les 6, 7 et 8 décembre (de gauche à droite) (prévisions PREV' AIR à 10h aujourd'hui, voir évolutions sur LCSQA.org)