

Caractérisation des particules fines sur Bordeaux et Poitiers

Etude de la composition chimique et des sources de particules - Bilan 2017

Période de mesure : 2017

Commune et département d'étude : Bordeaux – Talence (33) / Poitiers (86)

Référence : R&D_INT_18_030_CARA

Version finale du : 03/04/2018

Auteur(s) : Agnès Hulin
Contact Atmo Nouvelle-Aquitaine :
E-mail : contact@atmo-na.org
Tél. : 09 84 200 100

www.atmo-nouvelleaquitaine.org






Titre : Caractérisation des particules fines sur Bordeaux et Poitiers

Reference : R&D_INT_18_030_CARA

Version : finale du 03/04/2018

Nombre de pages : 42 (couverture comprise)

	Rédaction	Vérification	Approbation
Nom	Agnès Hulin	Rémi Feuillade	Rémi Feuillade
Qualité	Responsable du service Etudes, modélisation et amélioration des connaissances	Directeur délégué à la production/exploitation des données	Directeur délégué à la production/exploitation des données
Visa			

Conditions d'utilisation

Atmo Nouvelle-Aquitaine fait partie du dispositif français de surveillance et d'information sur la qualité de l'air. Sa mission s'exerce dans le cadre de la loi sur l'air du 30 décembre 1996 et de ses décrets d'application.

A ce titre et compte tenu de ses statuts, Atmo Nouvelle-Aquitaine est garant de la transparence de l'information sur les résultats de ces travaux selon les règles suivantes :

- Atmo Nouvelle-Aquitaine est libre de leur diffusion selon les modalités de son choix : document papier, communiqué, résumé dans ses publications, mise en ligne sur son site internet (<http://www.atmo-nouvelleaquitaine.org>)
- les données contenues dans ce rapport restent la propriété d'Atmo Nouvelle-Aquitaine. En cas de modification de ce rapport, seul le client sera informé d'une nouvelle version. Tout autre destinataire de ce rapport devra s'assurer de la version à jour sur le site Internet de l'association.
- en cas d'évolution de normes utilisées pour la mesure des paramètres entrant dans le champ d'accréditation d'Atmo Nouvelle-Aquitaine, nous nous engageons à être conforme à ces normes dans un délai de 6 mois à partir de leur date de parution
- toute utilisation totale ou partielle de ce document doit faire référence à Atmo Nouvelle-Aquitaine et au titre complet du rapport.

Atmo Nouvelle-Aquitaine ne peut en aucune façon être tenu responsable des interprétations, travaux intellectuels, publications diverses résultant de ses travaux pour lesquels l'association n'aura pas donnée d'accord préalable. Dans ce rapport, les incertitudes de mesures ne sont pas utilisées pour la validation des résultats des mesures obtenues.

En cas de remarques sur les informations ou leurs conditions d'utilisation, prenez contact avec Atmo Nouvelle-Aquitaine :

- depuis le [formulaire de contact](#) de notre site Web
- par mail : contact@atmo-na.org
- par téléphone : 09 84 200 100



Sommaire

1. Introduction	9
1.1. Polluants suivis et méthodes de mesure	10
1.1.1. La nature et l'origine des particules atmosphériques	10
1.1.2. Les sources d'émissions de particules primaires sur les Communautés Urbaines de Bordeaux et de Poitiers	11
1.2. Dispositif de mesure des particules déployé sur Bordeaux-Talence et Poitiers-Augouard	12
1.2.1. « Bordeaux-Talence » et « Poitiers-Augouard » : sites de référence de la Nouvelle Aquitaine pour la mesure des PM10	12
1.2.2. Mesure automatique en continu de la masse des particules fines PM2.5 et PM10 (TEOM FDMS)	13
1.2.3. Mesure automatique en continu du Black Carbon (AE33)	13
1.2.4. Mesure automatique en continu de la composition chimique des particules par spectrométrie de masse (ACSM)	14
1.2.5. Analyses différées des prélèvements journaliers de particules sur filtre (DA80)	14
1.3. Bilan des mesures des particules PM10 et PM2.5 sur la Communauté Urbaine de Bordeaux	16
1.4. Bilan des mesures des particules PM10 et PM2.5 sur la Communauté Urbaine de Grand Poitiers	19
2. Contribution des sources de combustion aux concentrations de particules fines	23
2.1. Les particules issues des sources de combustion	23
2.1.1. Mesures sur Talence	23
2.1.2. Mesures sur Poitiers	24
2.1.3. Bilan des mesures de particules issues des sources de combustion sur Talence et Poitiers	25
3. L'ACSM : mesure en continu par spectromètre de masse	27
3.1. Bilan des mesures ACSM	27
3.1.1. Bilan des mesures ACSM de janvier à décembre 2017 - Talence	27
3.1.2. Bilan des mesures ACSM de janvier à décembre 2017 - Poitiers-Augouard	29
3.1.3. Bilan des données des 2 ACSM de Nouvelle-Aquitaine	30
4. Détail d'un épisode de pollution : du 20 au 26 janvier 2017	33
4.1. Description de l'épisode	33
4.2. Composition et sources des particules pendant l'épisode	37
5. Conclusions	40

Figures et Tableaux

Figure 1 : Sources de particules primaires sur les CU de Bordeaux et Grand Poitiers (périmètre de l'agglomération en 2012)	11
Figure 2 : Dispositif de mesure des PM10 et PM2.5 sur la Communauté Urbaine de Bordeaux (CUB)	16
Figure 3 : Moyennes annuelles et taux de fonctionnement - PM10 – Bordeaux - 2017	17
Figure 4 : Moyennes journalières sur Bordeaux - PM10 – 2017	17
Figure 5 : Moyennes mensuelles PM10 et PM2.5 – TALENCE- 2017	18
Figure 6 : Dispositif de mesure des PM10/PM2.5 sur la Communauté Urbaine de Grand Poitiers	19
Figure 7 : Moyennes annuelles et taux de fonctionnement - PM10 – Poitiers - 2017	20
Figure 8 : Moyennes journalières sur Poitiers - PM10 – 2017	21
Figure 9 : Moyennes mensuelles PM10 et PM2.5 – Poitiers-Augouard- 2017	22
Figure 10 : Particules liées à la combustion du bois sur Talence- 2017	23

Figure 11 : Particules liées à la combustion de combustibles fossiles sur Talence - 2017	24
Figure 12 : Particules liées à la combustion du bois sur Poitiers- 2017	24
Figure 13 : Particules liées à la combustion de combustibles fossiles sur Poitiers - 2017.....	24
Figure 14 : Profil horaire moyen sur Bordeaux-Talence et Poitiers-Augouard- 2017	25
Figure 15 : Profil mensuel moyen et contribution des sources de combustion sur Bordeaux-Talence et Poitiers – 2017	26
Figure 16 : Contribution moyenne annuelle des sources de combustion au PM2.5 sur Bordeaux Talence et Poitiers – 2017	26
Figure 17 : Concentrations horaires - mesure PM2.5 de janvier à octobre 2017.....	27
Figure 18 : Concentrations horaires - mesure ACSM de janvier à décembre 2017-Talence	28
Figure 19 : Concentrations horaires - mesure ACSM de janvier à décembre 2017 – Poitiers.....	30
Figure 20 : Profils journaliers moyens – ACSM de janvier à décembre 2017 – Talence	31
Figure 21 : Bilan annuel de la composition des particules PM2.5 sur Talence et Poitiers	32
Figure 22 : Concentrations moyennes horaires les stations de Bordeaux-Talence et Poitiers-Augouard du 18 au 28 janvier 2017.....	34
Figure 23 : Concentrations moyennes journalières sur les stations des Bordeaux du 18 au 29 janvier 2017.....	34
Figure 24 : Cartographies des concentrations moyennes journalières PM10 en France du 19 au 26 janvier 2018 (source : PREVAIR)	35
Figure 25 : Pluviométrie, température et direction de vent (en vert) sur Bordeaux du 18/01 au 30/01/2017 (données de mesures Météo-France)	35
Figure 26 : Pluviométrie, température et direction de vent (en vert) sur Poitiers (Biard) du 18/01 au 30/01/2017 (données de mesures Météo-France)	36
Figure 27 : Hauteur de couche limite sur Bordeaux du 18 au 27 janvier 2017 (Source : Arome MF)	36
Figure 28 : Hauteur de couche limite sur Poitiers du 18 au 27 janvier 2017 (Source : Arome MF).....	37
Figure 29 : Concentrations en PM10 et nature des particules lors de l'épisode de janvier 2018 – Bordeaux Talence.....	37
Figure 30 : Concentrations en PM10 et nature des particules lors de l'épisode de janvier 2018 – Poitiers Augouard	38
Figure 31 : Profil horaire moyen des concentrations en PM10sur Talence et contribution des sources de combustion du 20 au 26 janvier 2018.....	39
Figure 32 : Profil horaire moyen des concentrations en PM10 sur Poitiers et contribution des sources de combustion du 20 au 26 janvier 2018.....	39
Tableau 1 : Procédures d'information/recommandations (PIR) et d'alerte (PAL) PM10 déclenchées sur la Gironde en 2017.....	18
Tableau 2 : Procédures d'information/recommandations (PIR) et d'alerte (PAL) PM10 déclenchées sur la Vienne en 2017	21
Tableau 3 : Déclenchement des procédures PM10 par département en janvier 2018	33

- AASQA Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l'Air
- ACSM Aerosol Chemical Speciation Monitor
- AE33 Aethalomètre Ae33
- BC Black Carbon ou carbone suie
- BCff Black Carbon issu de la combustion de combustibles fossiles
- BCwb Black Carbon issu de la combustion de biomasse
- CARA Caractérisation Chimique des particules
- CIRC Centre international de recherche sur le cancer
- Cl⁻ Ion chlorure
- COV Composés organiques volatils
- CU Communauté Urbaine
- CUB Communauté Urbaine de Bordeaux Métropole
- EC Carbone élémentaire
- FDMS Filter dynamics measurement system
- HAP Hydrocarbure aromatique polycyclique
- IS Information Simplifiée
- LCSQA Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air
- MSA L'acide méthylsulfonique ou acide méthanesulfonique
- Na⁺ Ion sodium
- NH₃ Ammoniac
- NH₄⁺ Ion ammonium
- NO₃⁻ Ion nitrate
- OC Carbone organique
- OM Matière organique
- OMS Organisation Mondiale de la Santé
- PAL Procédure d'alerte
- PIR Procédure d'informations/ recommandations
- PM1 Particules fines de diamètre aérodynamique inférieur à 1 µm
- PM2.5 Particules fines de diamètre aérodynamique inférieur à 2.5 µm
- PM10 Particules fines de diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm
- PMF Positive Matrix Factorisation
- PMff Particules issues de la combustion de combustibles fossiles
- PMwb Particules issues de la combustion de biomasse
- SO₄²⁻ Ion sulfate
- TEOM tapered element oscillating microbalance
- TSP Particules totales en suspension
- TU Temps Universel
- µg 10⁻⁶ gramme (1 millionième de gramme)
- µm 10⁻⁶ mètre (1 millionième de mètre)

Seuils de qualité de l'air

- objectif de qualité : niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble
- seuil d'alerte : niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence
- seuil d'information et de recommandations : niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population et qui rend nécessaires l'émission d'informations immédiates et adéquates à destination de ces groupes et des recommandations pour réduire certaines émissions
- valeur cible :
 - en air extérieur : niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble
 - en air intérieur : valeur qui, si elle est respectée, permet de mieux protéger la santé publique des effets nocifs des polluants en cas de fréquentation des parcs de stationnement couverts
- valeur limite : niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble

Résumé

Atmo Nouvelle-Aquitaine dispose depuis plus d'une vingtaine d'années d'un réseau d'analyseurs sur la région qui mesure en continu la concentration dans l'air des particules fines PM10 et PM2.5.

En complément, des travaux sont menés en collaboration avec le LCSQA (Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'air) sur les stations de Talence dans la Communauté Urbaine de Bordeaux Métropole et de Poitiers-Augouard dans la Communauté Urbaine du Grand Poitiers, dans le but d'étudier la composition chimique des particules. Ces deux stations sont aujourd'hui les stations de référence « particules » de la région Nouvelle Aquitaine.

A travers la composition des particules, il est possible d'évaluer la contribution des différentes sources d'émissions, et donc de cibler les secteurs émetteurs dans la mise en œuvre des politiques urbaines.

Atmo Nouvelle-Aquitaine a notamment équipé les stations de Talence et Poitiers d'une nouvelle génération d'appareils de mesure qui permet d'étudier en temps réel la composition chimique des particules fines (AE33, ACSM).

En moyenne sur l'année, les sources de combustion représenteraient moins de 50% de l'origine des particules mesurées sur le centre de Talence et moins de 45% sur Poitiers. Cette contribution varie fortement selon les saisons; elle est la plus forte durant les mois de novembre à janvier, là où les besoins en chauffage sont les plus importants. Contrairement aux idées reçues, la combustion de carburant automobile n'est pas la principale source à l'origine des particules présentes dans la pollution de fond urbaine d'une agglomération comme Bordeaux ou Poitiers; elle représente néanmoins respectivement 20% et 18% des particules PM2.5 à l'échelle annuelle.

Le chauffage au bois est une source majeure de particules identifiée sur les 2 communautés urbaines; la part des particules PM2.5 associées est plus élevée sur Bordeaux (29%) que sur Poitiers (24%), malgré des températures plus clémentes et donc des besoins en chauffage potentiellement moindres.

Les particules secondaires semi-volatiles de nitrate et sulfate d'ammonium représentent 26% des particules PM2.5 de Talence et 22% des particules PM2.5 de Poitiers. En 2017, contrairement aux années précédentes, il n'a pas été observé d'augmentation notable des concentrations de nitrate d'ammonium aux environs du mois de mars; il n'y a pas eu en conséquence de déclenchements d'épisode de pollution sur la période.

En raison de leur caractère semi-volatile, ces particules sont surtout présentes lorsque les températures sont basses, soit principalement durant la fin de l'automne, l'hiver et le début du printemps.

Si les valeurs limites sont respectées à l'échelle annuelle, les départements de la Gironde et de la Vienne ont cependant connu plusieurs déclenchements des procédures d'information/recommandations et alertes pour les PM10 au cours de l'année 2017.

Un épisode entre autre a duré plusieurs jours courant janvier 2017 et a concerné plusieurs départements de la région dont la Vienne et la Gironde. Les causes de cet épisode sont la conjonction de deux phénomènes: des couches limites très peu élevées et une augmentation des particules issues du chauffage au bois, particulièrement visible sur Bordeaux. La part des particules secondaires de nitrate d'ammonium est également non négligeable durant cet épisode.

1. Introduction

Une étude menée en 2013 par le Centre international de recherche sur le cancer (CIRC) de l'OMS a montré que la pollution de l'air extérieur était carcinogène, les matières particulaires étant le polluant associé le plus étroitement à une incidence accrue de cancers, en particulier du poumon.

En 2012, on estimait à 3,7 millions le nombre de décès prématurés causés dans le monde par la pollution ambiante aux particules fines dans les zones urbaines et rurales.

Il existe un lien étroit et quantitatif entre l'exposition à des concentrations élevées en particules (PM10 et PM2,5) et un accroissement des taux de mortalité et de morbidité, au quotidien aussi bien qu'à long terme. Même à faible concentration, la pollution aux particules fines a une incidence sanitaire : aucun seuil n'a été identifié au-dessous duquel elle n'affecte en rien la santé.

Selon une étude de Santé Publique France, publiée en juin 2016, dans un scénario sans pollution atmosphérique par les particules, où la qualité de l'air en France continentale serait identique à celle de ces communes les moins polluées ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$), plus 2 400 décès seraient évités chaque année en Nouvelle-Aquitaine.

Ces constats sanitaires mettent en évidence l'importance d'agir pour réduire les concentrations de particules fines présentes dans l'air. Le rôle d'Atmo Nouvelle-Aquitaine, l'observatoire régional de l'air, est de fournir aux décideurs l'ensemble des informations nécessaires à la mise en œuvre et l'évaluation des politiques de réduction des niveaux de particules.

Atmo Nouvelle-Aquitaine dispose pour cela depuis plus d'une vingtaine d'années d'un réseau d'analyseurs sur la région qui mesure en continu la concentration dans l'air des particules fines PM10 et PM2.5.

En complément, des travaux sont menés en collaboration avec le LCSQA (Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'air) sur les stations de Talence dans la Communauté Urbaine de Bordeaux Métropole et de Poitiers-Augouard dans la Communauté Urbaine du Grand Poitiers, dans le but d'étudier la composition chimique des particules. Ces deux stations sont aujourd'hui les stations de référence « particules » de la région Nouvelle Aquitaine.

A travers la composition des particules, il est possible d'évaluer la contribution des différentes sources d'émissions, et donc de cibler les secteurs émetteurs dans la mise en œuvre des politiques urbaines.

Atmo Nouvelle-Aquitaine a notamment équipé les stations de Talence et Poitiers d'une nouvelle génération d'appareils de mesure qui permet d'étudier en temps réel la composition chimique des particules fines (AE33, ACSM).

La composition des particules en zones urbaines est particulièrement complexe de par la multitude des sources d'émission et des mécanismes de transformation physico-chimique impliqués. Sont présentes des sources anthropiques (trafic routier, chauffage au bois, industrie,...) et naturelles (sels de mer, poussières terrigènes entre autres), toutes ayant des compositions chimiques spécifiques.

Ce rapport présente les résultats des mesures en continu de la composition des particules menées durant l'année 2017 sur les deux stations de référence « particules » de la région.

1.1. Polluants suivis et méthodes de mesure

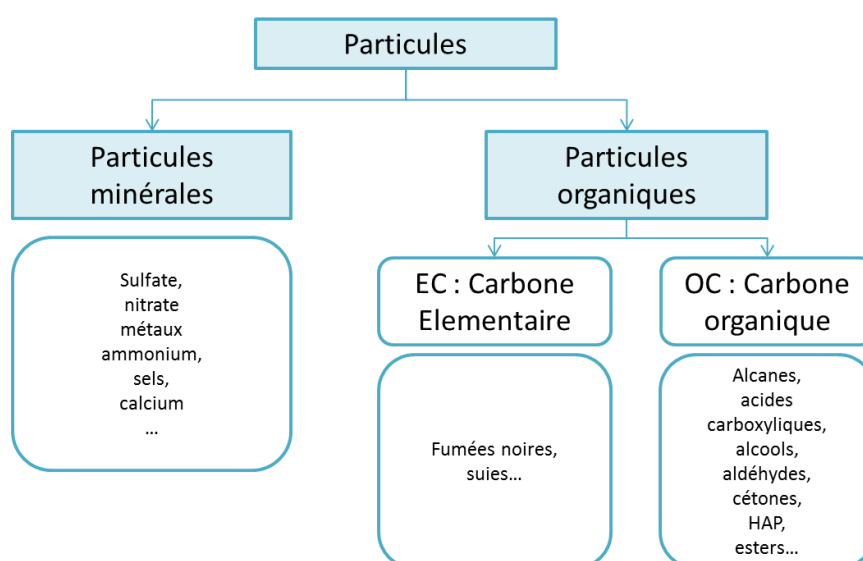
1.1.1. La nature et l'origine des particules atmosphériques

Les particules atmosphériques sont constituées d'une part de particules "**primaires**", c'est-à-dire des particules directement émises par des sources naturelles (érosion de sol, embruns et aérosols marins, volcanisme, etc.) ou anthropiques (combustions, etc.), et d'autre part de particules dites "**secondaires**", c'est-à-dire de particules formées dans l'air par des processus chimiques complexes, en particulier à partir de précurseurs gazeux présents dans l'atmosphère (oxydes de soufre et d'azote, ammoniac, composés organiques volatiles, etc.).

La composition chimique des particules présente une très grande variabilité, fonction à la fois de la nature et de la proximité des sources d'émission ou des transformations que les particules subissent dans l'atmosphère.

On définit deux grandes fractions de particules: la fraction inorganique (ou minérale) et la fraction organique. Le plus souvent, les particules en suspension dans l'air sont constituées de ces deux fractions. La fraction inorganique est composée essentiellement de sulfates, de nitrates et d'ammonium. À cela s'ajoutent d'autres espèces, en général présentes en concentration plus faibles, comme certains métaux (plomb, arsenic, cadmium,...), minéraux (carbonate de calcium) , embruns marins,

En ce qui concerne la fraction organique, on distingue la fraction contenant du carbone élémentaire (EC) et la fraction contenant du carbone organique (OC). Le carbone élémentaire est constitué à quasiment 100% d'atomes de carbone et est considéré comme chimiquement inerte. Les particules de carbone élémentaire sont émises directement dans l'atmosphère au cours des processus de combustion. Le carbone organique est la fraction regroupant tous les composés organiques fonctionnalisés, soit émis directement dans l'atmosphère, soit formés in-situ par condensation ou nucléation des produits de dégradation photochimique des composés organiques volatils (COV). La fraction OC est une matrice très complexe, constituée d'une multitude de composés différents appartenant aux grandes familles de la chimie organique que sont les alcanes, les acides carboxyliques, les alcools, les aldéhydes, les cétones, les esters, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), les dioxines,...



La composition chimique des PM varie dans l'espace, dans le temps et en fonction de leur fraction granulométrique:

- » dans l'espace, car notablement dépendante des sources d'émissions présentes sur les zones géographiques ;
- » dans le temps, et ce en lien avec les diverses conditions météorologiques influençant la dispersion ou l'accumulation des polluants, les processus chimiques atmosphériques à l'origine de particules secondaires et l'intensité des sources émettrices ;
- » enfin en fonction de la classe granulométrique des particules ; si la plupart des composantes se retrouve dans les différentes fractions granulométriques, leurs parts relatives y sont très variables.

1.1.2. Les sources d'émissions de particules primaires sur les Communautés Urbaines de Bordeaux et de Poitiers

Les données sont issues de l'inventaire des émissions d'Atmo Nouvelle-Aquitaine (Icare 2012 version 3.1). Un inventaire des émissions est une évaluation des sources d'émissions directes sur un territoire données, basée sur des données statistiques. Il ne traite que des émissions de particules primaires.

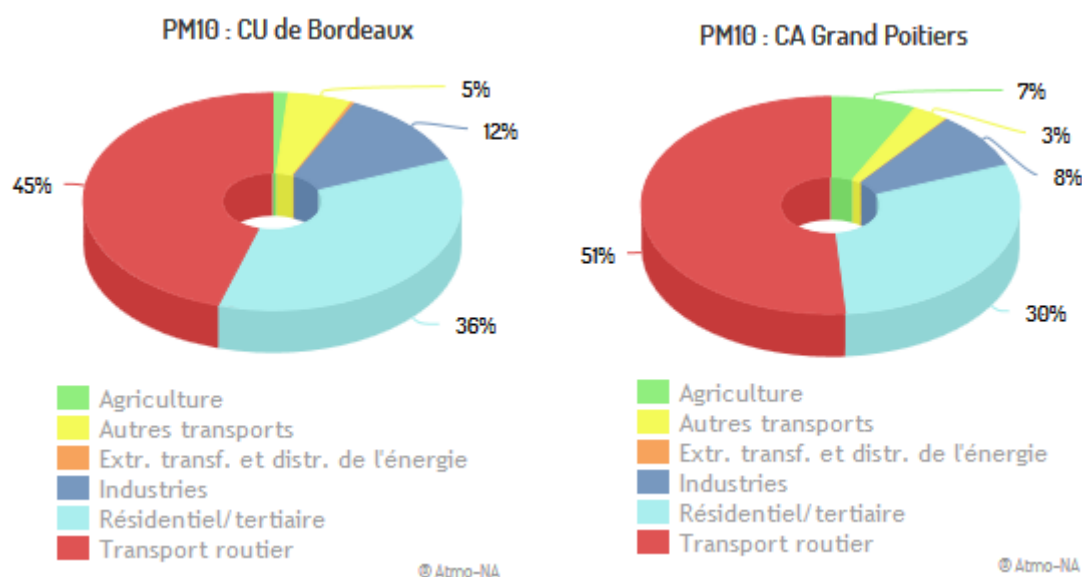


Figure 1 : Sources de particules primaires sur les CU de Bordeaux et Grand Poitiers (périmètre de l'agglomération en 2012)

Les sources d'émissions primaires sur les deux agglomérations sont dominées par les secteurs routier et résidentiel.

Pour les deux CU la source dominante est le trafic. Les émissions du secteur résidentiel/tertiaire sont très majoritairement liées au chauffage au bois.

1.2. Dispositif de mesure des particules déployé sur Bordeaux-Talence et Poitiers-Augouard

1.2.1. « Bordeaux-Talence » et « Poitiers-Augouard » : sites de référence de la Nouvelle Aquitaine pour la mesure des PM10.

Atmo Nouvelle-Aquitaine surveille les particules fines dans l'air depuis plus de 20 ans dans le but de répondre aux exigences des dispositifs préfectoraux d'alerte à la pollution et pour évaluer à l'échelle de l'année le respect des seuils réglementaires européens.

En parallèle du réseau de stations de mesures des PM10 et PM2.5 déployé sur la région, Atmo Nouvelle-Aquitaine a souhaité développer l'étude de la taille et la nature des particules fines. L'observatoire a installé depuis quelques années des appareils complémentaires dans 2 de ses stations de surveillance

- » **Bordeaux – talence** : sur la Communauté Urbaine de Bordeaux, station à l'angle des rue de Verdun et du Gal Percin à Talence,
- » **Poitiers – Augouard** : sur la Communauté Urbaine de Grand Poitiers : station du centre-ville de Poitiers, rue Augouard

Ces deux stations sont les stations de référence « particules » à l'échelle de la région.

Les 2 stations sont équipées de manière similaire avec chacune deux analyseurs « classiques » TEOM FDMS pour la mesure réglementaire des particules PM2.5 et PM10.

Depuis le début de l'année 2015, elles ont chacune été équipées de préleveurs et analyseurs destinés à étudier en continu ou en différé la composition chimique des particules. Le but est de pouvoir à partir de ces informations retracer les sources et phénomènes à l'origine des particules présentes dans l'air d'une zone urbaine.

Matériel de mesure	Type de mesure	Composés mesurés	Pas de temps exploité	Objectif de la mesure
TEOM FDMS (x2)	automatique	PM10 et PM2.5	¼ horaire	Mesure réglementaire
DA80	Analyse en différée	EC/OC, espèces ioniques, sucres, métaux	jour	Spéciation chimique des PM en différé
ACSM	automatique	OM, NO ₃ ⁻ , SO ₄ ²⁻ , NH ₄ ⁺ , Cl ⁻	½ heure	Spéciation chimique des PM en continue
AE33	automatique	Black Carbon	¼ horaire	Mesure du BC + étude des sources de combustion

1.2.2. Mesure automatique en continu de la masse des particules fines PM2.5 et PM10 (TEOM FDMS)



Les mesures automatiques des particules en suspension PM10 et PM2.5 sont réalisées à l'aide de deux TEOM FDMS.

Le TEOM-FDMS (Tapered Element Oscillating Monitor – Filter Dynamic Measurement System) assure la mesure en temps réel de la concentration en PM10 et PM2.5 sur la station Poitiers centre.

Le TEOM-FDMS permet une estimation directe de la concentration massique des particules atmosphériques à l'aide d'une mesure gravimétrique. Cette dernière est basée sur la variation de fréquence d'un élément oscillant sur lequel est placé un filtre. Les aérosols échantillonnés sont impactés sur ce filtre. La fréquence de l'élément oscillant est directement liée à la masse de particules impactées.

Dans le cadre de son utilisation pour la surveillance réglementaire des PM2,5 et PM10, le TEOM-FDMS est défini comme équivalent à la méthode de référence gravimétrique (NF EN 12341). Atmo Nouvelle-Aquitaine n'est pas accrédité COFRAC pour ce type de mesure.

1.2.3. Mesure automatique en continue du Black Carbon (AE33)

L'Aethalomètre permet la détermination des propriétés d'absorption des aérosols à partir de mesure de l'atténuation d'un filtre (entre l'intensité lumineuse incidente et l'intensité lumineuse après le filtre) sur lequel les particules viennent s'impacter. L'atténuation mesurée est directement reliée à la masse de black carbon. La mesure de l'atténuation dépend de la longueur d'onde utilisée, l'AE33 réalise des mesures d'atténuation pour 7 longueurs d'ondes différentes.

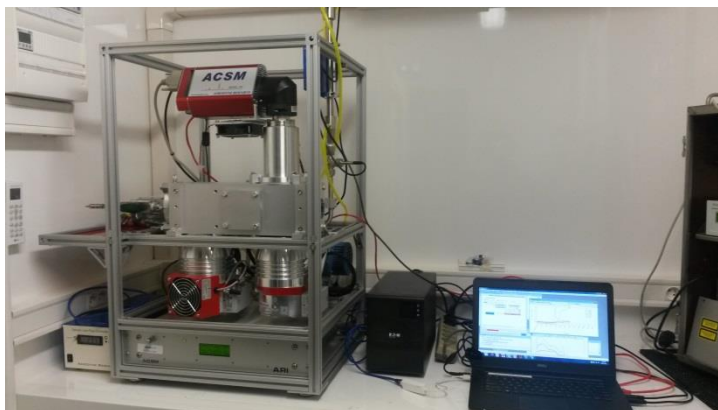


Le Black Carbon (BC) mesuré est déconvolué en BCbb (combustion de biomasse) et BCff (combustion de fuel fossile) en se basant sur la différence du signal d'absorption en proche IR et en UV. En effet, dans les longueurs d'onde proches de l'UV, certaines molécules organiques contribuent à l'augmentation de l'absorption mesurée par l'Aethalomètre. Ces molécules, souvent regroupées sous le terme « *Brown Carbon* », sont supposées être majoritairement liées au chauffage au bois (Kochbach et al., 2006). Ainsi, les mesures d'absorptions à différentes longueurs d'onde permettent d'estimer la contribution de deux sources de combustion majoritaires en zone urbaine en France, le chauffage au bois et le trafic automobile.

Atmo Nouvelle-Aquitaine n'est pas accrédité COFRAC pour ce type de mesure.

1.2.4. Mesure automatique en continue de la composition chimique des particules par spectrométrie de masse (ACSM)

Développé par la société Aerodyne Res. Inc. (Billerica, MA, USA), l'*Aerosol Chemical Speciation Monitor* (ACSM) est un spectromètre de masse aérosol qui a été créé sur la base de l'instrument AMS (*Aerosol Mass Spectrometer*) afin de permettre une mesure rapide des composantes chimiques majeures des particules submicroniques non-réfractaires (**OM**, **NO₃⁻**, **SO₄²⁻**, **NH₄⁺**, **Cl⁻**) dans une optique de fonctionnement en continue.



L'aérosol est échantillonné à 3 L/min jusqu'à l'instrument, puis sous-échantillonné à travers une lentille de focalisation. Cette dernière sélectionne

les particules suivant leurs tailles avec une efficacité de 100% entre 150 et 450 nm et au-dessus de 50% dans la gamme 100-700 nm. Par approximation, on suppose que l'ACSM est représentatif de la fraction PM₁ des aérosols.

La lentille focalise le flux de particules qui vient s'impacter sur un cylindre en tungstène chauffé à 600°C. Les particules non-réfractaires sont alors immédiatement vaporisées, puis ionisées par impact électronique. Les fragments obtenus sont finalement séparés par quadripôle.

La détection s'effectue par la mesure de signal électrique des fragments arrivant sur le détecteur, constituant ainsi des spectres de masse. Ces derniers sont convertis en signaux relatifs aux espèces à l'aide d'une table de fragmentation. La table de fragmentation est une combinaison linéaire des signaux sur chaque m/z, où les contributions ont été préalablement définies expérimentalement.

Atmo Nouvelle-Aquitaine n'est pas accrédité COFRAC pour ce type de mesure.

1.2.5. Analyses différées des prélèvements journaliers de particules sur filtre (DA80)

Depuis plusieurs années, ATMO Nouvelle-Aquitaine participe au programme national CARA, piloté par le LCSQA en étroite collaboration avec les AASQA et des laboratoires universitaires. Ce programme cherche à répondre au besoin de compréhension et d'information sur l'origine des épisodes de pollution particulaire. En dressant la spéciation chimique des échantillons de particules atmosphériques prélevées en plusieurs points en France, il détermine notamment les principales sources de particules fines, afin d'aider à l'élaboration de plans d'actions adaptés.

Dans le cadre du programme CARA, des prélèvements journaliers sur filtres sont effectués par haut débit (30 m³/h) DA80 sur la fraction PM10 des particules pour l'analyse :

» **des aérosols carbonés :**

- EC, OC

» **des espèces ioniques :**

- Chlorure (Cl⁻)
- Nitrate (NO₃⁻)
- Sulfate (SO₄²⁻)
- Oxalate (C₂O₄)
- Calcium (Ca²⁺)
- Sodium (Na⁺)
- Ammonium (NH₄⁺)
- Potassium (K⁺)
- Magnésium (Mg²⁺)

» **des acides organiques :**

- Acide méthylsulfonique (ou methansulfonic acid (MSA) (CH₄O₃S)

» **des sucres et polyols**

- arabitol
- sorbitol
- mannitol
- levoglucosan
- mannosan
- galactosan
- glucose



1.3. Bilan des mesures des particules PM10 et PM2.5 sur la Communauté Urbaine de Bordeaux

La mesure de la masse des particules PM10 et PM2.5 est assurée sur Bordeaux- Talence via 2 TEOM-FDMS. Les mesures des autres stations de mesure de la ville sont présentées pour servir de base de comparaison.

		Grand Parc	Talence	Bastide	Gambetta	Bassens	Merignac	Seuils réglementaires		
		Fond	Fond	Traf.	Traf.	Fond.	Traf	type	seuil	limite
Particules fines (PM10)	moyenne annuelle $\mu\text{g}/\text{m}^3$	19	19	20	23	17	18	objectif de qualité	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	nombre de dépassements de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne journalière	6	9	8	8	6	7	valeur limite	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
Particules très fines (PM2,5)	moyenne annuelle $\mu\text{g}/\text{m}^3$		12			13		objectif de qualité	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
								valeur cible	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
								valeur limite	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	

Table 1 : Bilan réglementaire – Bordeaux - 2017

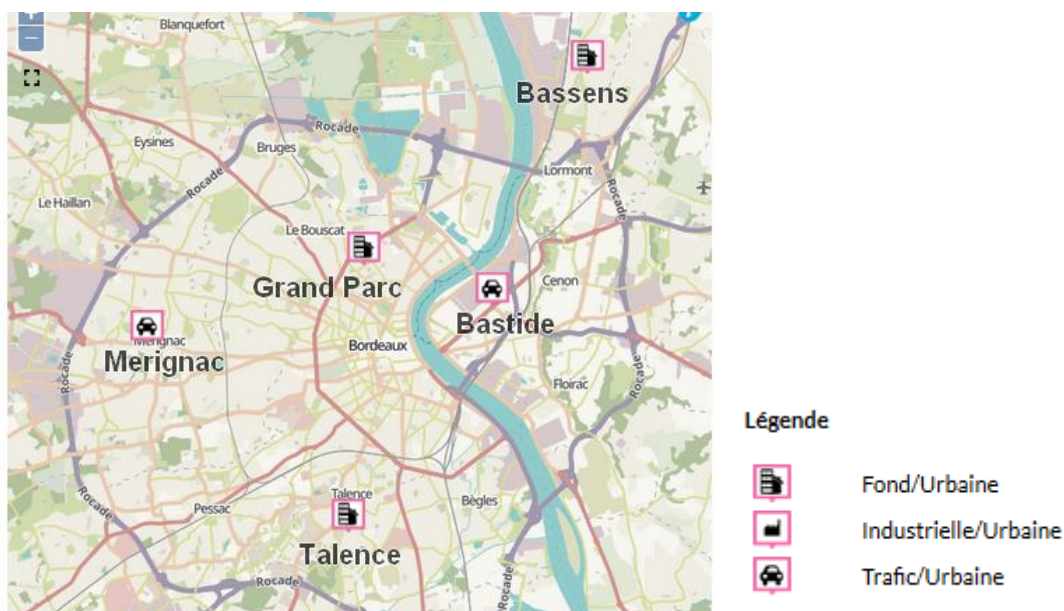


Figure 2 : Dispositif de mesure des PM10 et PM2.5 sur la Communauté Urbaine de Bordeaux (CUB)

En 2017, les valeurs limites pour les PM10 et PM2.5 étaient largement respectées sur la CUB. Seul l'objectif de qualité est dépassé pour les PM2.5 (12 et 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ au lieu de 10).

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

Les concentrations sont sensiblement plus élevées sur les stations trafics de Bastide et de la place Gambetta, reflétant l'impact local du trafic routier en proximité sur la présence des particules PM10.

PM10 du 2017-01-01 au 2017-12-31

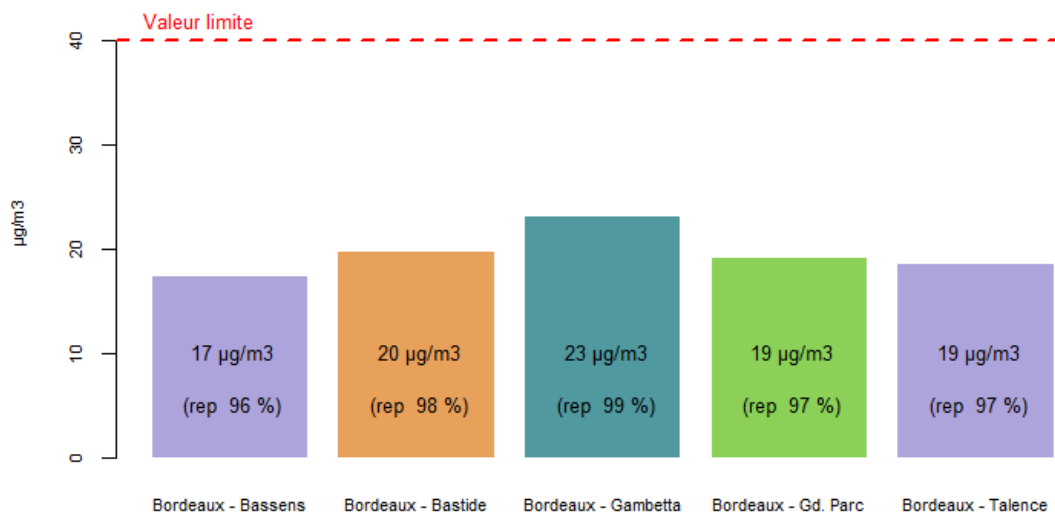


Figure 3 : Moyennes annuelles et taux de fonctionnement - PM10 – Bordeaux - 2017

Moyennes journalières PM10 du 2017-01-01 au 2017-12-01

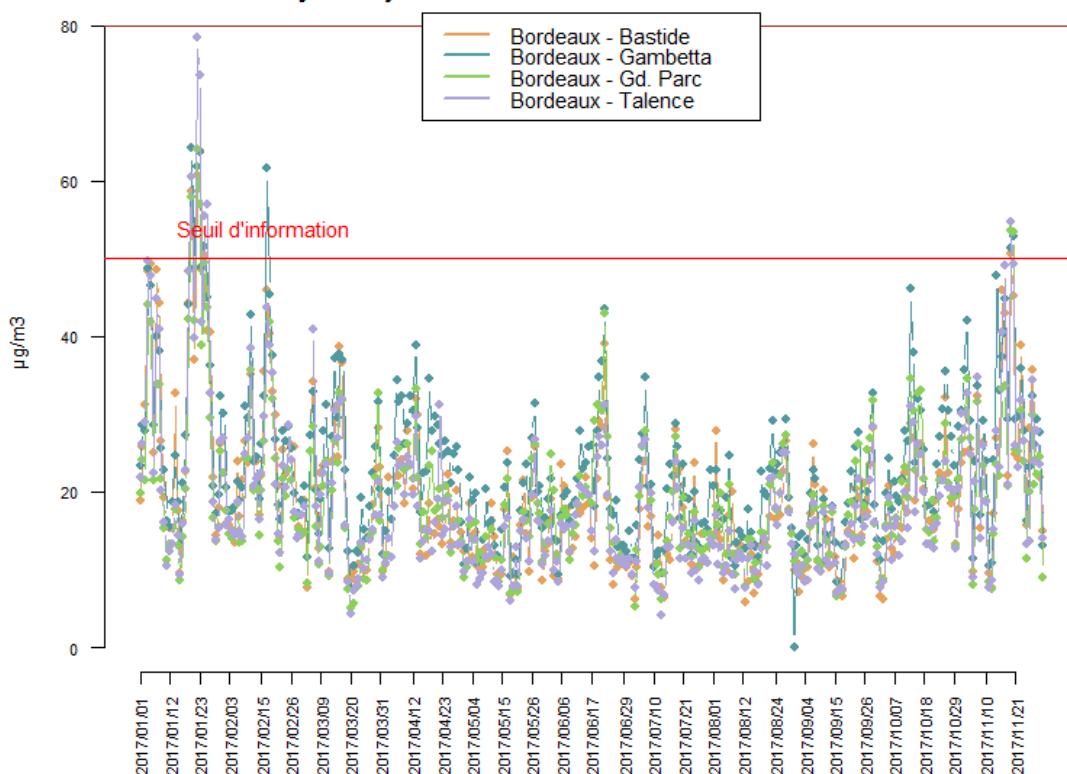


Figure 4 : Moyennes journalières sur Bordeaux - PM10 – 2017

Les valeurs réglementaires établies à partir de moyennes annuelles ne permettent pas de rendre compte des disparités saisonnières.

On observe une évolution saisonnière des concentrations, avec des valeurs classiquement plus élevées en hiver en raison d'émissions supplémentaires liées entre autres au chauffage et à des conditions climatiques plus favorables à l'accumulation des polluants.

En 2017, plusieurs dépassements du seuil d'information/recommandations ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ont été mesurés dans les premiers et les derniers mois de l'année.

Bien que le seuil des $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ n'ait pas été dépassé en janvier, la procédure d'alerte a été déclenchée en raison du caractère persistant de l'évènement.

Le tableau ci-dessous récapitule les procédures d'informations/recommandations (PIR) et d'alerte (PAL) déclenchées sur le département de la Gironde pour les PM10 en 2017.

Mois	Date	Gironde
Janvier	05/01/17	PIR PM10
	06/01/17	PIR PM10
	20/01/17	PIR PM10
	21/01/17	PIR PM10
	22/01/17	PIR PM10
	23/01/17	PAL PM10
	24/01/17	PAL PM10
	25/01/17	PAL PM10
	26/01/17	PAL PM10
Octobre	17/10/17	PIR PM10
Novembre	20/11/17	PAL PM10
Décembre	06/12/17	PIR PM10

Tableau 1 : Procédures d'information/recommandations (PIR) et d'alerte (PAL) PM10 déclenchées sur la Gironde en 2017

La part des particules inférieures à $2.5 \mu\text{m}$ (PM2.5) dans les PM10 varie aussi au cours de l'année (Figure 5), illustrant l'évolution au cours de l'année des sources contributrices et de la composition des particules associées.

La part des PM2.5 en particulier augmente durant les mois les plus froids, en raison de la présence des particules liées à la combustion pour le chauffage ; ces dernières sont majoritairement de diamètre inférieur à $1 \mu\text{m}$ et font donc partie des PM2.5.

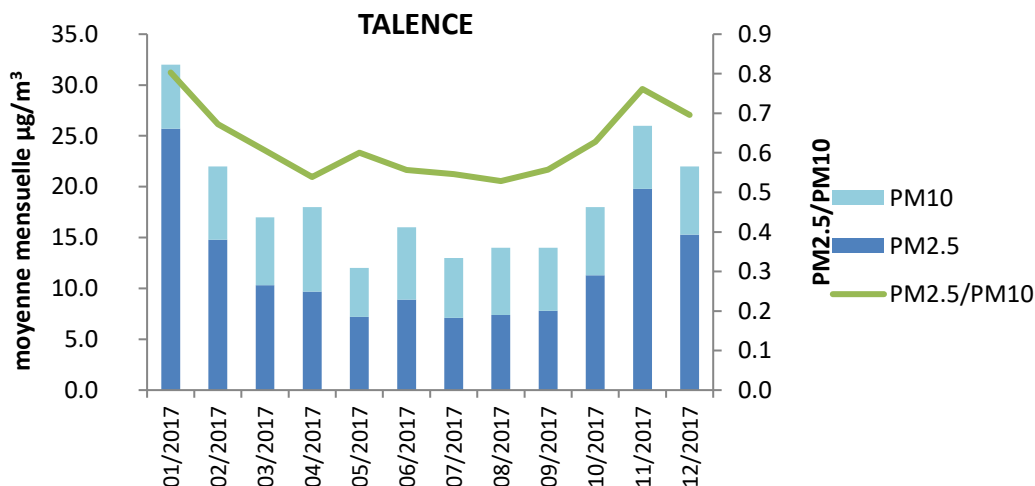


Figure 5 : Moyennes mensuelles PM10 et PM2.5 – TALENCE- 2017

1.4. Bilan des mesures des particules PM10 et PM2.5 sur la Communauté Urbaine de Grand Poitiers

La mesure de la masse des particules PM10 et PM2.5 est assurée sur Poitiers - Augouard via 2 TEOM-FDMS. Les mesures des autres stations de mesure de la ville sont présentées pour servir de base de comparaison. (Nb : la station de la rue Le Nain ne fait pas à l'heure actuelle partie du réseau de mesures permanent, mais a fonctionné tout au long de l'année 2017).

		Couronneries	Augouard	Av de la Libération	Rue Le Nain - Porte de Paris	Seuils réglementaires		
		Fond	Fond	Traf.	Traf.	type	seuil	limite
Particules fines (PM10)	moyenne annuelle $\mu\text{g}/\text{m}^3$	15	18	23	25	objectif de qualité	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
						valeur limite	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
	nombre de dépassements de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne journalière	5	6	9	12	valeur limite	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	pas plus de 35 dépassements
Particules très fines (PM2,5)	moyenne annuelle $\mu\text{g}/\text{m}^3$		11			objectif de qualité	10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
						valeur cible	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
						valeur limite	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	

Table 2 : Bilan réglementaire – Bordeaux – 2017

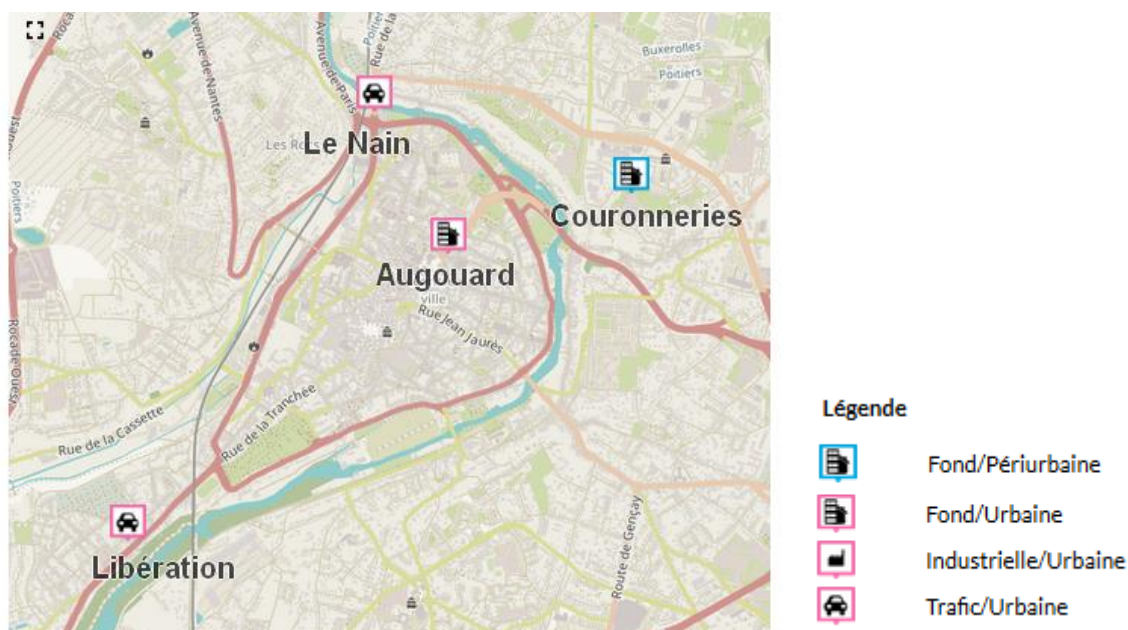


Figure 6 : Dispositif de mesure des PM10/PM2.5 sur la Communauté Urbaine de Grand Poitiers

En 2017, les valeurs limites pour les PM10 et PM2.5 étaient largement respectées sur Grand Poitiers. Seul l'objectif de qualité est dépassé pour les PM2.5 (11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ au lieu de 10).

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

Les concentrations sont sensiblement plus élevées sur les stations trafics avenue de la Libération et Porte de Paris, reflétant l'impact local du trafic routier sur la présence des particules PM10.

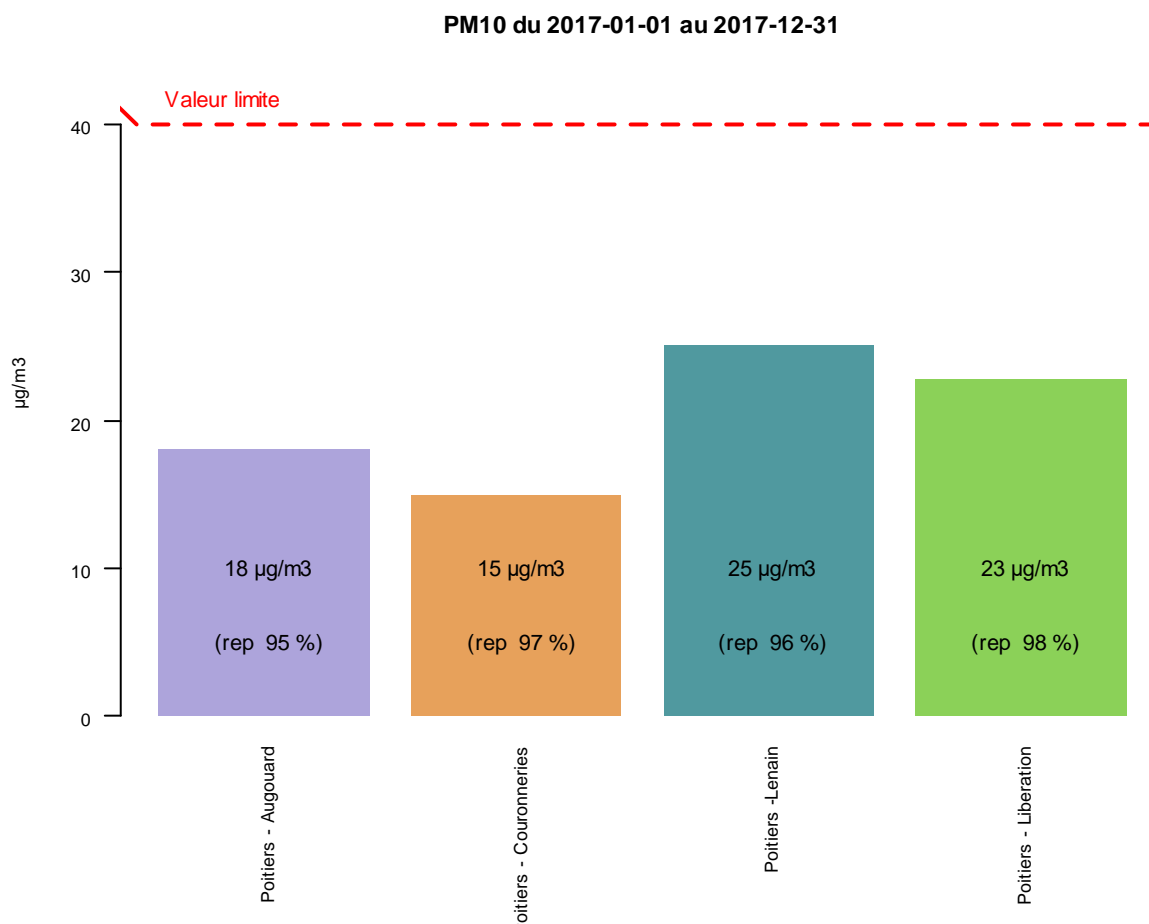


Figure 7 : Moyennes annuelles et taux de fonctionnement - PM10 – Poitiers - 2017

Les valeurs réglementaires établies à partir de moyennes annuelles ne rendent pas compte des disparités saisonnières et des épisodes de pics de pollution. En 2017, plusieurs dépassements du seuil d'information/recommandations ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et du seuil d'alerte ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ont eu lieu au mois de janvier sur la Vienne.

Contrairement à la Gironde, il n'y a pas eu de déclenchement sur les derniers mois de l'année, bien que les concentrations aient alors également fortement augmenté. Un dépassement du $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est même observé sur la station trafic de l'avenue de la Libération. Ce dépassement n'a pas donné lieu à un déclenchement car seuls les niveaux de fond sont pris en compte dans les dépassements de seuils.

Moyennes journalières PM10 du 2017-01-01 au 2017-12-31

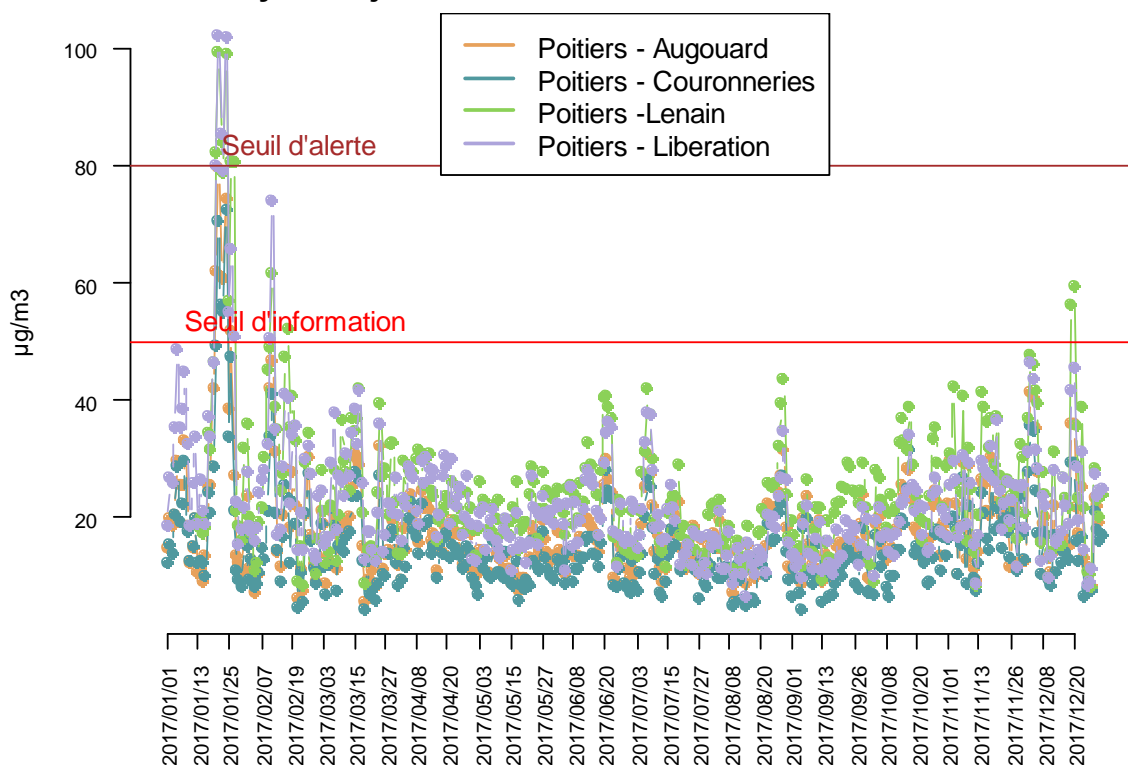


Figure 8 : Moyennes journalières sur Poitiers - PM10 – 2017

On observe une évolution saisonnière classique des concentrations, avec des valeurs plus élevées en hiver en raison d'émissions supplémentaires liées entre autres au chauffage et à des conditions climatiques plus favorables à l'accumulation des polluants.

Le tableau ci-dessous récapitule les déclenchements de procédures d'informations/recommandations (PIR) et d'alerte (PAL) pour les PM10 sur le département de la Vienne en 2017.

Mois	Date	Vienne
Janvier	20/01/17	PIR PM10
	21/01/17	PIR PM10
	22/01/17	PAL PM10
	23/01/17	PAL PM10
	24/01/17	PAL PM10
	25/01/17	PAL PM10

Tableau 2 : Procédures d'information/recommandations (PIR) et d'alerte (PAL) PM10 déclenchées sur la Vienne en 2017

La part des particules inférieures à 2.5 µm (PM2.5) dans les PM10 varie aussi au cours de l'année, illustrant l'évolution au cours de l'année des sources contributrices et de la composition des particules associées.

Le profil mensuel de Poitiers est très similaire à celui de Bordeaux-Talence (Figure 5), et ce malgré la distance entre les deux sites. Le rapport PM2.5/PM10 moyen annuel, de 0.6, est identique sur les deux sites, traduisant une relative homogénéité dans la composition des particules en zone urbaine.

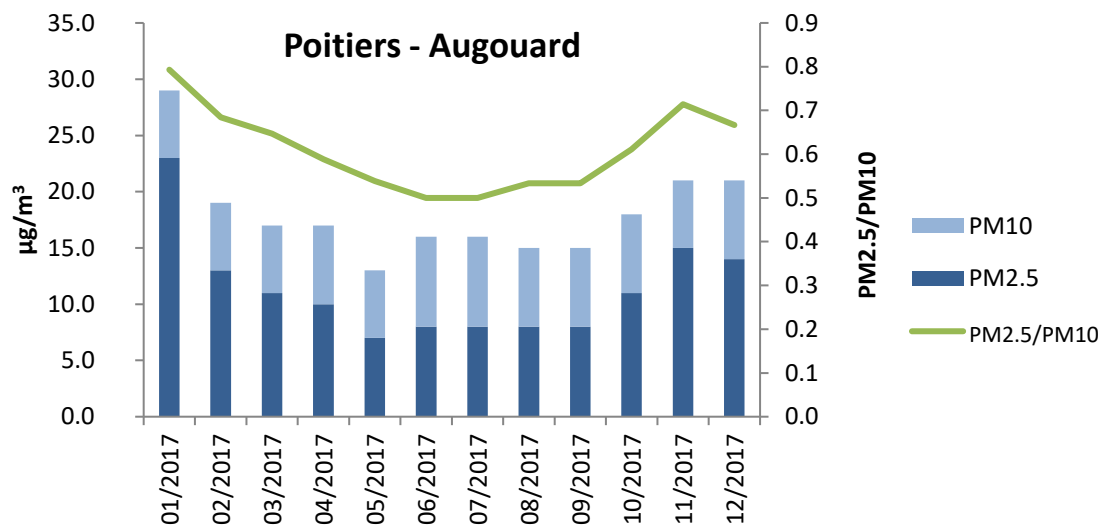


Figure 9 : Moyennes mensuelles PM10 et PM2.5 – Poitiers-Augouard- 2017

2. Contribution des sources de combustion aux concentrations de particules fines

L'étude des sources de combustion par la mesure du Black Carbon (BC – AE33) se base sur deux hypothèses :

- Le BC n'est émis que par combustion de la matière fossile ou de la biomasse
- La matière organique présente des propriétés d'absorption spécifique dans l'Ultraviolet qui permet de différencier les deux origines : **BCff, principalement associée en zone urbaine au trafic routier** et **BCwb principalement associée en zone urbaine au chauffage au bois.**

Estimation des concentrations de particules liées à la combustion à partir de la mesure du Black Carbon : En utilisant un rapport moyen BC/PM issu de la bibliographie pour chacun des 2 sources, on estime les concentrations de particules issues de la combustion de bois et du trafic à partir des mesures de BC.

Sur Talence et Poitiers, les coefficients utilisés sont :

- PMwb (particules PM2.5 liées à la combustion du bois) = 10 x BCwb
- PMff (particules PM2.5 liées au trafic) = 2 x BCff

Les valeurs de PMff et PMwb doivent être vues comme des ordres de grandeurs entachés d'une forte incertitude associée aux coefficients de conversion moyens utilisés. Elles permettent néanmoins d'appréhender de manière plus concrète la contribution des sources de combustion aux concentrations de particules présentes dans l'air.

2.1. Les particules issues des sources de combustion

2.1.1. Mesures sur Talence

Les deux graphiques suivants représentent les concentrations horaires de PMff et PMwb mesurées tout au long de l'année 2017 sur Talence.

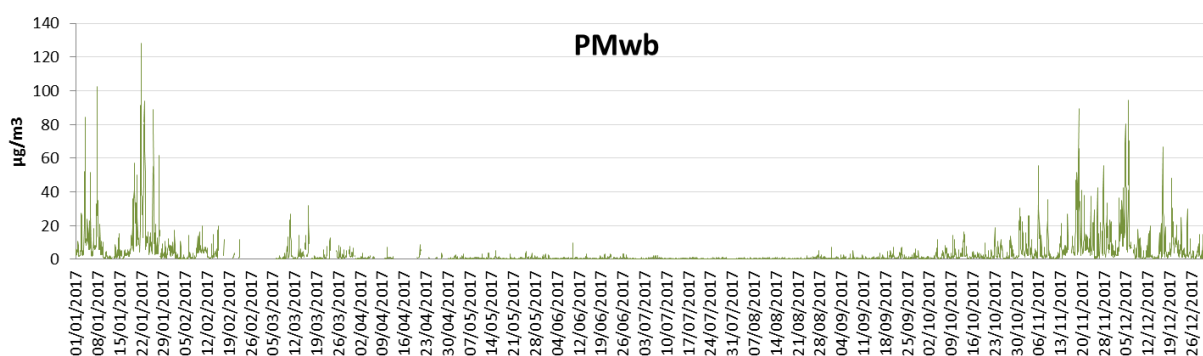


Figure 10 : Particules liées à la combustion du bois sur Talence- 2017

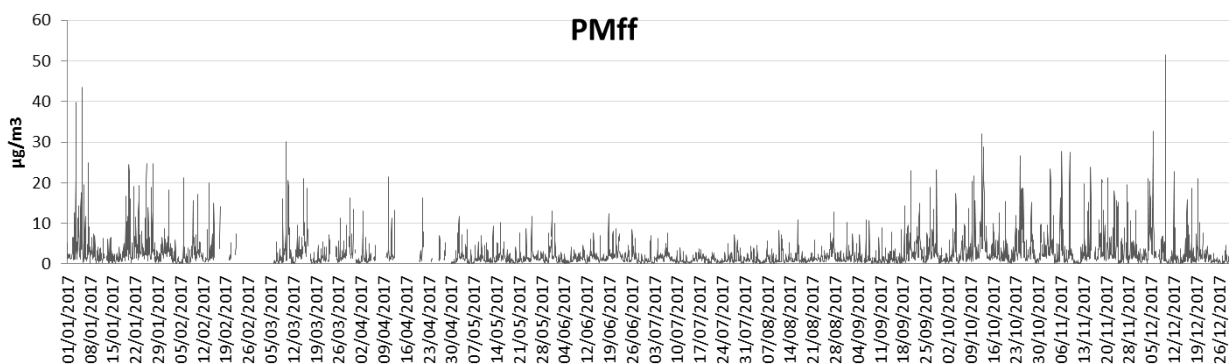


Figure 11 : Particules liées à la combustion de combustibles fossiles sur Talence - 2017

Alors que les concentrations de PMff sont présentes toutes l'année, avec une variabilité élevée liée à la variabilité du trafic, les concentrations de PMwb, issue de la combustion de bois sont nettement plus élevées durant la période hivernale, du mois de septembre au mois d'avril, qui correspond à la période de chauffage.

Bien que la variabilité saisonnière de PMff soit moins marquée, on constate également des valeurs un peu plus élevées pendant les mois les plus froids qui s'explique principalement par l'impact des conditions météorologiques, plus favorables à l'accumulation des polluants durant la période hivernale.

2.1.2. Mesures sur Poitiers

Les deux graphiques suivants représentent les concentrations horaires de PMff et PMwb mesurées tout au long de l'année 2017 sur Poitiers.

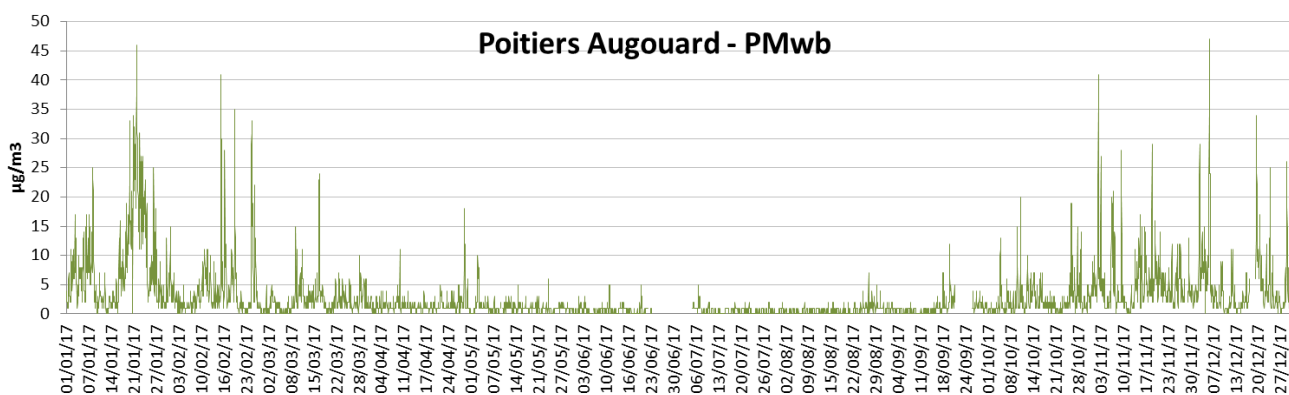


Figure 12 : Particules liées à la combustion du bois sur Poitiers- 2017

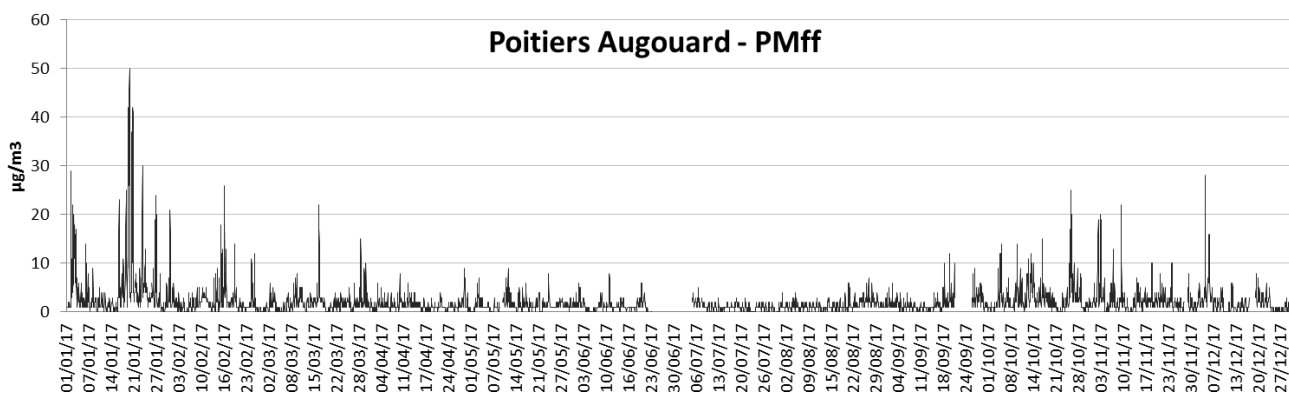


Figure 13 : Particules liées à la combustion de combustibles fossiles sur Poitiers - 2017

Les concentrations de PMwb sont globalement plus faibles sur Poitiers que sur Bordeaux, malgré des températures plus froides associés à des besoins en chauffage potentiellement plus élevés. Les concentrations de PMff sont également globalement plus faibles sur Poitiers, à l'exception de certains pics.

Le comportement PMwb et PMff est similaire sur Poitiers à celui de Bordeaux-Talence.

2.1.3. Bilan des mesures de particules issues des sources de combustion sur Talence et Poitiers

Le graphique suivant représente l'évolution horaire moyenne des PMff, PMwb au cours d'une journée en 2017 sur Poitiers et Talence.

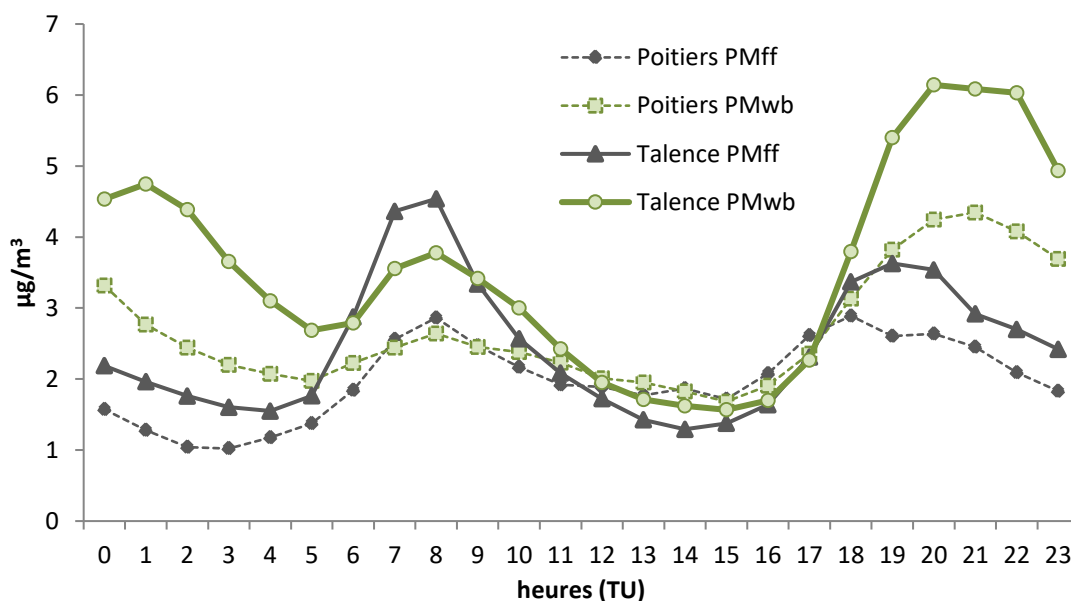


Figure 14 : Profil horaire moyen sur Bordeaux-Talence et Poitiers-Aougard- 2017

L'évolution des concentrations au cours de la journée pour les PMff (Figure 14) est typique d'une influence liée au trafic, avec deux pics journaliers : le matin, plus marqué, et le soir plus étalé. Le profil des PMwb reflète les usages associés au chauffage bois : les appareils de chauffage sont mis en route le soir et fonctionnent une bonne partie de la nuit, où l'on trouve les concentrations de PMwb les plus élevées. Un second pic de moindre importance est observé le matin, il correspond à une nouvelle alimentation matinale des appareils de chauffage.

En moyenne sur l'année, les sources de combustion représenteraient moins de 50% de l'origine des particules mesurées sur le centre de Talence et moins de 45% sur Poitiers. Cette contribution varie fortement selon les saisons; elle est la plus forte durant les mois de novembre à janvier, là où les besoins en chauffage sont les plus importants.

Contrairement aux idées reçues, la combustion de carburant automobile n'est pas la principale source à l'origine des particules présentes dans la pollution de fond urbaine d'une agglomération comme Bordeaux ou Poitiers ; elle représente néanmoins respectivement 20 et 18% des particules à l'échelle annuelle (cf Figure 16).

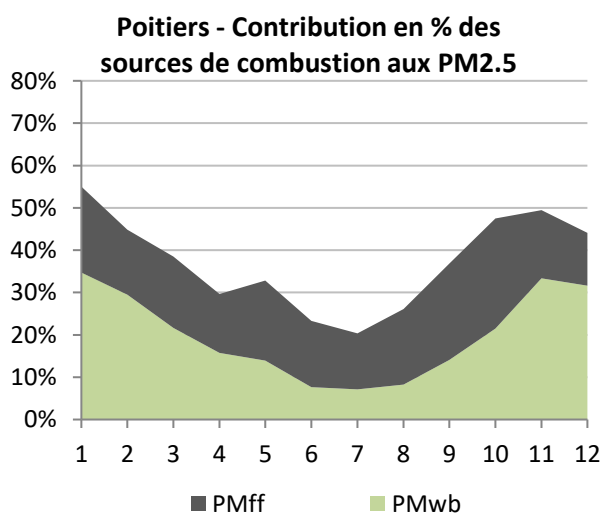
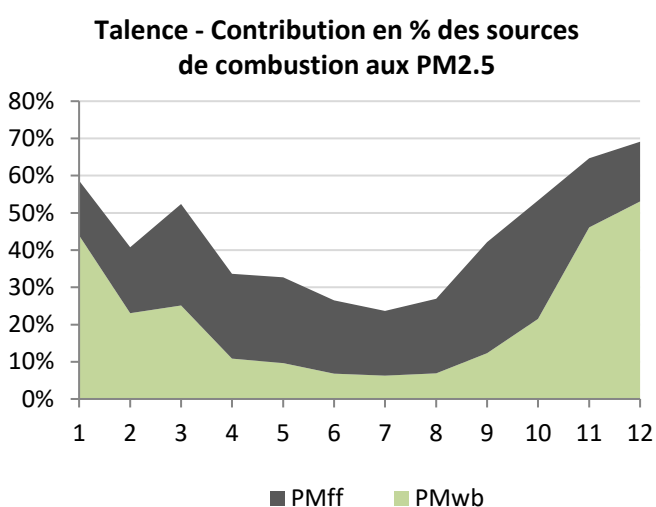
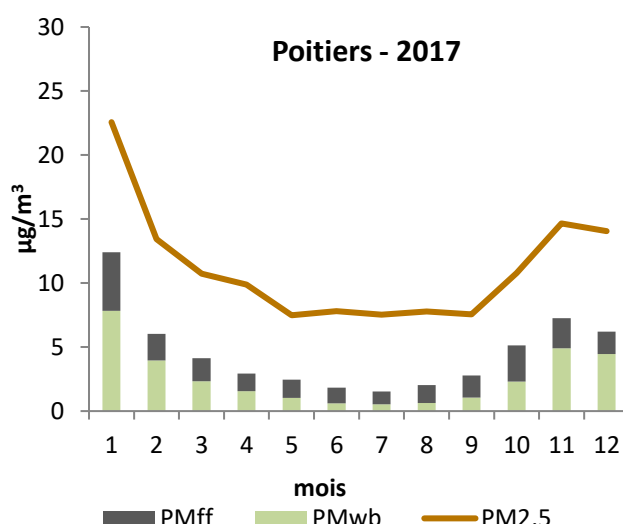
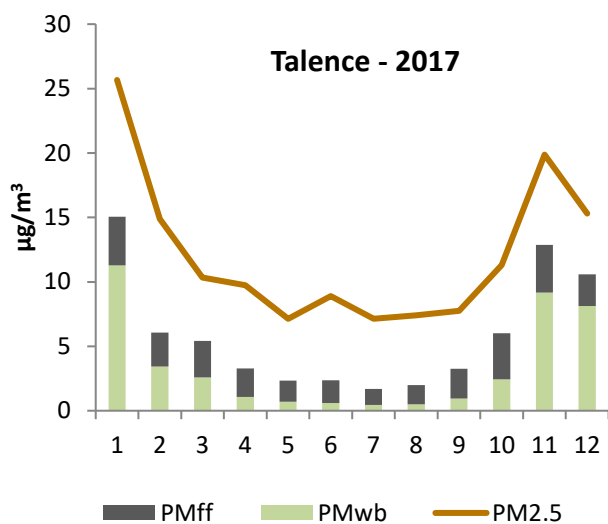
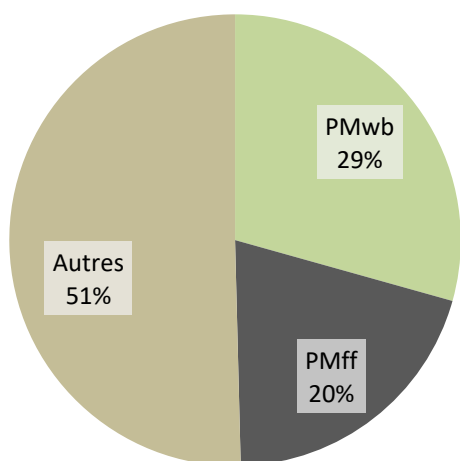


Figure 15 : Profil mensuel moyen et contribution des sources de combustion sur Bordeaux-Talence et Poitiers – 2017

Bordeaux- Talence



Poitiers

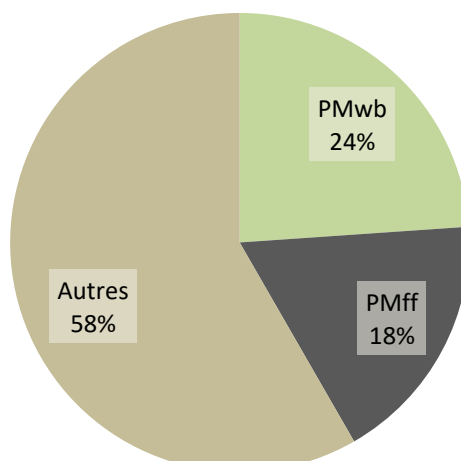


Figure 16 : Contribution moyenne annuelle des sources de combustion au PM2.5 sur Bordeaux Talence et Poitiers – 2017

3. L'ACSM : mesure en continu par spectromètre de masse

L'étude des sources de particules par prélèvement sur filtre est la plus complète puisqu'elle permet l'étude fine de leur composition à travers l'analyse d'une trentaine de composés. Elle présente en revanche plusieurs inconvénients : elle nécessite d'importants moyens humains pour assurer les prélèvements, elle est coûteuse et on ne peut disposer des résultats qu'en différé (plusieurs semaines après le prélèvement). C'est en particulier ce dernier argument qui rend cette méthode peu adaptée à l'aide à la décision en cas d'épisode de pollution.

Pour assurer l'étude de composition et des sources de particules en temps réel, Atmo Nouvelle-Aquitaine a complété l'équipement de la mesure des particules sur 2 sites de la région, à Talence et à Poitiers, par un spectromètre de masse : l'ACSM (Aerosol Chemical Speciation Monitor). L'ACSM permet une mesure en continue des composantes chimiques majeures des particules submicroniques non-réfractaires (OM, NO₃⁻, SO₄²⁻, NH₄⁺, Cl⁻).

Les composés mesurés par l'ACSM ont une représentativité (supra)-régionale, les valeurs mesurées sont applicables à un territoire beaucoup plus vaste que Talence ou Bordeaux, dont l'étendue varie en fonction des épisodes de pollution. Dans ce contexte de large représentativité spatiale, Atmo Nouvelle-Aquitaine et le LCSQA collaborent étroitement pour la mise en œuvre de cet instrument sur ses deux sites.

3.1. Bilan des mesures ACSM

3.1.1. Bilan des mesures ACSM de janvier à décembre 2017 - Talence

Les figures suivantes représentent les concentrations horaires de particules PM2.5, des composés inorganiques et organiques mesurés sur Talence durant l'année 2017.

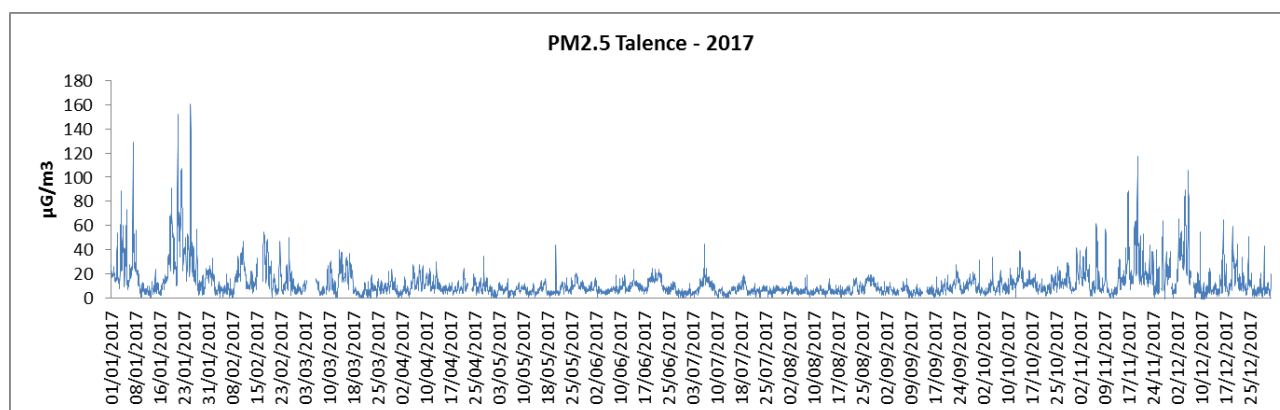
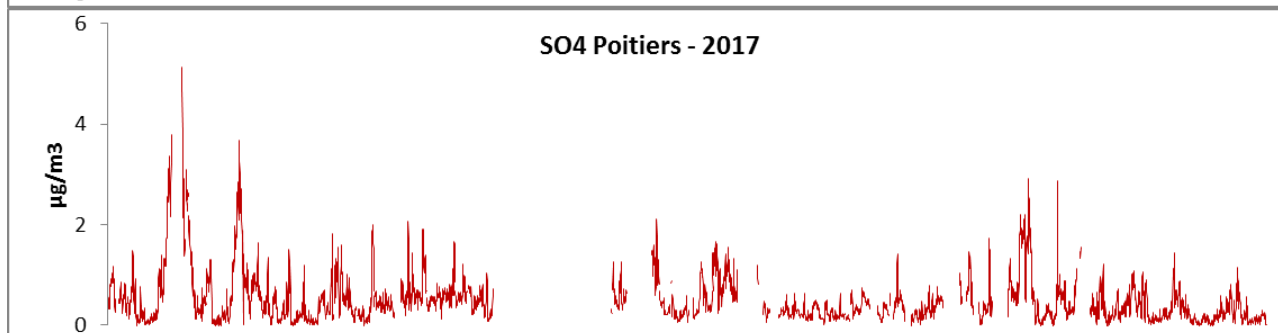
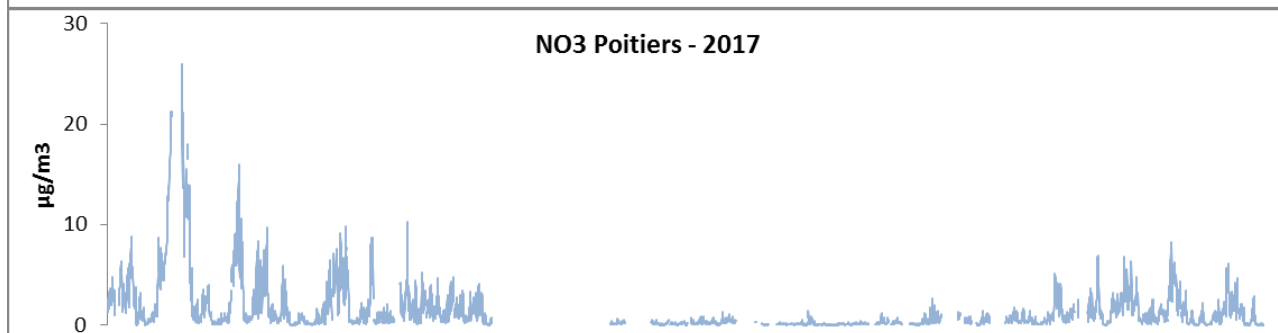
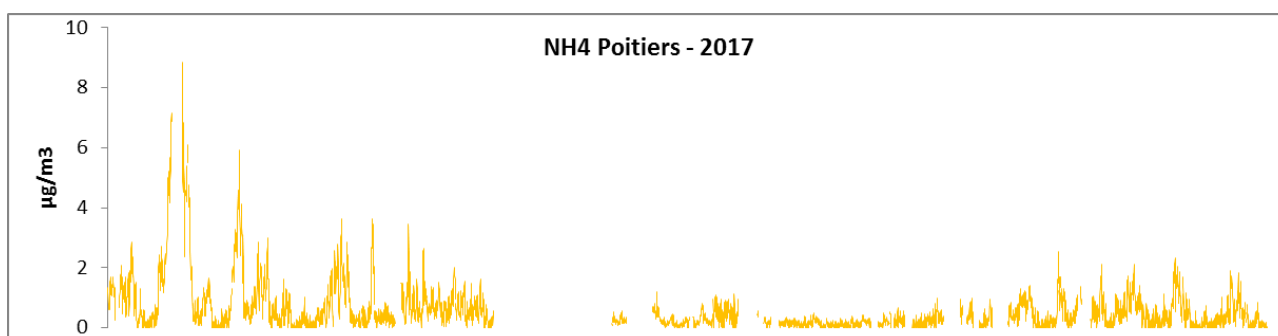
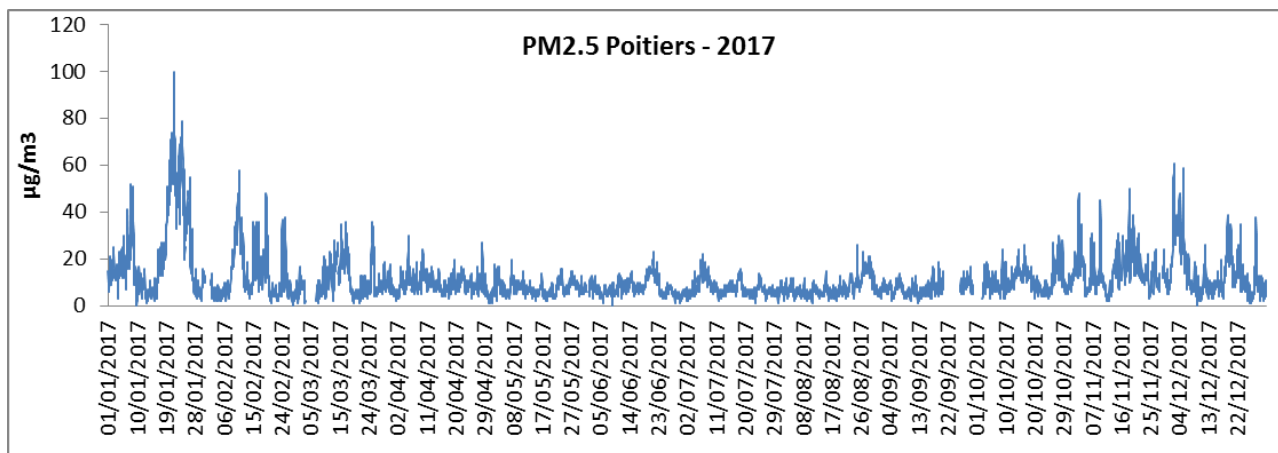


Figure 17 : Concentrations horaires - mesure PM2.5 de janvier à octobre 2017



Figure 18 : Concentrations horaires - mesure ACSM de janvier à décembre 2017-Talence

3.1.2. Bilan des mesures ACSM de janvier à décembre 2017 – Poitiers-Augourd



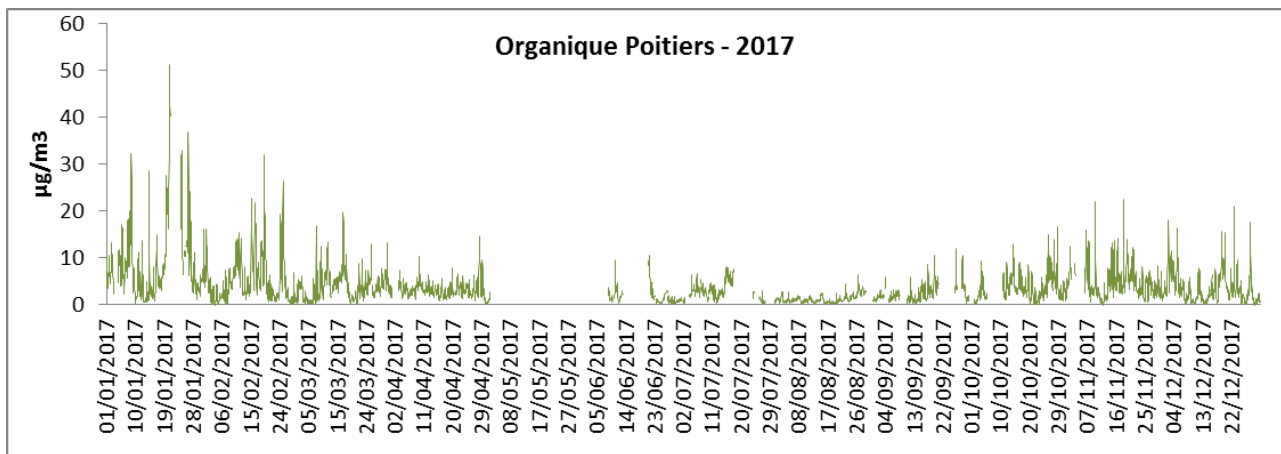


Figure 19 : Concentrations horaires - mesure ACSM de janvier à décembre 2017 – Poitiers

3.1.3. Bilan des données des 2 ACSM de Nouvelle-Aquitaine

L'évolution des valeurs mesurées pour le nitrate et l'ammonium sont très similaires sur Poitiers et Talence au cours de l'année, avec une contribution à la masse des particules près de trois fois plus élevées pour le nitrate (NO_3).

Chaque année, des pics de concentrations très marqués sont régulièrement observés au mois de mars pour le nitrate et l'ammonium. Ils sont à l'origine de déclenchement d'épisodes de pollution récurrents au printemps. L'année 2017 fait exception, ces pics de concentration n'ont pas été observés, il n'y pas eu de déclenchement au mois de mars. On observe néanmoins des concentrations plus élevées pour ces composés semi-volatils durant la période hivernale, là où les basses températures permettent la formation de particules de nitrate d'ammonium.

La matière organique (composés primaires et secondaires) est la première contributrice à la masse des particules parmi les composés mesurés par l'ACSM. Les valeurs les plus élevées ont été mesurées en début d'année, en période de chauffage, mais les valeurs restent importantes tout au long de l'année, même pendant l'été où d'autres sources contribuent à la formation de matière organique : matière végétale, particules organiques secondaires terrestre ou marines, ...

Le chlore mesuré ici est uniquement le chlore non réfractaire ; il ne comprend pas les sels des embruns marins. La provenance la plus probable du chlore non réfractaire est l'industrie ou la combustion de biomasse. Le HCl réagit avec l'ammoniac pour former du chlorure d'ammonium, molécule encore plus volatile que le nitrate d'ammonium. En dehors de quelques pics observés très ponctuellement, la contribution du chlore non réfractaire à la masse des particules est très faible.

Evolution des concentrations au cours de la journée

Le caractère semi-volatil du nitrate et de l'ammonium ou du chlorure d'ammonium se traduit dans l'évolution des concentrations moyennes au cours de la journée (cf : Figure 20 sur Talence); les valeurs les plus élevées correspondent aux heures les plus froides (nuit et surtout début de matinée), à l'inverse, les valeurs les plus faibles sont mesurées dans le milieu de l'après-midi.

Le profil journalier pour la matière organique est influencé par la combustion de biomasse, les valeurs augmentent vers la fin de journée, au moment de la remise en route des moyens de chauffage.

Les amplitudes sont plus fortes sur le site de Talence sur le site de Bordeaux, en raison de températures plus clémentes l'après-midi en Gironde, qui favorise le retour des particules semi-volatiles en phase gazeuse.

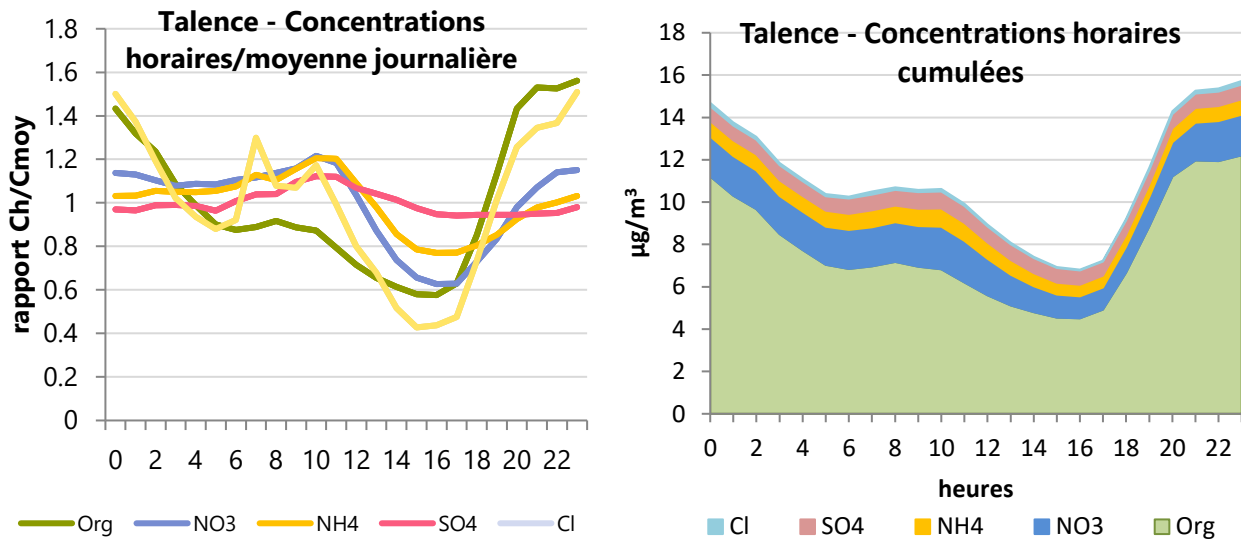
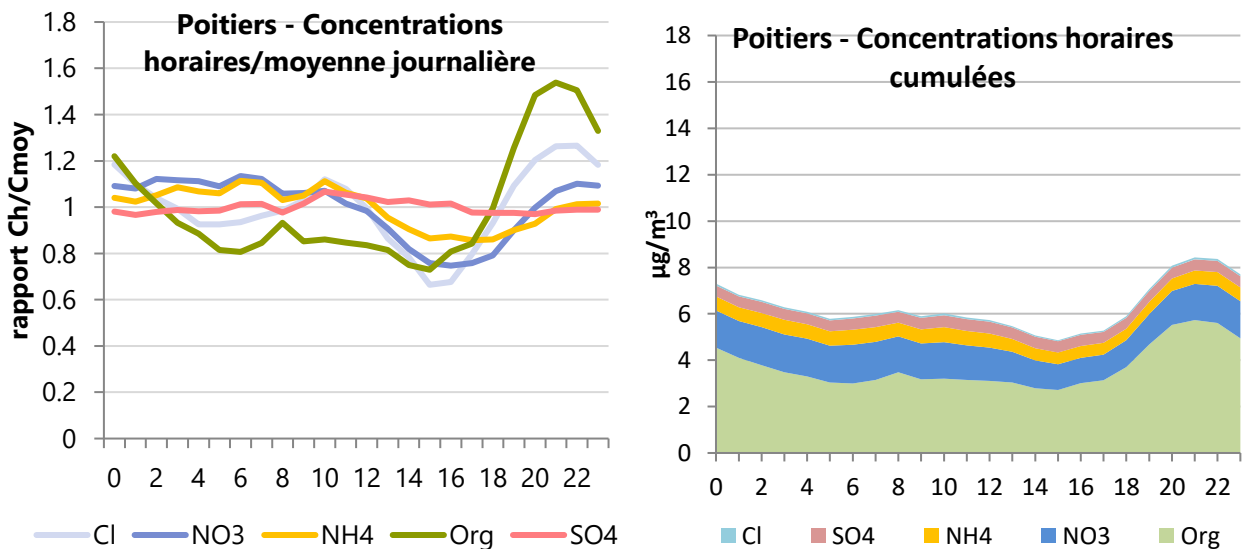


Figure 20 : Profils journaliers moyens – ACSM de janvier à décembre 2017 – Talence



Au bilan sur l'année, les particules de nitrate et sulfate d'ammonium représentent 26% des particules PM2.5 de Talence et 22% des particules PM2.5 de Poitiers.

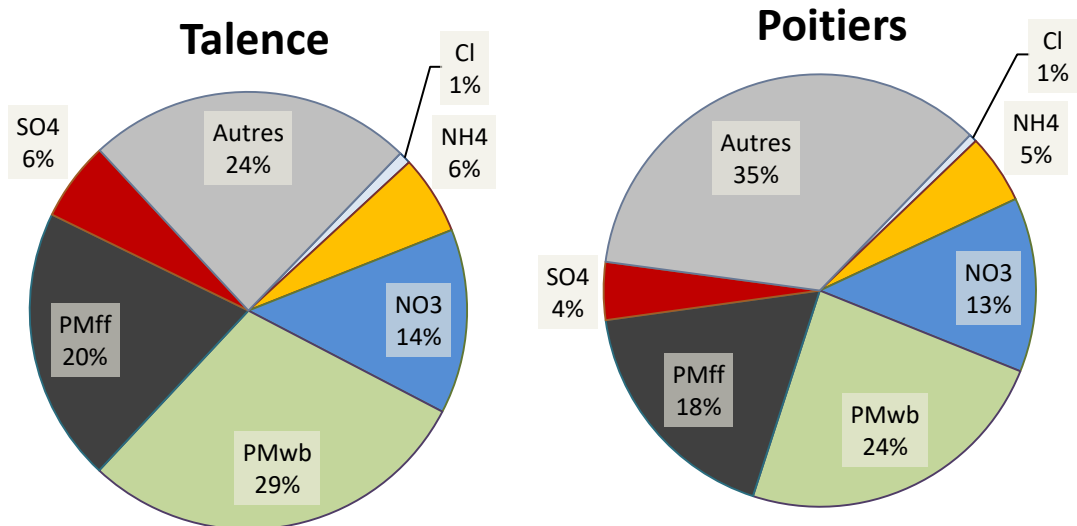


Figure 21 : Bilan annuel de la composition des particules PM2.5 sur Talence et Poitiers

4. Détail d'un épisode de pollution : du 20 au 26 janvier 2017

4.1. Description de l'épisode

En janvier 2017,

- 9 procédures d'information/recommandations ou d'alerte ont été déclenchées sur la Gironde,
- 6 procédures d'information/recommandations ou d'alerte ont été déclenchées sur la Vienne.

Les premiers dépassements ont eu lieu dès le début du mois, les 5 et 6 janvier, mais la période de déclenchement la plus longue de de l'année a eu lieu du 20 au 26 janvier sans discontinuer.

Le tableau suivant récapitule les procédures PM10 déclenchées sur la région en janvier (nb : des procédures liées au SO₂ ont été déclenchées sur la période mais n'apparaissent pas dans ce tableau).

JANVIER 2018												
Déclenchement des procédures PM10 par département												
Date	16	17	19	23	24	33	40	47	64	79	86	87
01/01/17									IS			
02/01/17									PIR			
04/01/17						IS						
05/01/17						PIR						
06/01/17						PIR						
07/01/17							IS					
08/01/17							PIR		PIR			
09/01/17							PIR		PIR			
19/01/17						IS						
20/01/17	PIR	PIR	PIR		PIR	PIR	IS	PIR	PIR	PIR	PIR	
21/01/17	PIR	PIR			PIR	PIR	PIR	PIR	PIR	PIR	PIR	
22/01/17	PIR	PIR				PIR	PIR	PIR		PAL	PAL	
23/01/17	PIR	PIR	PIR	PIR	PIR	PAL	PAL	PIR	PIR	PAL	PAL	PIR
24/01/17	PIR	PIR		PIR	PIR	PAL	PAL	PIR	PIR	PAL	PAL	PIR
25/01/17		PIR				PAL	PAL		PIR	PAL	PAL	
26/01/17						PAL						
27/01/17							IS					

Tableau 3 : Déclenchement des procédures **PM10** par département en janvier 2018

PIR : procédure d'information/ recommandations

PAL : procédure d'alerte

IS : information simplifiée (pas de procédure déclenchée)

Seul l'épisode du 20 au 26 janvier est détaillé par la suite.

Les graphiques suivants représentent les évolutions horaires et journalières pour les deux stations de référence particules : Augouard pour la CU de Grand Poitiers, Talence pour la CU de Bordeaux (nb : les autres

de stations de fond urbain respectives des 2 agglomérations ont des niveaux similaires lors de cet épisode ; pour simplifier la lecture, seules les 2 stations précitées ont été gardées.)

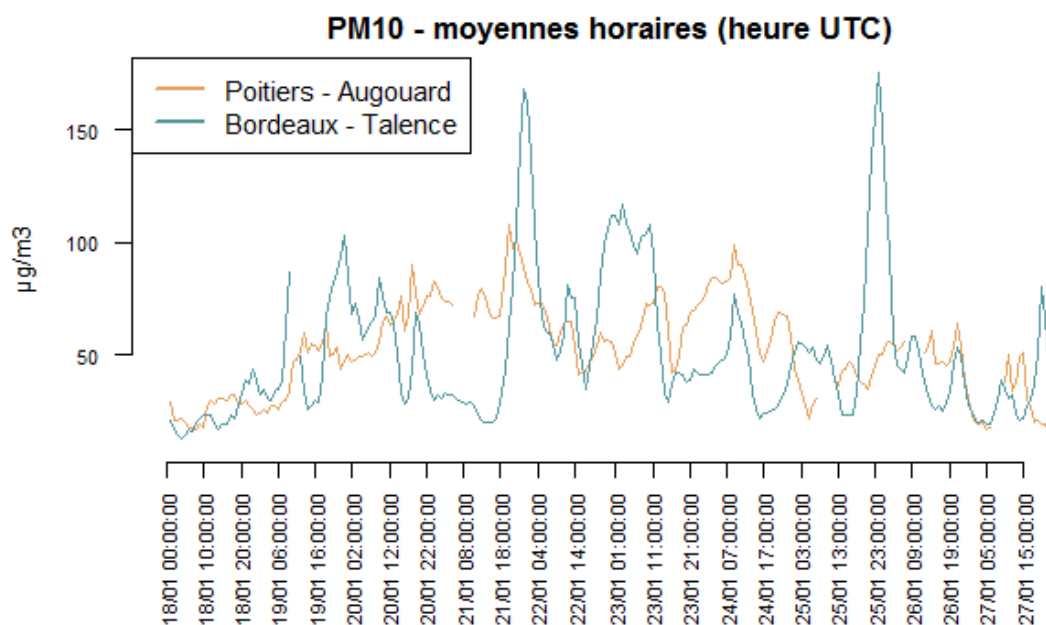


Figure 22 : Concentrations moyennes horaires les stations de Bordeaux-Talence et Poitiers-Augouard du 18 au 28 janvier 2017

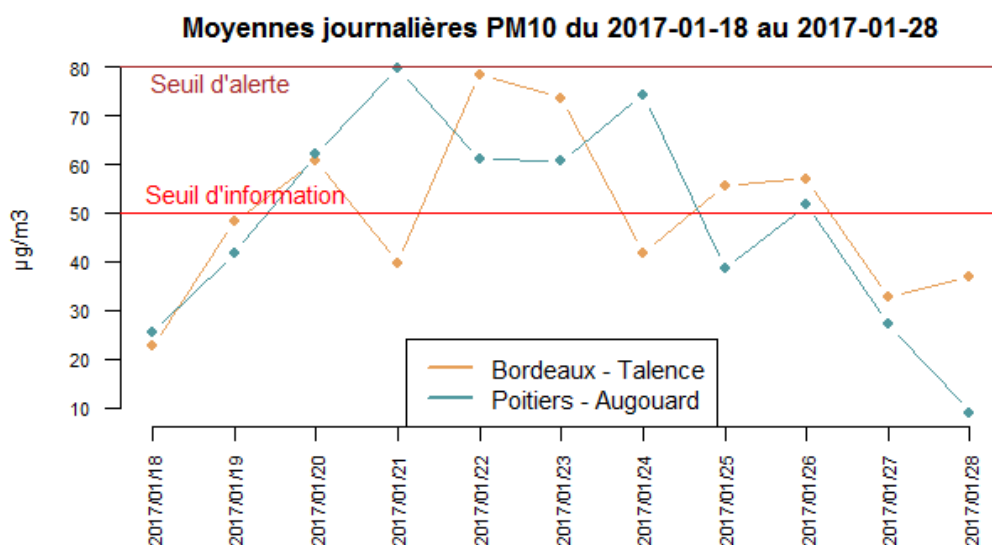


Figure 23 : Concentrations moyennes journalières sur les stations des Bordeaux du 18 au 29 janvier 2017

Les profils de concentrations diffèrent lors de cet épisode sur les 2 CU : les amplitudes quotidiennes sont plus fortes sur bordeaux ; les concentrations augmentent plus fortement la nuit et redescendent plus bas durant la journée.

Durant l'ensemble de l'épisode, les concentrations moyennes journalières des 2 sites n'ont pas dépassé le seuil de 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (seuil d'alerte) et sont même, certains jours, descendues en dessous du seuil de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (seuil d'information/recommandations).

Sur Bordeaux, afin d'assurer la cohérence du message, la procédure d'information/recommandations a été déclenchée en continu du 20 au 22 puis le niveau d'alerte du 23 au 26 janvier en raison de la persistance de

l'évènement. Sur Poitiers, la procédure d'alerte a été déclenchée un jour plus tôt en raison de niveaux plus élevés et s'est achevée le 25/01.

Cet épisode n'était pas spécifique à la région Nouvelle-Aquitaine (Figure 24), il a concerné une bonne moitié nord du pays ainsi que la région Rhône Alpes, particulièrement impactée.

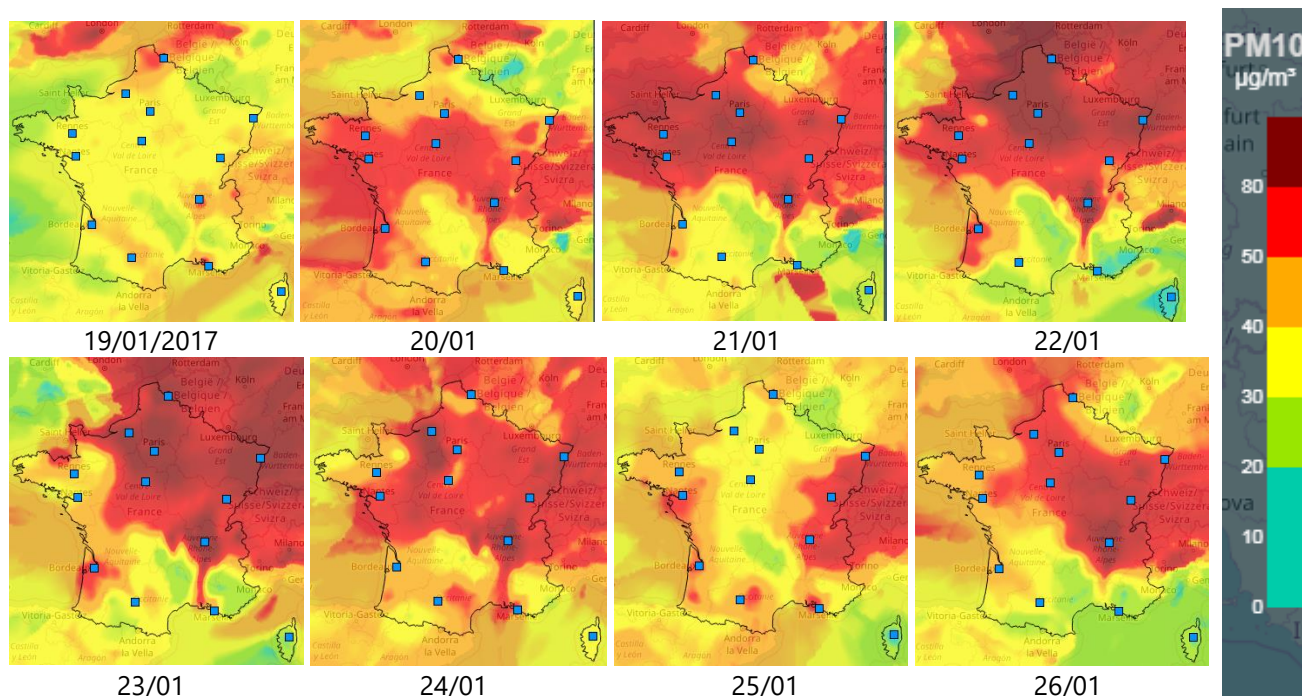


Figure 24 : Cartographies des concentrations moyennes journalières PM10 en France du 19 au 26 janvier 2018 (source : PREVAIR)

Les graphiques suivants représentent les conditions météorologiques mesurées sur Bordeaux et Poitiers (Biard) pendant l'épisode.

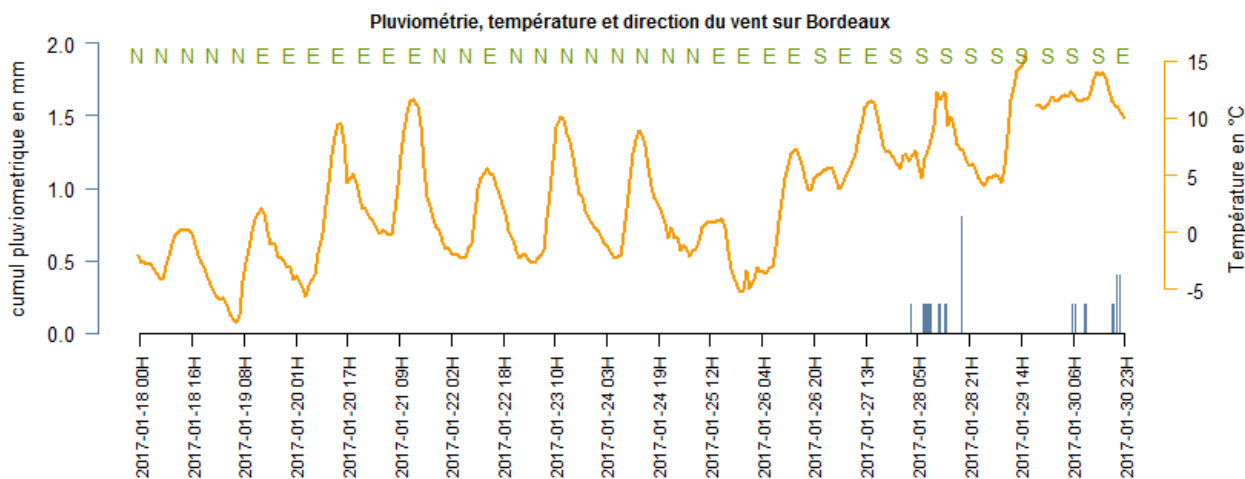


Figure 25 : Pluviométrie, température et direction de vent (en vert) sur Bordeaux du 18/01 au 30/01/2017 (données de mesures Météo-France)

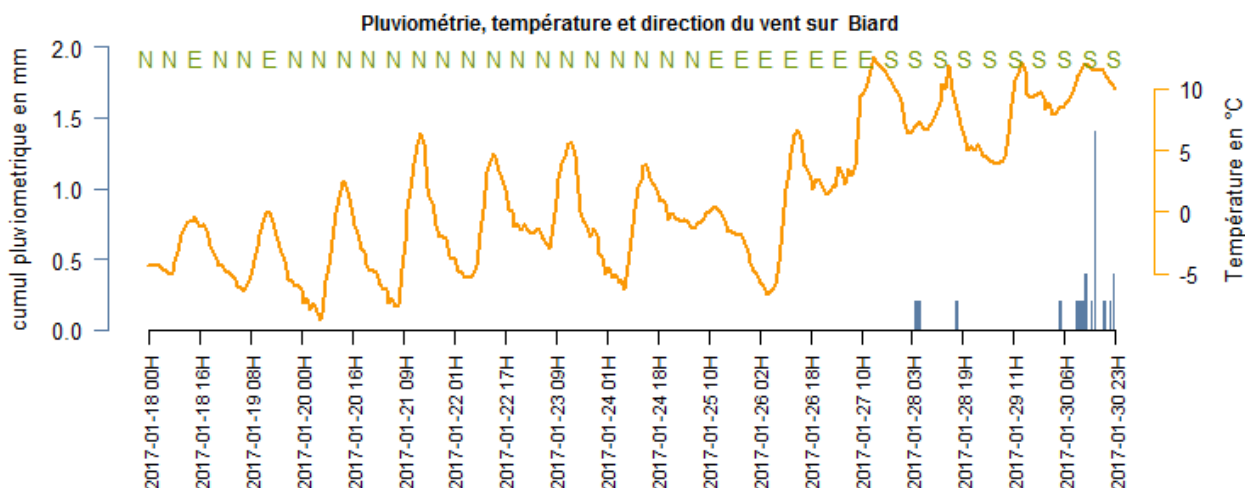


Figure 26 : Pluviométrie, température et direction de vent (en vert) sur Poitiers (Biard) du 18/01 au 30/01/2017 (données de mesures Météo-France)

Durant tout cet épisode, les vents étaient de secteur Nord et Est sur la région. Les températures nocturnes étaient proches de zéro voire parfois même négatives.

L'épisode s'est arrêté lorsque les vents sont passés au secteur sud et que les températures sont remontées au-dessus de 5°C le 27 janvier.

Durant cet épisode, les températures ont été sensiblement plus faibles sur Poitiers que sur Bordeaux.

Durant toute la durée de l'épisode, les hauteurs de couche limite ont été particulièrement peu élevées sur Bordeaux, le plus souvent inférieures à 200 voire 100 mètres. Elles montrent plus de variabilité sur Poitiers, mais sont également dans l'ensemble très peu élevées. En conséquence la couche de mélange pour les polluants était concentrée au niveau du sol, expliquant en grande partie l'augmentation des concentrations et les dépassements observés.

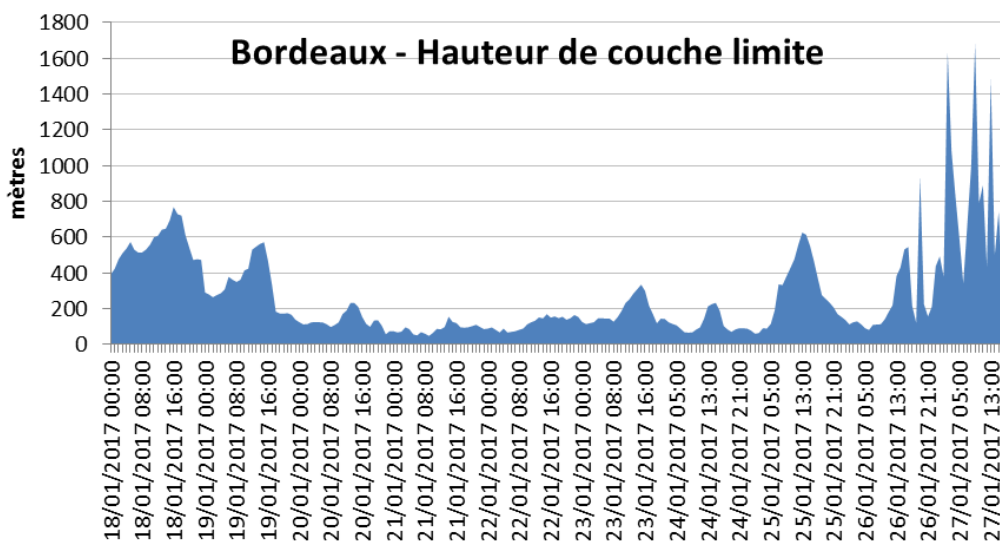


Figure 27 : Hauteur de couche limite sur Bordeaux du 18 au 27 janvier 2017 (Source : Arome MF)

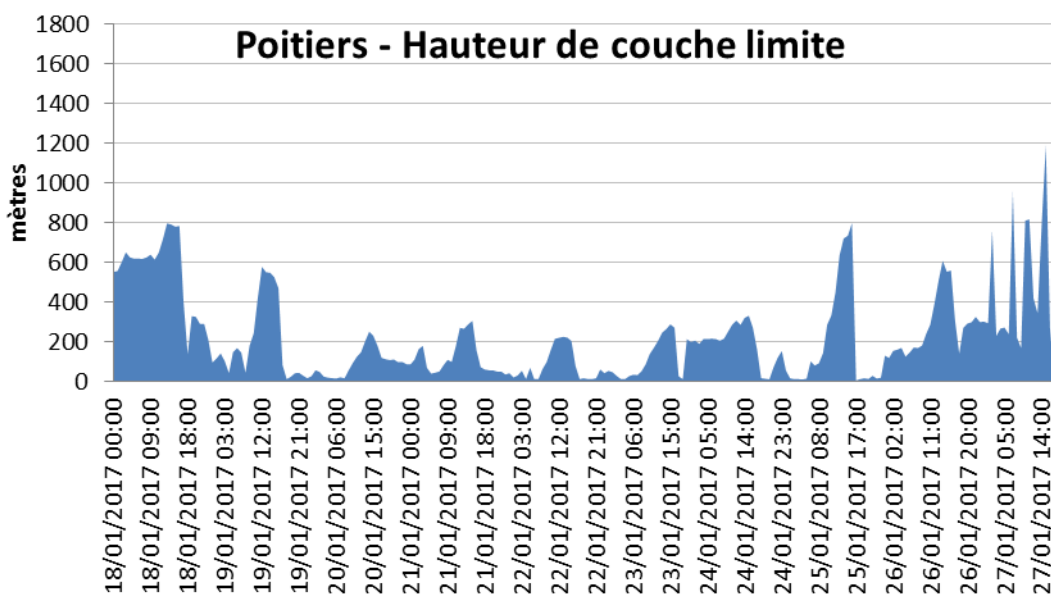


Figure 28 : Hauteur de couche limite sur Poitiers du 18 au 27 janvier 2017 (Source : Arome MF)

4.2. Composition et sources des particules pendant l'épisode

L'épisode de janvier a clairement été marqué par la présence de particules issues de la combustion de biomasse, autrement dit du chauffage au bois.

La contribution est particulièrement forte sur Bordeaux lors des pics des nuits du 21 au 22/01, du 22 au 23 et du 25 au 26. (nb : les données manquantes PMwb et PMff sur les graphiques correspondent à des changements de filtres automatiques sur l'aethalomètre. Pour Poitiers : les données manquantes sur les inorganiques sont liées à une panne de fonctionnement de l'ACSM).

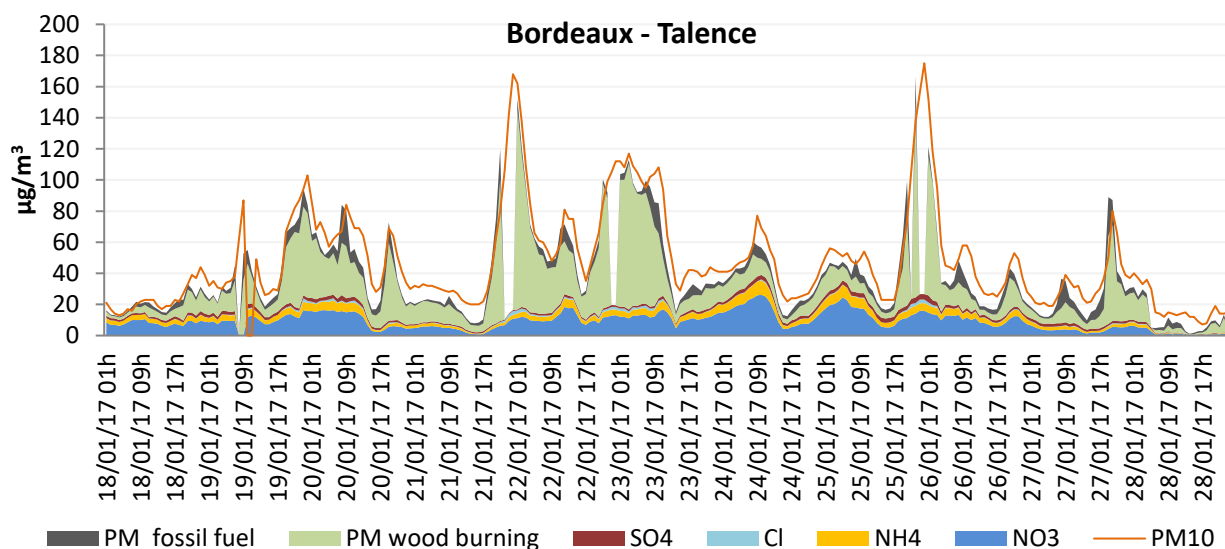


Figure 29 : Concentrations en PM10 et nature des particules lors de l'épisode de janvier 2018 – Bordeaux Talence

Sur Bordeaux, c'est la nuit que les concentrations les plus élevées sont mesurées durant cet épisode. Les valeurs horaires à minuit dépassent en moyenne les 90 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Figure 31). Le profil horaire des PM10 est corrélé au profil des particules issues de la combustion de biomasse. Les concentrations augmentent le soir vers 19H locale, lorsque les moyens de chauffage sont remis en route.

Les concentrations décroissent pendant la journée, lorsque les moyens de chauffages sont moins utilisés, en raison des températures plus clémentes et lorsqu'une partie de la population n'est pas à son domicile. Le nitrate en particulier a une contribution non négligeable à la masse des PM10 durant l'épisode, mais la masse de l'ensemble des composés inorganiques ne dépasse pas les 40 μg en moyenne horaire sur la période. Les pics ne sont pas liés au nitrate et sulfate d'ammonium, mais bien à la combustion de biomasse. Les inorganiques, s'ils ne sont pas à l'origine des dépassements, contribuent cependant à la masse totale des particules durant la période.

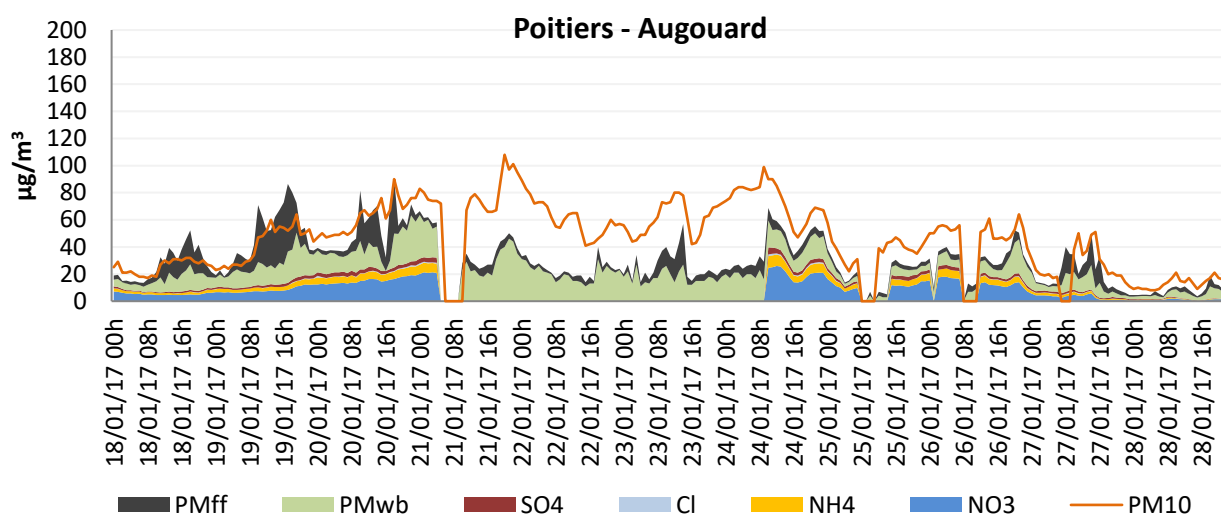


Figure 30 : Concentrations en PM10 et nature des particules lors de l'épisode de janvier 2018 – Poitiers Augourd

nb : suite à une panne de l'ACSM, les données des inorganiques secondaires sont manquantes 21 au 24/01 au matin.

Sur Poitiers : les concentrations au cours de la journée varient beaucoup moins ; la contribution de la nature des particules à l'épisode est mixte entre du chauffage au bois, du nitrate d'ammonium et du trafic routier (pour les premiers jours). La contribution du nitrate d'ammonium est plus élevée que sur Bordeaux.

Les concentrations redescendent moins durant la journée par rapport à Bordeaux, en raison, entre autres, de températures plus basses ; le nitrate d'ammonium, composé semi volatil, conserve le jour sur Poitiers son état particulaire, contrairement à Bordeaux où il se volatilise sous l'effet de températures plus clémentes.

La contribution des voitures, représentée par la combustion de combustibles fossiles est faible sur cet épisode. Le profil est typique de l'influence du trafic routier, avec deux pics correspondants aux heures de trajets domicile/travail du matin et du soir.

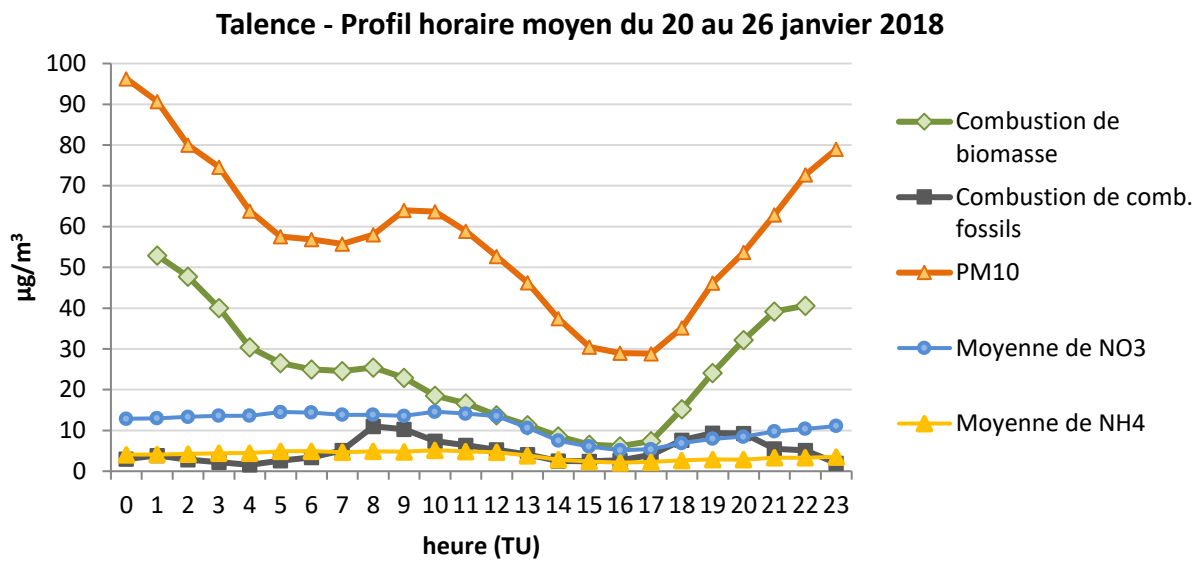


Figure 31 : Profil horaire moyen des concentrations en PM10 sur Talence et contribution des sources de combustion du 20 au 26 janvier 2018

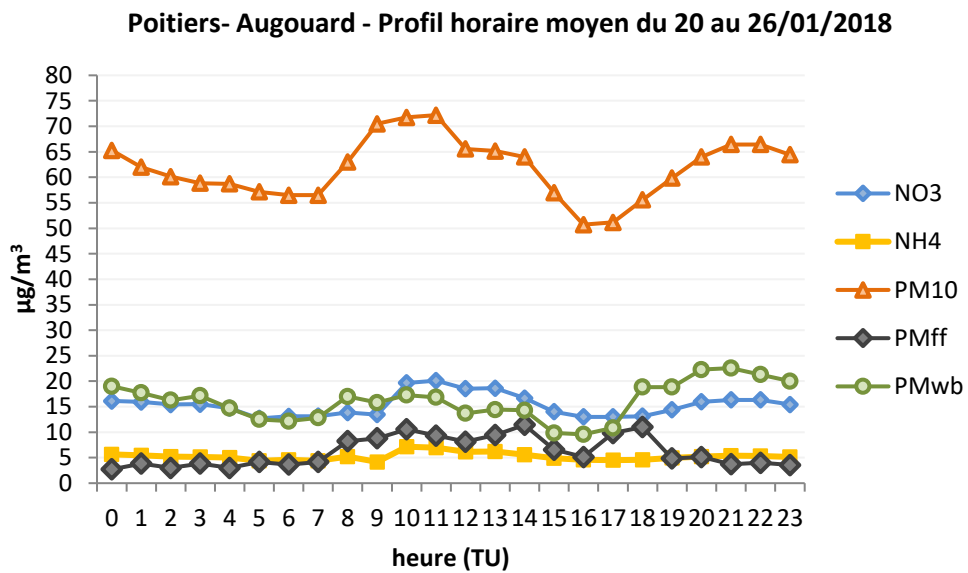


Figure 32 : Profil horaire moyen des concentrations en PM10 sur Poitiers et contribution des sources de combustion du 20 au 26 janvier 2018

5. Conclusions

L'éventail des mesures déployées sur Bordeaux et Poitiers permettent de caractériser la nature et les sources de particules sur deux zones urbaines majeures de la région Nouvelle-Aquitaine.

En 2017, les valeurs limites pour les PM10 et PM2.5 sont largement respectées sur les CU de Bordeaux et Poitiers. Seul l'objectif de qualité est dépassé pour les PM2.5 (12 et 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ au lieu de 10 sur Bordeaux et 11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur Poitiers).

En moyenne sur l'année, les sources de combustion représenteraient moins de 50% de l'origine des particules mesurées sur le centre de Talence et moins de 45% sur Poitiers. Cette contribution varie fortement selon les saisons; elle est la plus forte durant les mois de novembre à janvier, là où les besoins en chauffage sont les plus importants. Contrairement aux idées reçues, la combustion de carburant automobile n'est pas la principale source à l'origine des particules présentes dans la pollution de fond urbaine d'une agglomération comme Bordeaux ou Poitiers ; elle représente néanmoins respectivement 20% et 18% des particules PM2.5 à l'échelle annuelle.

Le chauffage au bois est une source majeure de particules identifiée sur les 2 communautés urbaines ; la part des particules PM2.5 associées est plus élevée sur Bordeaux (29%) que sur Poitiers (24%), malgré des températures plus clémentes et donc des besoins en chauffage potentiellement moindres.

Les particules secondaires semi-volatiles de nitrate et sulfate d'ammonium représentent 26% des particules PM2.5 de Talence et 22% des particules PM2.5 de Poitiers. En 2017, contrairement aux années précédentes, il n'a pas été observé d'augmentation notable des concentrations de nitrate d'ammonium aux environs du mois de mars ; il n'y a pas eu en conséquence de déclenchements d'épisode de pollution sur la période.

En raison de leur caractère semi-volatil, ces particules sont surtout présentes lorsque les températures sont basses, soit principalement durant la fin de l'automne, l'hiver et le début du printemps.

Si les valeurs limites sont respectées à l'échelle annuelle, les départements de la Gironde et de la Vienne ont cependant connu plusieurs déclenchements des procédures d'information/recommandations et alertes pour les PM10 au cours de l'année 2017.

Un épisode entre autre a duré plusieurs jours courant janvier 2017 et a concerné plusieurs départements de la région dont la Vienne et la Gironde. Les causes de cet épisode sont la conjonction de deux phénomènes : des couches limites très peu élevées et une augmentation des particules issues du chauffage au bois, particulièrement visible sur Bordeaux. La part des particules secondaires de nitrate d'ammonium est également non négligeable durant cet épisode.





RETROUVEZ TOUTES
NOS **PUBLICATIONS** SUR :
www.atmo-nouvelleaquitaine.org

Contacts

contact@atmo-na.org
Tél. : 09 84 200 100

Pôle Bordeaux (siège Social) - ZA Chemin Long
13 allée James Watt - 33 692 Mérignac Cedex

Pôle La Rochelle (adresse postale-facturation)
ZI Périgny/La Rochelle - 12 rue Augustin Fresnel
17 180 Périgny

Pôle Limoges
Parc Ester Technopole - 35 rue Soyouz
87 068 Limoges Cedex

