



**Titre : Episode de pollution particulaire  
Normandie  
10 – 12 février 2017**

**Point d'Information d'Atmo Normandie au 24/02/2017**



## Avertissement

Atmo Normandie est l'association agréée de surveillance de la qualité de l'air en Normandie. Elle diffuse des informations sur les problématiques liées à la qualité de l'air dans le respect du cadre légal et réglementaire en vigueur et selon les règles suivantes :

La diffusion des informations vers le grand public est gratuite. Atmo Normandie 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 ([www.atmonormandie.fr](http://www.atmonormandie.fr)), ... Les documents ne sont pas systématiquement rediffusés en cas de modification ultérieure.

Lorsque des informations sous quelque forme que ce soit (éléments rédactionnels, graphiques, cartes, illustrations, photographies...) sont susceptibles de relever du droit d'auteur elles demeurent la propriété intellectuelle exclusive de l'association. Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle de ces informations faite sans l'autorisation écrite d'Atmo Normandie est illicite et constituerait un acte de contrefaçon sanctionné par les articles L.335-2 et suivants du Code de la Propriété Intellectuelle.

Pour le cas où le présent document aurait été établi pour partie sur la base de données et d'informations fournies à Atmo Normandie par des tiers, l'utilisation de ces données et informations ne saurait valoir validation par Atmo Normandie de leur exactitude. La responsabilité d'Atmo Normandie ne pourra donc être engagée si les données et informations qui lui ont été communiquées sont incomplètes ou erronées, quelles qu'en soient les répercussions.

Atmo Normandie ne peut en aucune façon être tenue responsable des interprétations, travaux intellectuels et publications diverses de toutes natures, quels qu'en soient les supports, résultant directement ou indirectement de ses travaux et publications.

Les recommandations éventuellement produites par Atmo Normandie conservent en toute circonstance un caractère indicatif et non exhaustif. De ce fait, pour le cas où ces recommandations seraient utilisées pour prendre une décision, la responsabilité d'Atmo Normandie ne pourrait en aucun cas se substituer à celle du décideur.

Toute utilisation totale ou partielle de ce document, avec l'autorisation contractualisée d'Atmo Normandie, doit indiquer les références du document et l'endroit où ce document peut être consulté.

Le 24 février 2017,

Le rédacteur

Marta Dominik-Sègue

Le responsable du pôle « campagnes de mesure  
et exploitation des données »

Sébastien Le Meur

*Atmo Normandie – 3, Place de la Pomme d'Or - 76000 ROUEN*

*Tél. : 02 35 07 94 30 - mail : [contact@atmonormandie.fr](mailto:contact@atmonormandie.fr)*

*[www.atmonormandie.fr/](http://www.atmonormandie.fr/)*

## SOMMAIRE

1.	Sigles, symboles et abréviations .....	3
2.	Introduction.....	4
3.	Eléments nécessaires à la compréhension du document.....	5
3.1.	PM10, granulométrie, origines, et compositions chimiques.....	5
3.1.	Dispositif de mesure en temps réel .....	5
3.2.	Black Carbon et émissions primaires de combustion .....	6
4.	Synthèse des informations actuellement disponibles.....	6
4.1.	Les conditions météorologiques .....	6
4.1.	Les mesures de la qualité de l'air sur le réseau Atmo Normandie.....	6
5.	Interprétation dans l'état actuel des informations en possession d'Atmo Normandie.....	8
6.	Conclusions.....	10
7.	Annexes.....	11
7.1.	Moyennes journalières des PM10 et des contributions de de la combustion de biomasse (PMwb) et d'hydrocarbure (PMff) au Havre et au Petit-Quevilly.....	11
7.2.	Suivi temporel (horaire) des PM10 et des contributions de leurs fractions fines (PM2.5) et grossières (PM2.5-10) au à Rouen.....	11
7.3.	Suivi temporel (horaire) des concentrations de PM10 et les fractions semi-volatiles et non-volatiles au Petit-Quevilly.....	12
7.4.	Les concentrations en PM10 en Belgique.....	12
7.5.	Les concentrations en PM10 en Allemagne.....	13

### 1. Sigles, symboles et abréviations

---

BC : black carbon

COVs : Composés Organiques Volatils

LCSQA : Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

NH<sub>3</sub> : Ammoniac

NO<sub>x</sub> : Oxydes d'azote

PM10 : particules atmosphériques de diamètre aérodynamique inférieur à 10µm

PM2,5 : particules atmosphériques de diamètre aérodynamique inférieur à 2,5µm

PM1 : particules atmosphériques de diamètre aérodynamique inférieur à 1µm

PM<sub>ff</sub> : particules primaires liées à la combustion d'hydrocarbures

PM<sub>wb</sub> : particules primaires liées à la combustion de biomasse

SO<sub>2</sub> : dioxyde de soufre

## 2. Introduction

Un épisode de pollution particulaire a touché la Normandie à partir du 9 février 2017. Il a concerné les départements de la Seine-Maritime, de l'Eure et du Calvados. Vendredi 10 février le dépassement du seuil d'information et de recommandation aux personnes sensibles ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a été constaté sur ces trois départements. Samedi 11 février, la pollution par les particules PM10 s'est plutôt cantonnée à l'est des départements de la Seine-Maritime et de l'Eure où le dépassement du seuil d'information et de recommandation aux personnes sensibles a de nouveau été constaté. Dimanche 12 février, les concentrations des PM10 ont encore franchi le seuil d'information et recommandation aux personnes sensibles sur la Seine-Maritime, l'Eure et le Calvados. La fin de l'épisode a été constatée le 13 février sur l'ensemble du territoire normand. La carte ci-dessous représente l'évolution journalière des concentrations en PM10 sur quelques stations de Normandie.

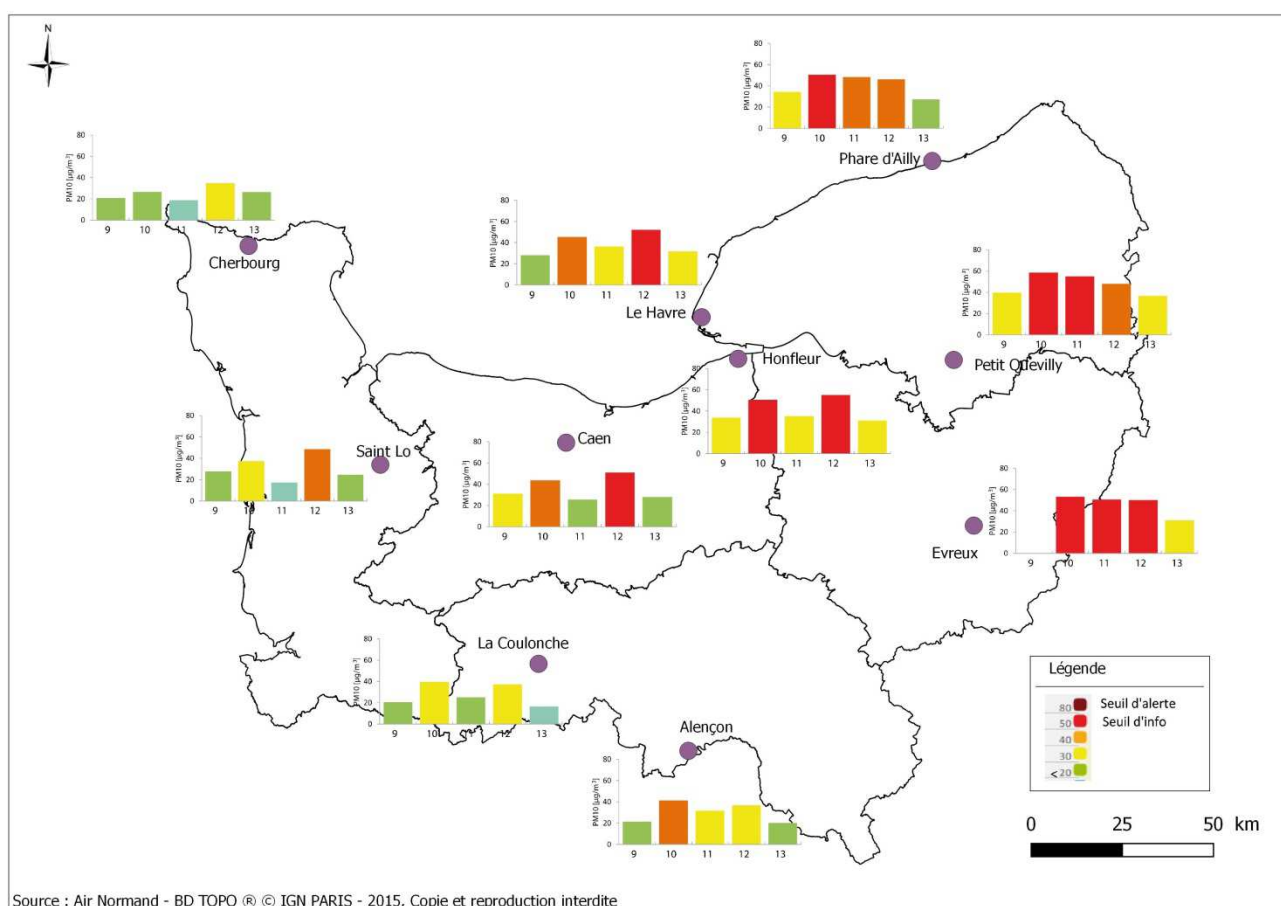


Figure 1 : Carte de dépassements des seuils réglementaires pour les PM10. Les couleurs indiquent la gamme de concentrations de PM10 en microgramme par  $\text{m}^3$ . La couleur rouge représente le dépassement du seuil d'information et de recommandation aux personnes sensibles ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

La présente note permet de réaliser un point d'information sur cet épisode de pollution à partir des informations disponibles au 21 février 2017 (i.e. mesures de la qualité de l'air issues du réseau permanent de capteurs gérés par Atmo Normandie et des données météorologiques à disposition d'Atmo Normandie).

### 3. Eléments nécessaires à la compréhension du document

---

A noter : ce chapitre reprend des éléments de la Note technique du LCSQA <sup>1</sup>

#### 3.1. PM10, granulométrie, origines, et compositions chimiques

Les PM10 représentent la concentration massique des particules atmosphériques de diamètre aérodynamique inférieur à 10µm. Elles sont essentiellement constituées de deux modes : le mode fin et le mode grossier, dont la frontière granulométrique se situe vers 2,5µm (PM2,5). Ces deux modes ont des origines et donc des compositions chimiques différentes.

Le mode fin est principalement constitué des émissions anthropiques ainsi que d'aérosols secondaires provenant de l'oxydation et/ou de la condensation de précurseurs gazeux (COVs, NO<sub>x</sub>, SO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, ...) en phase particulaire. Il contient très majoritairement :

- du carbone suie (ou Black Carbon), issu de la combustion incomplète d'énergies fossiles ou de biomasse, et constitué quasi-exclusivement d'atomes de carbone,
- de la matière organique (contenant des atomes de carbone, mais également de l'oxygène, hydrogène, azote, ...) primaire, i.e., émis directement dans l'atmosphère (en particulier par les mêmes processus de combustion que pour le carbone suie) ou secondaire, i.e. provenant de l'oxydation de COVs émis par les activités humaines et par la végétation,
- et des espèces inorganiques secondaires (en particulier le nitrate d'ammonium et le sulfate d'ammonium).

Le mode grossier est principalement constitué de particules d'origines naturelles : sels de mer, poussières terrigènes, débris végétaux, etc. Il contient également des espèces secondaires (dont nitrates, sulfates et composés organiques, provenant de réactions acido-basiques entre espèces gazeuses et particules minérales).

En milieu urbain, le mode fin constitue la part majoritaire (50-90%) des PM10.

#### 3.1. Dispositif de mesure en temps réel

Les instruments de mesure mis en œuvre au cours de ces dernières années au sein du dispositif national de surveillance de la qualité de l'air permettent le suivi des espèces chimiques majeures de ce mode fin (et donc des principales influences anthropiques). Ils sont de 2 types :

- L'Aethalomètre multi-longueurs d'onde **AE33**, permettant la surveillance du Black Carbon (BC) en tant qu'indicateur des émissions primaires de combustion.
- L'Aerosol Chemical Speciation Monitor (**ACSM**), basé sur la spectrométrie de masse et la quantification des espèces non-réfractaires (i.e., volatiles à 600°C) au sein des PM1. Ces espèces chimiques correspondent principalement au nitrate, au sulfate, à l'ammonium et à la matière organique.

En Normandie, Atmo Normandie a déployé à Rouen et au Havre deux analyseurs automatiques pour la mesure du « black carbon ». Le réseau de mesure normand n'est pas équipé en ACSM. Les mesures les plus proches au moyen de cet appareil sont effectuées dans les régions voisines : Hauts de France (Creil, Villeneuve d'Ascq) et Ile de France (Paris).

---

<sup>1</sup> Note LCSQA, 24 janvier 2017, Episode de pollution particulaire de mi-janvier 2017

### 3.2. Black Carbon et émissions primaires de combustion

L'AE33 permet de distinguer deux fractions du Black Carbon que l'on peut relier à la **combustion d'hydrocarbures (BC<sub>ff</sub>)**<sup>2</sup> et à la **combustion de biomasse**<sup>3</sup> (BC<sub>wb</sub>). Ces fractions peuvent ensuite être utilisées pour estimer (à l'aide d'un facteur multiplicatif et avec une précision de l'ordre de ± 50%) les concentrations de PM10 attribuables aux deux familles de sources (notées respectivement PM<sub>ff</sub> et PM<sub>wb</sub>), telles que :

$$\begin{aligned} \text{PM}_{\text{ff}} &= a \times \text{BC}_{\text{ff}} \\ \text{et } \text{PM}_{\text{wb}} &= b \times \text{BC}_{\text{wb}} \end{aligned}$$

où PM<sub>ff</sub> et PM<sub>wb</sub> représentent la concentration massique de particules PM10 primaires issues respectivement de la combustion d'hydrocarbures et de la combustion de biomasse. Les PM<sub>ff</sub> et PM<sub>wb</sub> sont constituées principalement d'aérosols organiques primaires. Les coefficients *a* et *b* sont issus (i) de la littérature scientifique pour la contribution fossile, et (ii) d'études LCSQA<sup>4</sup> précédentes pour la contribution biomasse<sup>5</sup>.

Les émissions primaires à l'échappement automobile sont comprises au sein de la fraction liée à la combustion d'hydrocarbures (PM<sub>ff</sub>), mais ces estimations n'intègrent pas les émissions hors échappement, i.e., particules issues de l'abrasion de la chaussée, des pneus, des freins, ... . Ces estimations ne tiennent pas non plus compte de l'influence de l'échappement automobile sur la formation d'aérosols secondaires à partir des émissions de précurseurs gazeux (i.e., NO<sub>x</sub>, issus à 60% du transport au niveau national), dont l'influence sur les PM10 est impossible à évaluer à partir de mesures en temps réel.

## 4. Synthèse des informations actuellement disponibles

---

### 4.1. Les conditions météorologiques

Les conditions météorologiques associés à l'épisode de pollution particulaire se caractérisent par une situation anticyclonique, accompagnée de températures plutôt faibles entre 0 – 4°C qui augmentent progressivement dimanche 12 février pour atteindre 7°C dans la nuit, des vents faibles à modérés vendredi et samedi et des vents assez forts le dimanche, globalement de secteur nord-est/est avec néanmoins un court passage des vents du nord et nord/ouest samedi dans la matinée entre 2h00 et 6h00. La hauteur de couche limite, basse la nuit (100-300 m), se développe jusqu'à 700-1000m dans la journée.

### 4.1. Les mesures de la qualité de l'air sur le réseau Atmo Normandie

La contribution de la fraction fine (PM<sub>2,5</sub>) dans les PM10 lors de l'épisode est en moyenne de 83% et peut aller jusqu'à 87% (Figure 2, Annexe 7.2). On constate que l'augmentation des concentrations de PM10 s'accompagne globalement d'une augmentation de la proportion des particules fines.

---

<sup>2</sup> Issu du trafic, de l'industrie, du chauffage notamment au fioul

<sup>3</sup> dont la combustion du bois

<sup>4</sup> Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (regroupant l'INERIS, l'Ecole des Mines de Douai et le Laboratoire National d'Essais)

<sup>5</sup> Rapport LCSQA, 2015 : Impact de la combustion de biomasse sur les concentrations de PM10 dans 10 agglomérations du programme CARA au cours de l'hiver 2014-2015

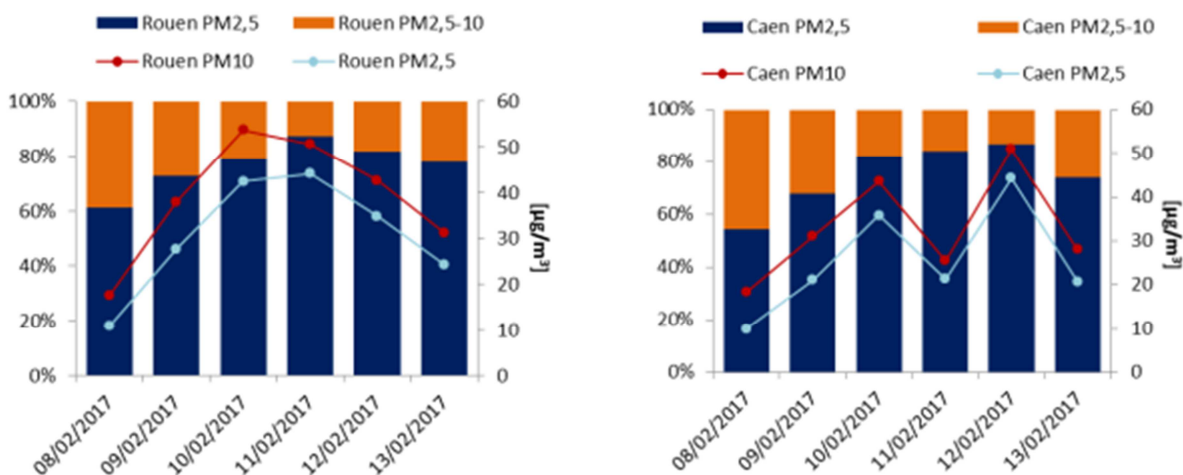


Figure 2 : Moyennes journalières des PM10 et des contributions de leurs fractions fines (PM2.5) et grossières (PM2.5-10) au Havre et à Rouen

La contribution de la fraction semi-volatile<sup>6</sup> dans les PM10 lors de l'épisode est en moyenne supérieure à 45% (Figure 3) et certaines heures peut aller jusqu'à 55% (Annexe 7.3). On constate que l'augmentation des concentrations de PM10 s'accompagne globalement d'une augmentation de la proportion de la fraction semi-volatile.

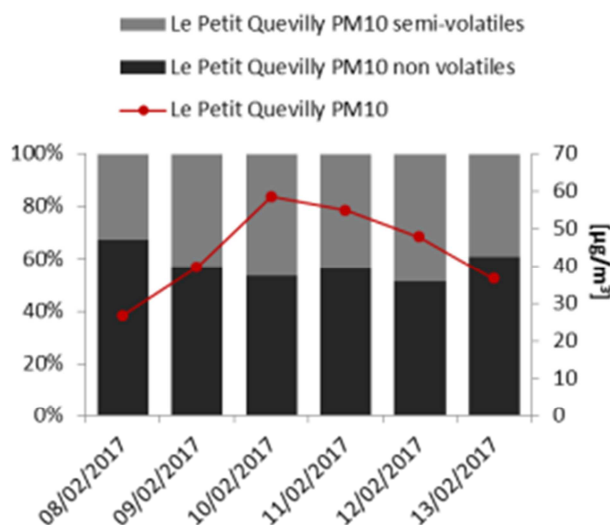


Figure 3 : Moyennes journalières des PM10 et des contributions de leurs fractions semi-volatile et non volatile au Petit Quevilly

L'analyse des données des AE33 indique un impact faible des émissions primaires de combustion lorsque des niveaux élevés de PM10 sont enregistrés (Figure 4, Annexe 7.1). Selon les sites et les jours étudiés pendant l'épisode, les combustions d'hydrocarbures et de biomasse représentent respectivement en moyenne 8% et 12% des PM10 et sont similaires entre le Havre et Rouen.

<sup>6</sup> Généralement composée d'aérosols secondaires et en particulier de nitrate d'ammonium

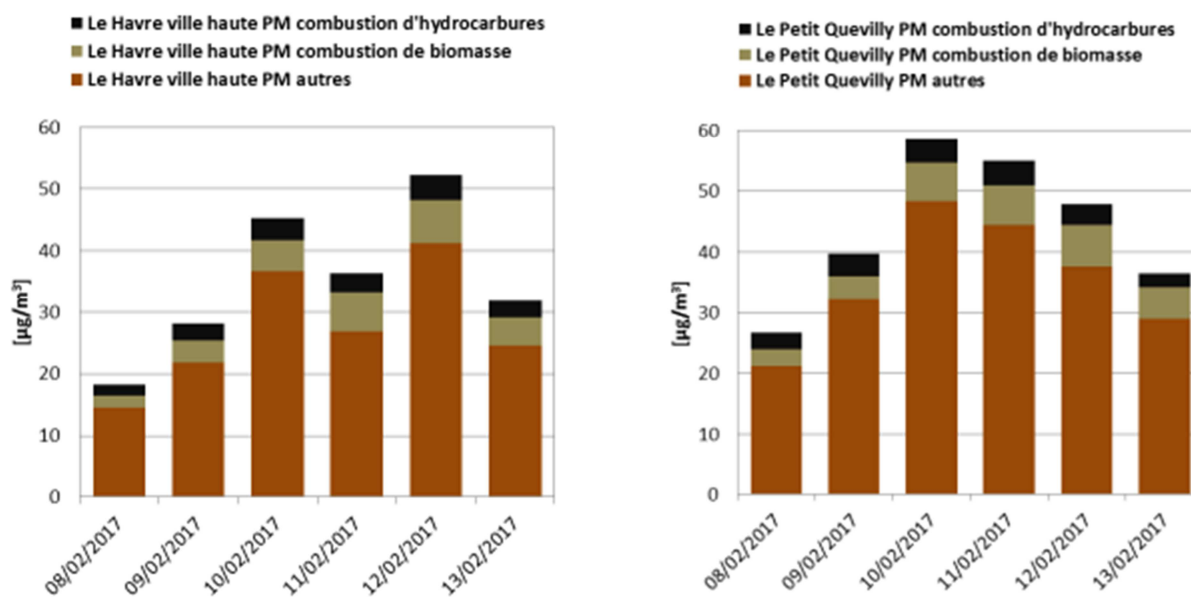


Figure 4 : Suivi journalier des concentrations PM10 et estimations des fractions issues des émissions primaires liées à la combustion d'hydrocarbures et de biomasse sur les stations au Havre et à Petit-Quevilly.

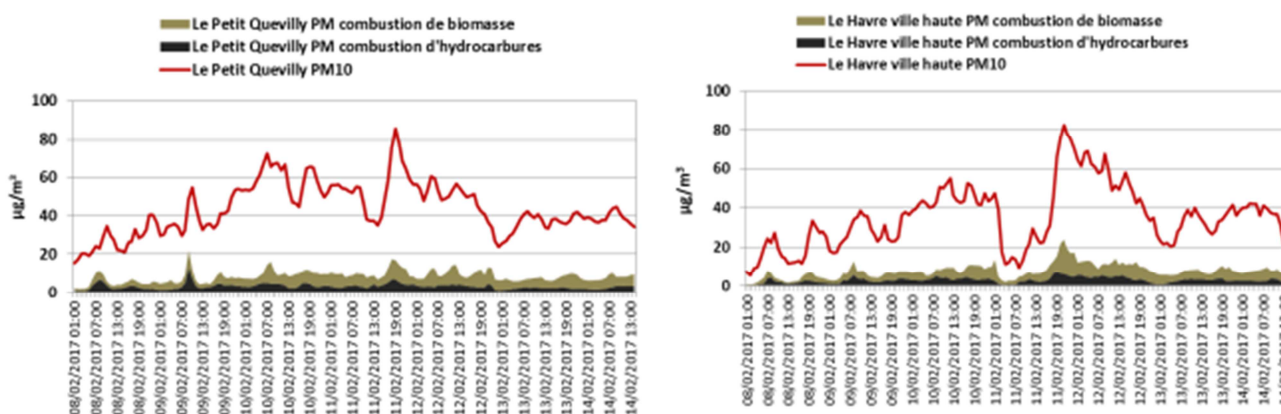


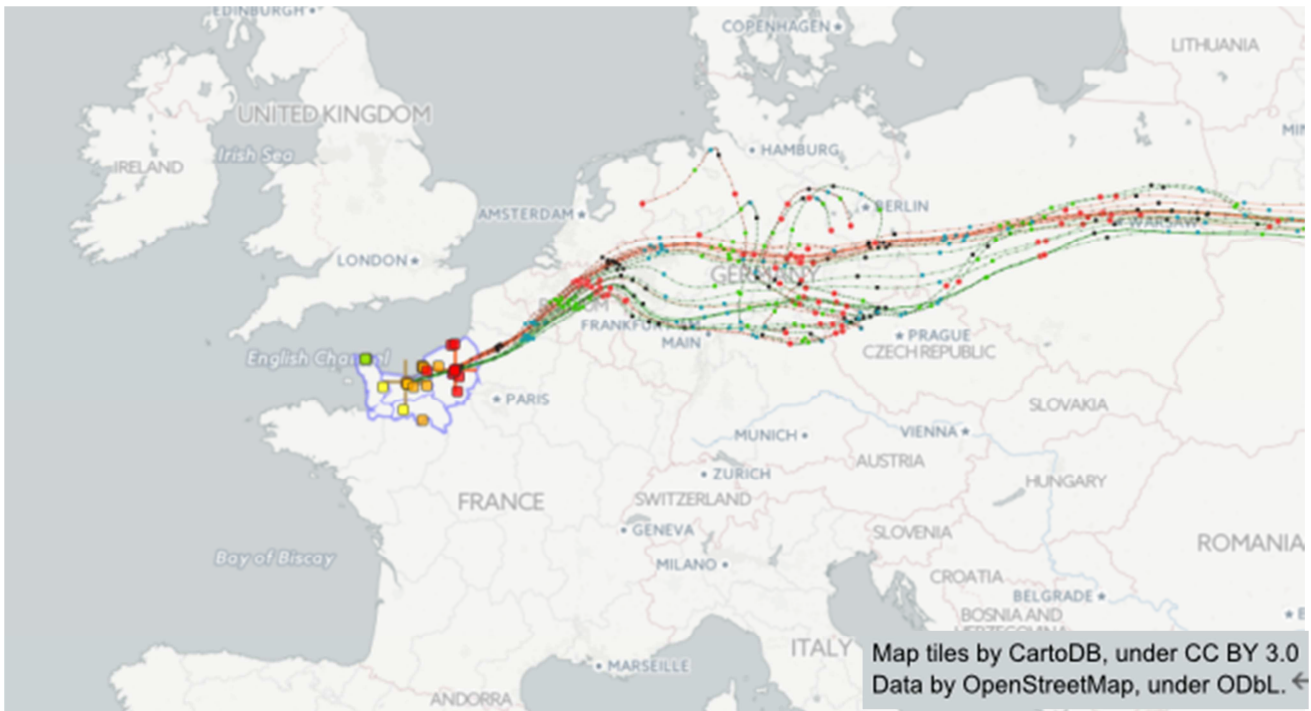
Figure 5 : Suivi temporel des concentrations de PM10 et estimations des fractions issues des émissions primaires liées à la combustion d'hydrocarbures et de biomasse sur les stations au Havre et Petit-Quevilly

Le suivi temporel des concentrations de PM10 avec les estimations des fractions issues des émissions primaires liées à la combustion d'hydrocarbures et de biomasse n'indique pas, pour ces fractions, de pics importants qui expliqueraient les concentrations élevées de PM10 (Figure 5).

## 5. Interprétation dans l'état actuel des informations en possession d'Atmo Normandie

Les concentrations en PM10 pendant cet épisode de 3 jours étaient comprises dans la fourchette 45 – 60  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Les concentrations ont augmenté progressivement avec l'arrivée de masses d'air provenant du secteur est/nord-est (Figure 6, Figure 1).

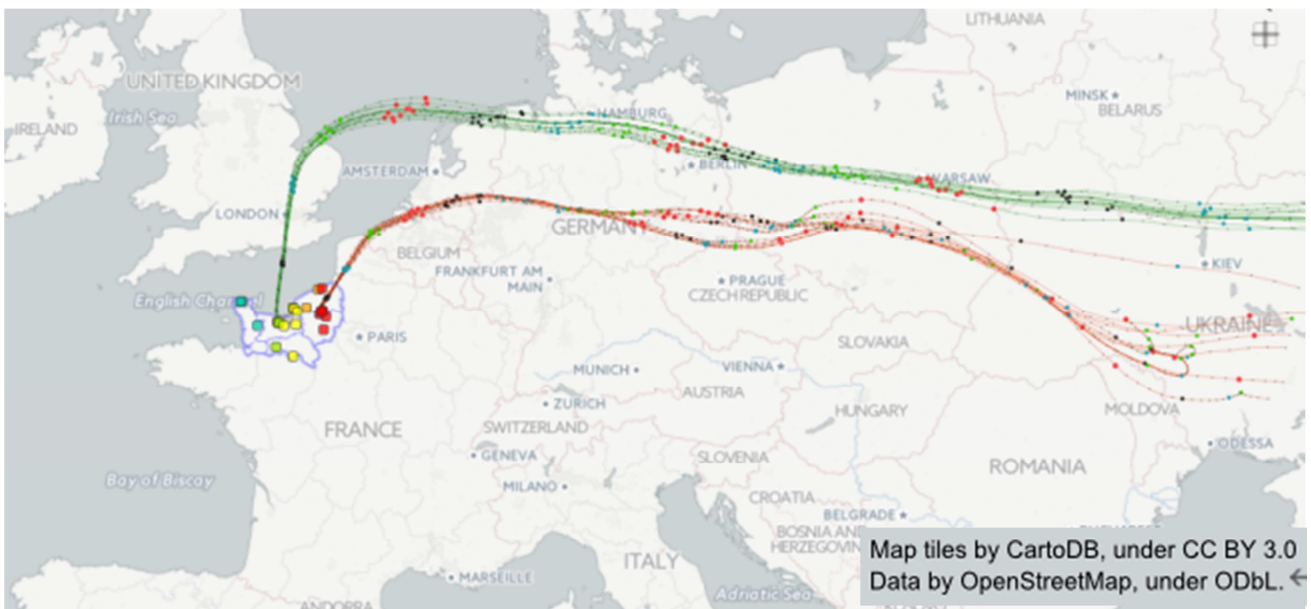




**Figure 6 : Les retrotrajectoires indiquant la provenance des masses d'air observées au-dessus de Rouen (en orange) et de Caen (en vert), vendredi 10 février 2017 à 6h00, source : MM5**

Les concentrations en PM10 dans les pays voisins à l'est et nord-est de la France étaient également élevées (Annexe 7.4 et 7.5).

Samedi, le 11 février, les vents plus forts et de secteur nord ont permis une baisse des concentrations sur le département du Calvados et la partie ouest du département de la Seine-Maritime et de l'Eure (Figure 7, Figure 1). A l'inverse, l'Est des départements de Seine Maritime et de l'Eure est resté sous un flux de Nord Est avec des concentrations toujours supérieures à 50 µg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière.



**Figure 7 : Les retrotrajectoires indiquant la provenance des masses d'air observées au-dessus de Rouen (en orange) et de Caen (en vert), samedi 11 février 2017 à 6h00, source : MM5**

Pendant cet épisode la part des PM10 liée à la combustion d'hydrocarbures et de biomasse issues des émissions primaires avoisine au total 20%. Cette contribution est deux fois plus faible que celle estimée pendant l'épisode de janvier 2017<sup>7</sup>.

Les données de mesure disponibles sur le territoire de la Normandie ne permettent pas d'aller plus loin dans l'analyse de la spéciation des particules mesurées lors de cet épisode sur le territoire normand.

L'analyse préliminaire des résultats de mesures de l'ACSM dans le bassin parisien effectuée par le LCSQA, indique l'importance des espèces inorganiques secondaires (le nitrate d'ammonium et le sulfate d'ammonium) qui ont représentées entre 50 % et les 70% des PM1.

## 6. Conclusions

---

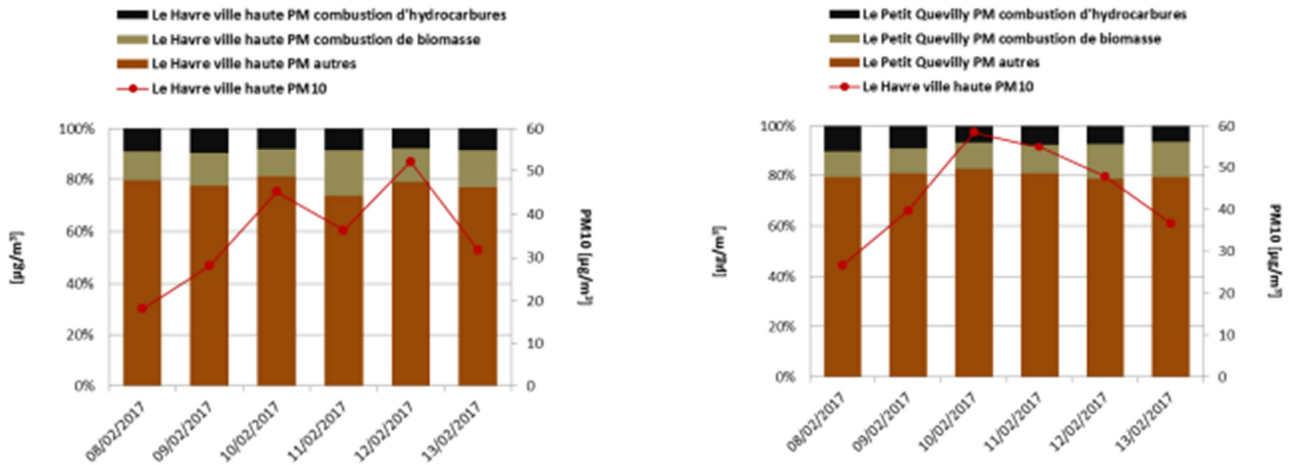
A ce stade d'information, les particules liées à la combustion d'hydrocarbures et de biomasse issues des émissions primaires représentent au maximum ¼ des concentrations totale des PM10. Une part significative des aérosols secondaires témoigne également de l'influence des mécanismes de transformations physico-chimiques. L'analyse des retrotrajectoires indique que l'origine des masses d'air influence les concentrations mesurées, mais à ce stade de l'analyse il est difficile de quantifier les parts respectives de l'import et des émissions locales.

---

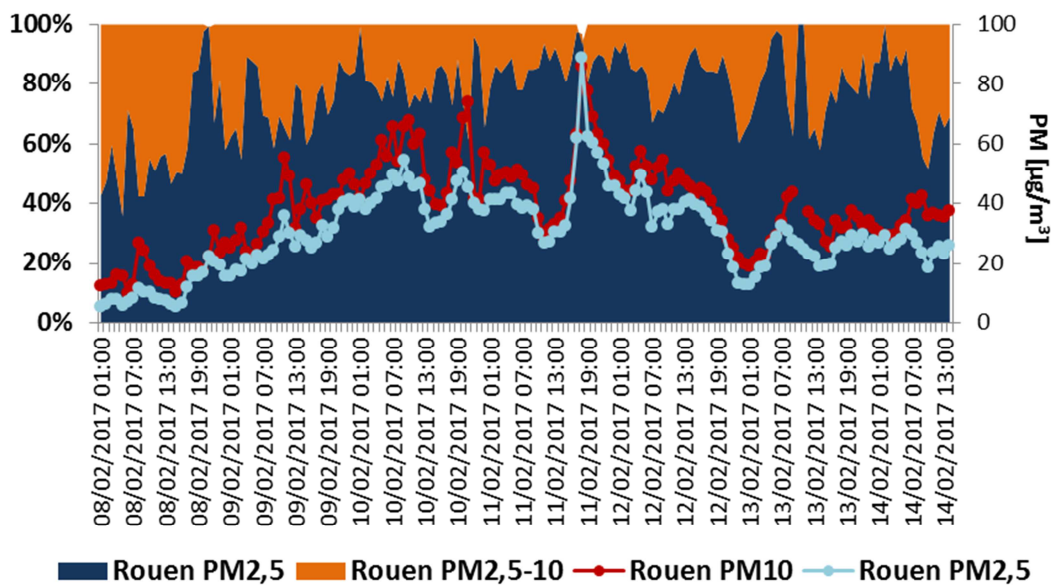
<sup>7</sup>PI\_2017\_01v1, Episode de pollution particulaire en Normandie : 20 – 26 janvier 2017, Point d'Information d'Atmo Normandie au 08/02/2017

## 7. Annexes

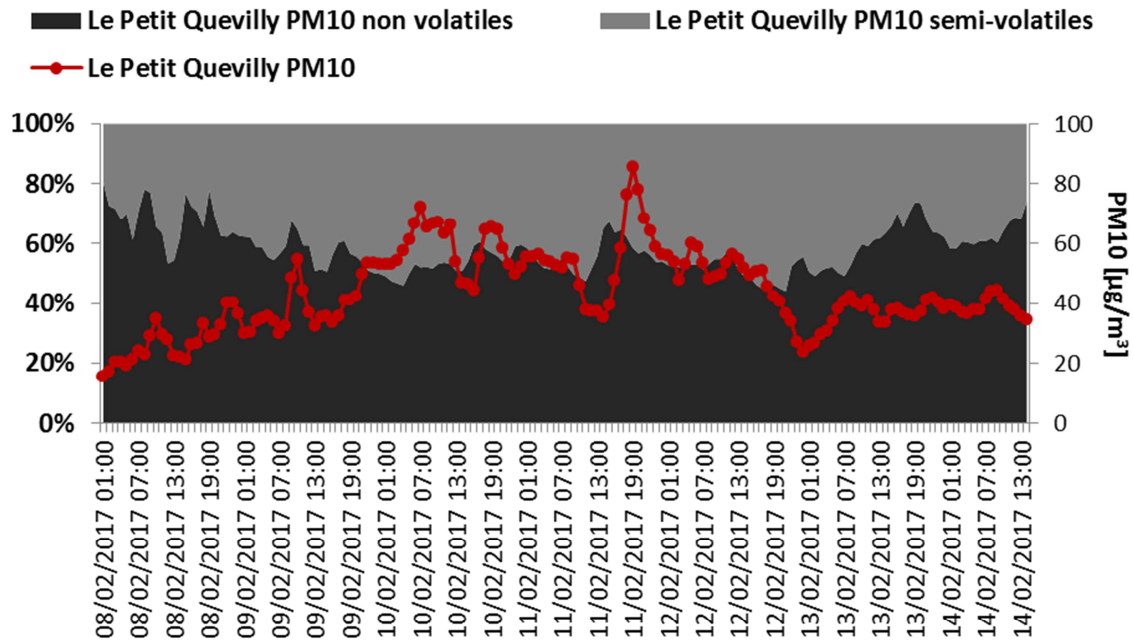
### 7.1. Moyennes journalières des PM10 et des contributions de de la combustion de biomasse (PMwb) et d'hydrocarbure (PMff) au Havre et au Petit-Quevilly



### 7.2. Suivi temporel (horaire) des PM10 et des contributions de leurs fractions fines (PM2.5) et grossières (PM2.5-10) au à Rouen

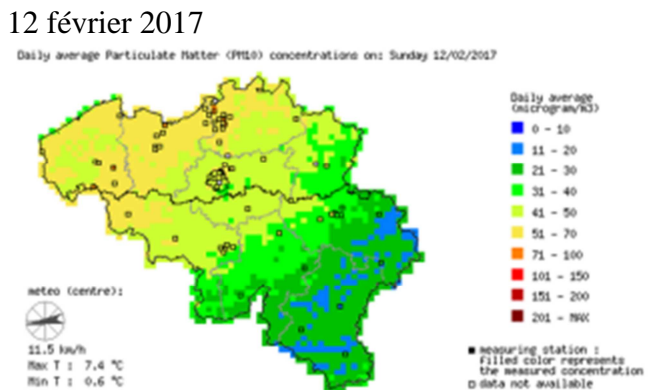
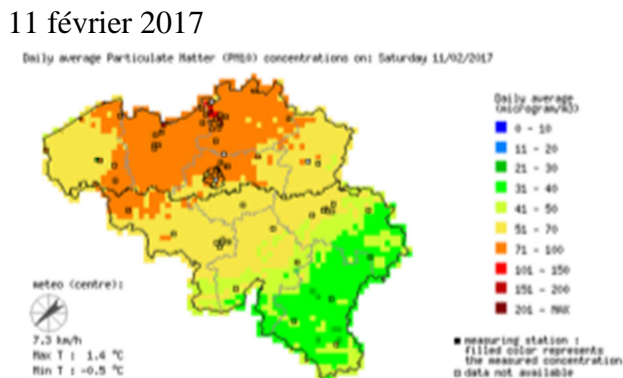
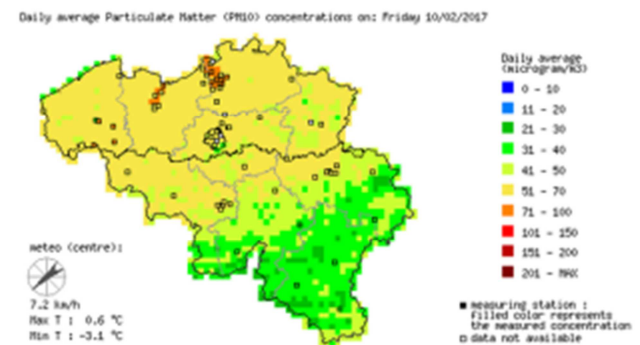
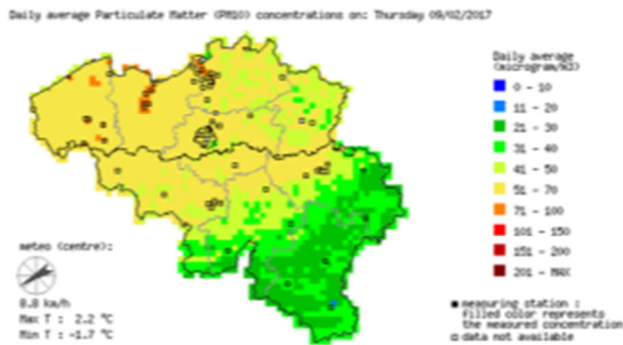


### 7.3. Suivi temporel (horaire) des concentrations de PM10 et les fractions semi-volatiles et non-volatiles au Petit-Quevilly



### 7.4. Les concentrations en PM10 en Belgique

Source : <http://www.irceline.be/fr/qualite-de-lair/mesures/particules-fines/last-14-days>  
 9 février 2017 10 février 2017

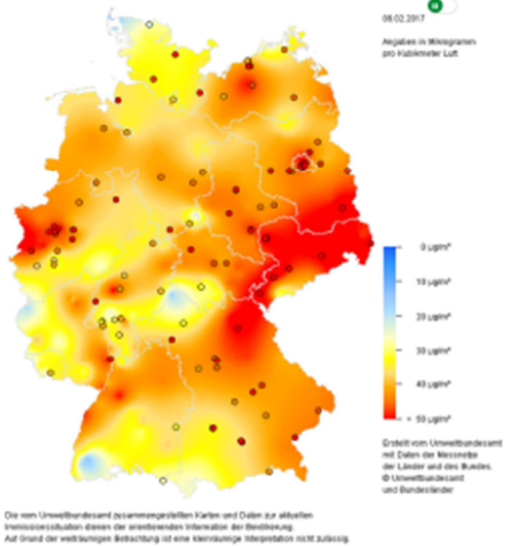


## 7.5. Les concentrations en PM10 en Allemagne

Source : <http://www.umweltbundesamt.de>

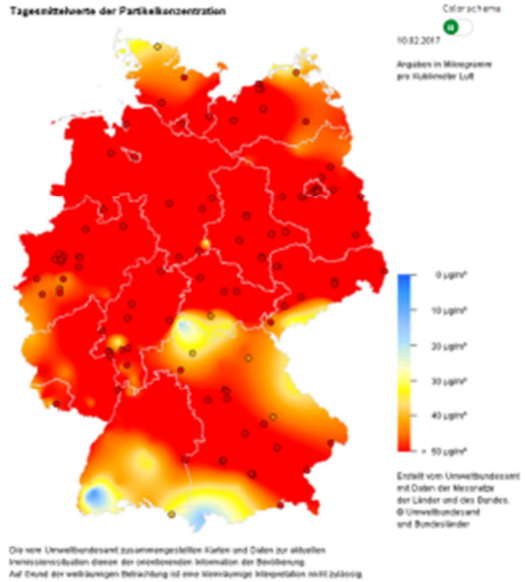
9 février 2017

Tagesmittelwerte der Partikelkonzentration



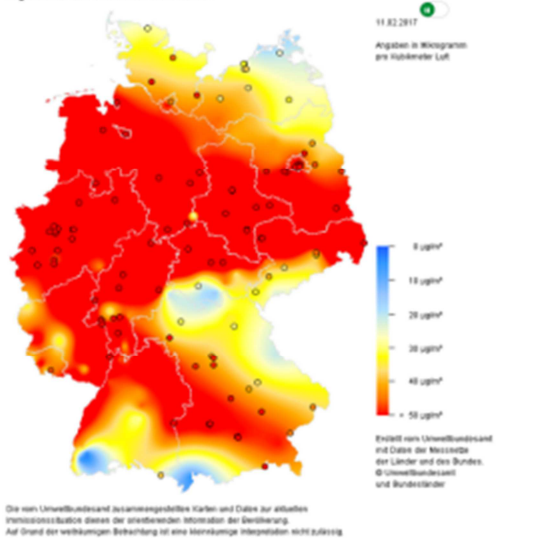
10 février 2017

Tagesmittelwerte der Partikelkonzentration



11 février 2017

Tagesmittelwerte der Partikelkonzentration



12 février 2017

Tagesmittelwerte der Partikelkonzentration

