

**Titre : Episode de pollution particulaire
Normandie
20 – 26 janvier 2017**

Point d'Information d'Atmo Normandie au 08/02/2017



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), ... 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 08 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

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 primaire de combustion.....	5
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	9
7.	Annexes.....	9
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.....	9

1. Sigles, symboles et abréviations

BC : black carbon

COVs : Composés Organiques Volatils

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

NH₃ : Ammoniac

NO_x : Oxydes d'azote

PM_{ff} : particules primaires liée à la combustion d'hydrocarbures

PM_{wb} : particules primaires liée à la combustion de biomasse

SO₂ : dioxyde de soufre

2. Introduction

Un épisode de pollution particulaire a touché la Normandie à partir du 20 janvier 2017. Il a d'abord concerné les départements de l'Eure et du Calvados. Ensuite, samedi 21 janvier il s'est généralisé sur l'ensemble de la Normandie où les dépassements du seuil d'information et de recommandation aux personnes sensibles ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ont été constatés. A partir du dimanche 22 janvier, les concentrations ont franchi le seuil d'alerte ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et se sont maintenues à ce niveau jusqu'au mardi 24 janvier. Le 25 janvier les concentrations ont baissé et sont restées inférieures au seuil d'information et de recommandation aux personnes sensibles sur l'ensemble de la Normandie mais le 26 janvier, ce seuil a de nouveau été franchi sur une grande partie de la région. La fin de l'épisode a été constatée le 27 janvier sur l'ensemble du territoire normand. La carte ci-dessous représente l'évolution journalière des concentrations en PM10 sur quelques stations de Normandie.

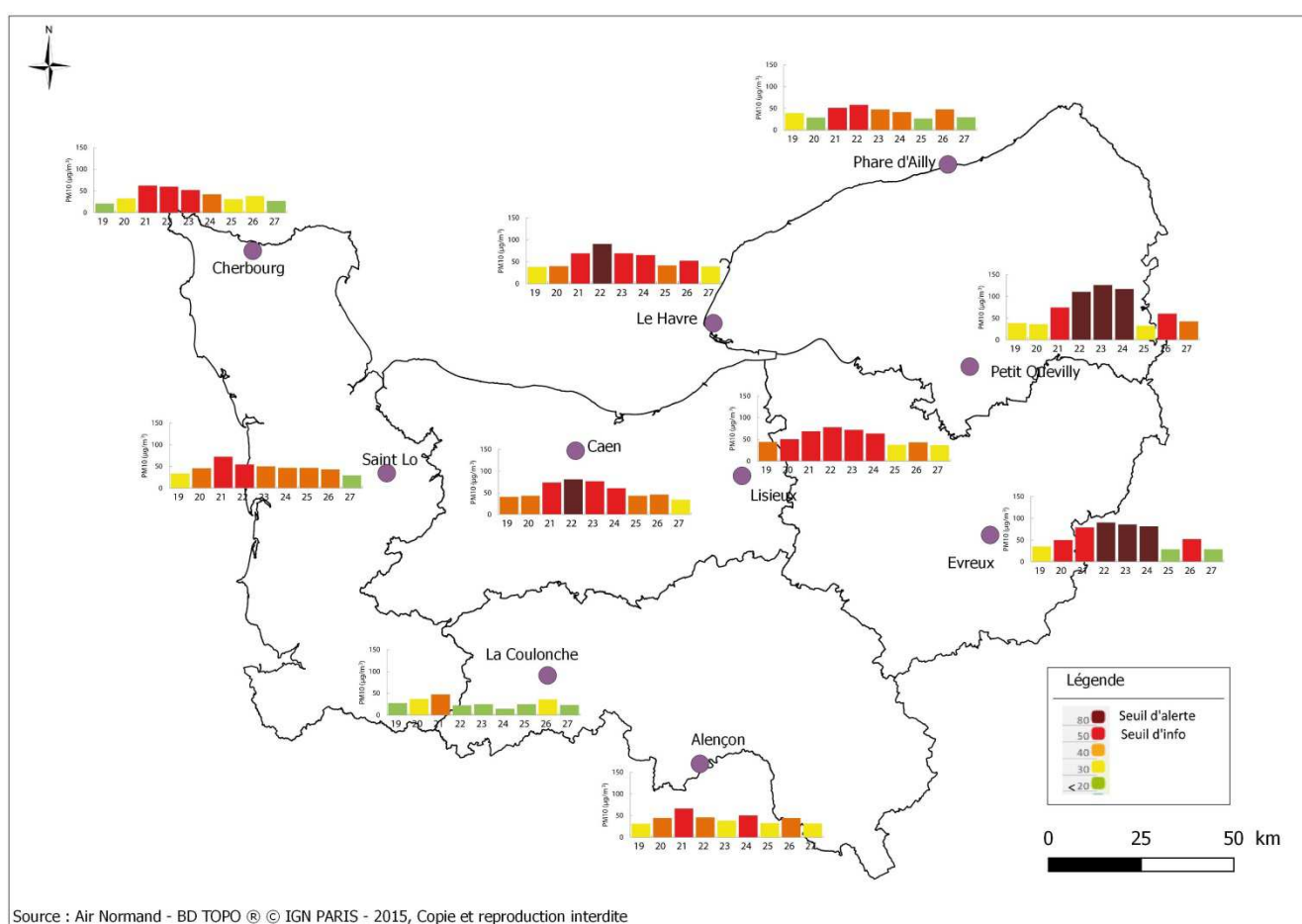


Figure 1 : Carte de dépassements des seuils réglementaires pour le PM10. Les couleurs indiquent la gamme de concentrations de PM10 en microgramme par m^3 . La couleur rouge représente les dépassements du seuil d'information et de recommandation aux personnes sensibles ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et la couleur marron, les dépassements du seuil d'alerte ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

La présente note permet de réaliser un bilan de cet épisode de pollution. Elle fait la synthèse des mesures de la qualité de l'air issues du réseau permanent de capteurs gérés par Atmo Normandie et de 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 LCSQA¹

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_x, SO₂, NH₃, ...) 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 nitrate, sulfate 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.

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_{ff})²** et à la **combustion de biomasse³ (BC_{wb})**. Ces fractions peuvent ensuite être

¹ Note LCSQA, 24 janvier 2017, Episode de pollution particulaire de mi-janvier 2017

utilisées pour estimer (à l'aide d'un facteur multiplicatif et avec une précision de l'ordre de $\pm 50\%$) les concentrations de PM10 attribuables aux deux familles de sources (notées respectivement PM_{ff} et PM_{wb}), telles que :

$$PM_{ff} = a \times BC_{ff}$$
$$\text{et } PM_{wb} = b \times BC_{wb}$$

où PM_{ff} et PM_{wb} représentent la concentration massique de particules PM10 primaires issues respectivement de la combustion d'hydrocarbures et de la combustion de biomasse. Les PM_{ff} et PM_{wb} 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 LCSQA⁴ précédentes pour la contribution biomasse⁵.

Les émissions primaires à l'échappement automobile sont comprises au sein de la fraction liée à la combustion d'hydrocarbures (PM_{ff}), 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_x , 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 qui accompagnent l'épisode de janvier se caractérisent par deux phases.

- La première phase se caractérise par des conditions anticycloniques, des vents faibles, des températures très basses avec des amplitudes journalières marquées, une hauteur de couche limite très faible et des inversions thermiques importantes, non détruites lors des jours d'alerte.
- La deuxième phase se caractérise toujours par les conditions anticycloniques mais une pression atmosphérique en baisse, l'absence d'inversion thermique, une hauteur de couche limite qui augmente progressivement avec l'augmentation de la vitesse de vent du secteur sud-est/est et des températures toujours basses mais avec des amplitudes journalières plus faibles.

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

La contribution de fractions fines (PM_{2,5}) dans les PM10 lors de l'épisode est en moyenne de 86% et peut aller jusqu'à 90%, aussi bien au Havre qu'à Rouen (Figure 2). On constate que

² Issu du trafic, de l'industrie, du chauffage notamment au fioul

³ dont la combustion du bois

⁴ 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)

⁵ 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

l'augmentation des concentrations de PM10 s'accompagne globalement d'une augmentation de la proportion des particules fines.

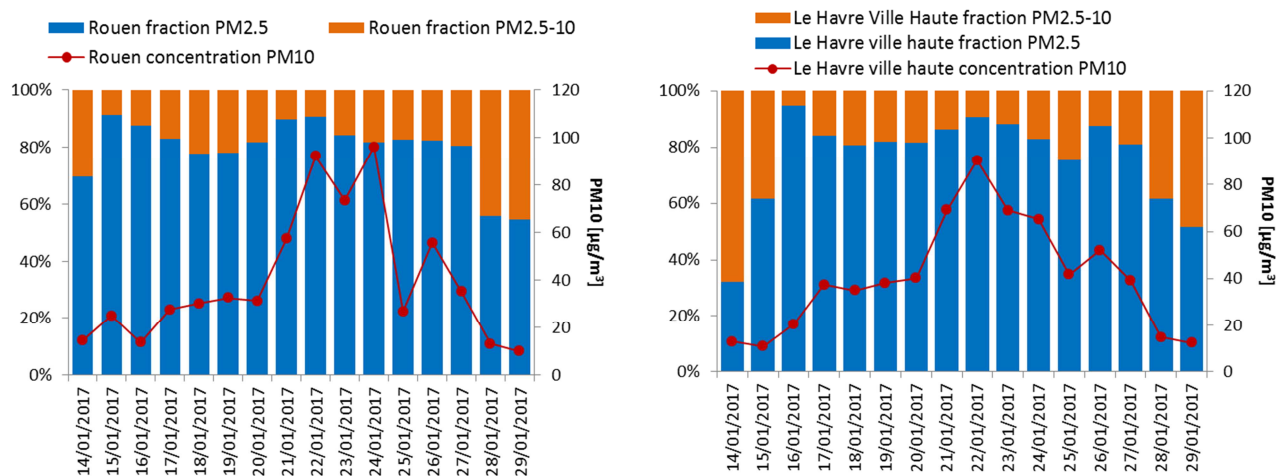


Figure 2 : Moyennes journalières des PM10 et des contributions de leurs fractions fines (PM2.5) et grossières (PM2.5-10) au Havre et à Rouen

L'analyse des données AE33 indique un impact important des émissions primaires de combustion sur les niveaux élevés de PM10 enregistrés à partir du 21 janvier (Figure 3, Annexe 6.1). Selon les sites et les jours étudiés pendant l'épisode, les combustions d'hydrocarbures et de biomasse représentent alors entre 20% et 50% des PM10, avec une prépondérance des émissions liées à la combustion de biomasse. La contribution de la combustion de biomasse est plus marquée sur le site du Havre allant jusqu'à plus de 35% le 23 janvier. La contribution de la combustion d'hydrocarbures varie entre 10 et 15% sur ces deux sites.

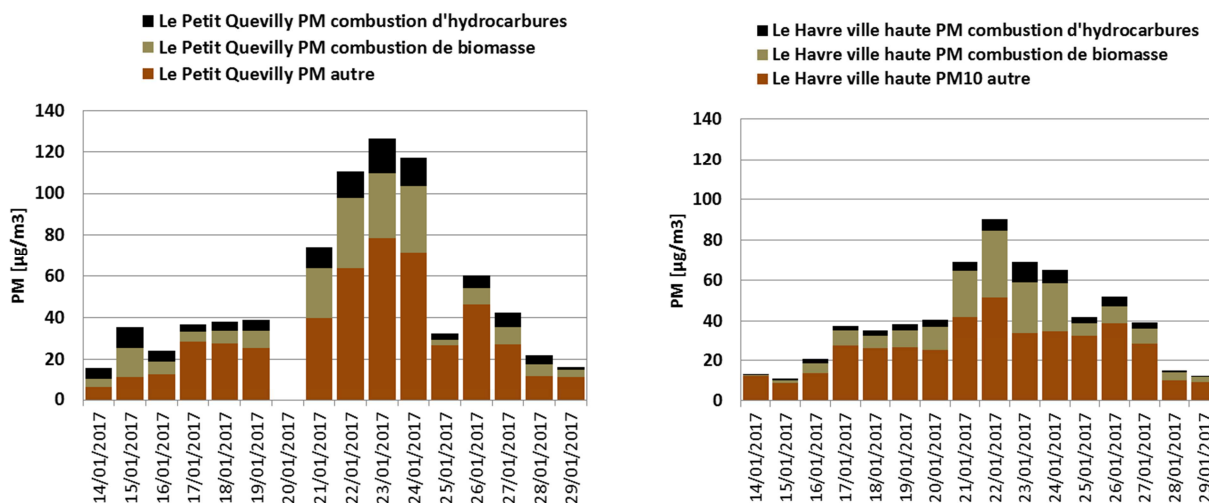


Figure 3 : Suivi journalier des concentrations PM10 et estimations des fractions issues des émissions primaires liées à la combustion d'hydrocarbures et de biomasse sur les stations au Havre et à Petit-Quevilly.

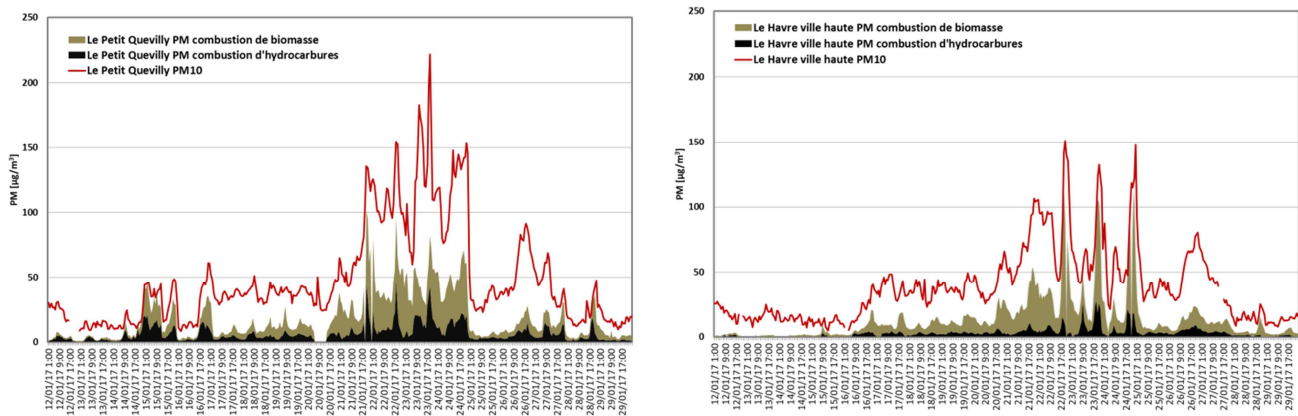


Figure 4 : Suivi temporel des concentrations de PM10 et estimations des fractions issues des émissions primaires liées à la combustion d'hydrocarbures et de biomasse sur les stations au Havre et Petit Quevilly

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 indique des pics reflétant les périodes maximales d'émissions (pic de chauffage du soir ou nocturne, pic de trafic automobile) (Figure 4).

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

En analysant ces résultats, deux phases dans cet épisode peuvent être distinguées : la première à partir du 20 janvier et jusqu'au 24 janvier et la deuxième du 25 au 26 janvier.

Du 20 janvier au 24 janvier les conditions météorologiques peu dispersives et froides ont conduit à l'accumulation progressive des particules émises et aux dépassements du seuil d'alerte pendant 3 jours consécutifs à partir du dimanche 22 janvier. Pendant cette première phase d'épisode les contributions liées à la combustion de biomasse et d'hydrocarbures dans les PM10 sont estimées respectivement en moyenne à 30% et 10%.

Le changement météorologique le 25 janvier a permis la baisse des concentrations de PM10 au-dessous du seuil d'information et de recommandation aux personnes sensibles. Puis, le jeudi 26 janvier les concentrations des particules ont enregistré une hausse plutôt atypique, conduisant au dépassement du seuil d'information et recommandation aux personnes sensibles sur le département de l'Eure et de la Seine-Maritime. Même si les contributions de la combustion d'hydrocarbures sont du même ordre de grandeur que pendant la première phase, les contributions de la combustion de biomasse sont moindres et inférieures à 15%.

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

L'analyse préliminaire des résultats de mesures au moyen de l'ACSM dans le Nord et dans le bassin parisien (deux sites le plus près de la Normandie) effectuée par le LCSQA, indique l'importance des aérosols carbonés, et en particulier la matière organique dans les particules fines. Il est également constaté une forte influence des aérosols inorganiques secondaires, et en particulier du nitrate (d'ammonium)⁶.

⁶ Note LCSQA, 24 janvier 2017, Episode de pollution particulaire de mi-janvier 2017

6. Conclusions

A ce stade d'information, cet épisode se caractérise par une part significative des particules carbonées en lien avec l'accumulation des émissions de combustion (chauffage résidentiel et transport routier). Toutefois, une part significative des aérosols secondaires (et en particulier de nitrate d'ammonium) témoigne également de l'influence des mécanismes de transformations physico-chimiques.

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

