

Feux de végétation de l'été 2022 : retour sur leur impact sur la qualité de l'air en Normandie.

Point d'information au 02/12/2022

PI_2022_011_V1

DQR103-01

Atmo Normandie

3 Place de la Pomme d'Or, 76000 ROUEN

Tél. : +33 2.35.07.94.30

Fax : +33 2.35.07.94.40

contact@atmonormandie.fr



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 faites 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 d'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.

Point d'Information n° PI_2022_11_V1

Le 02 décembre 2022

Le rédacteur,
Abdoulaye SAMAKE

Le responsable du programme CARA*
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

*Caractérisation Chimique des Particules.

Sommaire

Glossaire	4
1. Introduction	5
2. Éléments nécessaires à la compréhension du document	5
2.1. La forêt française et risque d'incendies.....	5
2.2. Pollution de l'air liée aux feux de forêts : composition des émissions	5
2.3. Focus sur les particules en suspension.....	6
2.4. Rappel sur les particules en suspension	6
2.5. Caractérisation en temps réel des particules en suspension.....	7
2.6. Mesure du Black Carbon (BC) au niveau du Havre.....	8
3. Feux de forêts : impact sur la qualité de l'air	10
3.1. Concentrations atmosphériques en PM_{10}	10
3.2. Episode du 19 au 20 juillet 2022.....	11
3.2.1. Principaux incendies durant cet épisode.....	11
3.2.2. Concentrations horaires en PM_{10} au moment des incendies.....	11
3.3. Episode du 11 au 17 août 2022.....	13
3.3.1. Principaux incendies en Normandie durant cet épisode.....	13
3.3.2. Concentrations horaires en PM_{10} au moment des incendies.....	13
3.3.3. Rose de pollution du PM_{wb}	15
3.3.4. Signalements d'odeurs.....	16
3.3.5. Signalements d'odeurs et symptômes santé recensés	17
4. Conclusions	17
5. Annexes	18
5.1. Représentations graphiques.....	18
5.2. Référence bibliographique.....	20

Glossaire

PM : Particules en suspension (ou « Particulate Matter » en anglais)

CO : Monoxyde de carbone.

CO₂ : Dioxyde de carbone.

NO_x : Oxydes d'azote.

SO_x : Oxydes de soufre.

BC : Carbone élémentaire (ou « Black Carbon » en anglais), encore appelé carbone suie.

BC_{wb} : Part de BC liée à la combustion de biomasse.

BC_{ff} : Part de BC liée à la combustion de carburant fossile.

PM_{wb} : Particules (diamètre inférieur à 10 micromètres) issues de la combustion de biomasse.

PM_{ff} : Particules (diamètre inférieur à 10 micromètres) issues de la combustion de carburant fossile.

CT : Carbone total particulaire.

OC : Carbone organique.

1. Introduction

L'été 2022 a été marqué par de nombreux feux de forêts de grande ampleur en France. La sécheresse exceptionnelle, cumulée aux vagues de chaleur, ont facilité plusieurs départs de feux. En France, environ 65578 hectares de forêts ont brûlé au 22 septembre depuis le début de l'année [1]. L'été 2022 a également été propice aux feux de culture, en particulier en Normandie.

Ces incendies de végétation produisent un mélange complexe de gaz et des particules fines qui affectent la composition de l'atmosphère [2]. Les panaches de fumée résultants peuvent parcourir de longs trajets et ainsi altérer la qualité de l'air à des distances atteignant parfois plusieurs centaines de kilomètres [2].

La présente note d'information revient sur ces feux de végétation avec l'objectif de fournir une synthèse de leurs impacts sur la qualité de l'air en Normandie. Ce rapport s'appuie notamment sur les mesures de la qualité de l'air issues du réseau permanent de mesures d'Atmo Normandie.

2. Éléments nécessaires à la compréhension du document

2.1. La forêt française et risque d'incendies

La France compte 17 millions d'hectares de forêts, ce qui représente environ un tiers du territoire hexagonal. La France est le quatrième pays le plus boisé de l'Union Européenne, selon le ministère chargé de l'écologie. Cette richesse naturelle rend le territoire particulièrement vulnérable aux incendies. Les régions les plus touchées par les incendies de forêt se trouvent **dans la moitié sud du pays** [2, 5].

Les projections météorologiques prévoient une intensification des vagues de chaleur et une baisse des précipitations sous l'effet du **réchauffement climatique**. Ainsi, les zones sensibles aux feux de forêt devraient s'étendre et remonter vers **les régions du Nord de la France à l'échéance de 2040** [5].

2.2. Pollution de l'air liée aux feux de végétation : composition des émissions

Les feux de forêt et d'autres types de végétation produisent des gaz et des particules fines. La composition chimique des fumées issues du brûlage de végétaux dépend de nombreux facteurs dont la nature des espèces végétales brûlées, leur humidité, leur densité, l'intensité du feu et le régime de combustion (combustion vive avec flamme vs combustion

lente sans flamme, la ventilation, etc.), les conditions météorologiques, la distance de la source, etc. [2, 3].

Les principaux polluants émis lors d'incendies de forêt et de végétation incluent entre autres : les particules en suspension dans l'air (PM), le monoxyde de carbone (CO), le dioxyde de carbone (CO₂), les oxydes d'azote (NO_x), les composés organiques volatils et semi-volatils (dont notamment des hydrocarbures aliphatiques et aromatiques, des composés organiques oxygénés et chlorés, etc.) [4, 5]. Les oxydes de soufre (SO_x) sont généralement produits en faibles quantités, car les forêts sont des combustibles souvent pauvres en soufre [5].

2.3. Focus sur les particules en suspension

Les feux de forêt émettent d'importantes quantités de particules. En raison de l'importance des émissions et des effets sanitaires tant pour les professionnels de lutte contre le feu que pour la population générale exposée à la fumée loin des zones incendiées, les particules en suspension dans l'air sont considérées comme d'intérêt majeur [2, 4].

Les feux de végétation produisent majoritairement des particules très fines. En effet, environ 80 % de la masse totale des particules émises dans l'air lors d'incendies de végétation sont des particules fines (diamètre < 2,5 µm) dont une majorité (en nombre total) sont de particules ultrafines (diamètre ≤ 0.1 µm) [5]. Cette caractéristique granulométrique rend ces particules facilement transportables sur de longues distances pouvant atteindre plusieurs centaines de kilomètres [2].

Les particules formées par les feux de végétation sont composées de carbone élémentaire, de carbone organique et d'ions [4]. Le carbone élémentaire, encore appelé carbone suie ou Black Carbon (BC), est produit lors de toute combustion incomplète, qu'elle soit de combustible fossile (charbon, gazole, essence, kérosène, etc.) ou biomasse (bois, cultures, etc.) [4]. Quant au carbone organique, il est composé de produits de combustion ou de composés organiques imbrûlés qui s'adsorbent sur la particule de carbone élémentaire déjà formée [4]. Enfin, les ions proviennent, eux, des micronutriments contenus dans les végétaux brûlés [4].

2.4. Rappel sur les particules en suspension

Les particules atmosphériques (notées PM pour « Particulate Matter ») sont un mélange de particules solides et/ou de gouttelettes liquides en suspension dans l'air.

Les PM peuvent être classées en fonction de leur taille. Les PM₁₀, PM_{2.5}, et PM₁ représentent les particules dont le diamètre aérodynamique est respectivement inférieur à

10, 2.5 et 1µm (micromètres). Leurs sources dans l'environnement sont diverses : trafic routier, phénomènes de combustion, érosion des surfaces, etc. [4].

2.5. Caractérisation en temps réel des particules en suspension

Atmo Normandie dispose d'une station de mesure de la qualité de l'air localisée dans la ville haute du Havre (Erea Genevoix, Rue Colette) permettant de suivre en continu la composition chimique des particules. Cette station nommée HVH est notamment équipée :

- D'un aethalomètre AE33 pour la surveillance en temps réel du Black Carbon (BC) en tant qu'indicateur des émissions primaires de combustion. Cette mesure du BC permet, *in fine*, de distinguer et de quantifier les émissions liées (i) à la **combustion de biomasse** (BC_{wb} , principalement associé aux feux de cheminée, feux agricoles, brûlage de déchets verts) et (ii) à la **combustion de carburant fossile** (BC_{ff} , majoritairement associé au transport routier).
- D'un TCA-08 pour la surveillance de la concentration du **carbone total particulaire (CT)**. La combinaison de l'aethalomètre AE33 et du TCA-08 permet de déduire en quasi temps réel la fraction du **carbone organique (OC)**¹ contenue dans les particules fines.

2.6. Dispositif de mesure du Black Carbon (BC)

L'aéthalomètre multi-longueurs d'onde (AE33) est un analyseur qui permet de mesurer le BC total en effectuant une mesure de la lumière absorbée par les particules $PM_{2.5}$ prélevées en continu sur une bande filtrante. A partir de ces données, l'appareil permet de déconvoluer les concentrations de BC total en particules carbonées issues de la combustion d'hydrocarbures (BC_{ff}) et de biomasse (BC_{wb}), selon la formule ci-dessous :

$$BC = BC_{ff} + BC_{wb}$$

Ces deux fractions peuvent ensuite être utilisés pour **estimer** (à l'aide de coefficients multiplicatifs issus de la littérature scientifique et d'études menées par le LCSQA²) les concentrations de particules PM_{10} attribuables à ces deux familles de sources (notées PM_{ff} et PM_{wb}), telles que :

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

Les coefficients a et b utilisés au niveau de la station HVH sont respectivement fixés à 2 et 10.

¹ OC = CT - BC

² Rapport LCSQA, 2015 : <https://www.lcsqa.org/fr/rapport/2015/ineris/impact-combustion-biomasse-concentrations-pm10-programme-cara-hiver-2014-2015>

Les contributions calculées de PM_{ff} et PM_{wb} sont des **estimations**, il est donc important de les considérer comme des ordres de grandeurs.

2.7. Mesure du Black Carbon (BC) au niveau du Havre

En 2021, l'analyse des données de l'AE33 situé au Havre (station HVH) indique une fraction majoritaire de BC issue de la combustion d'hydrocarbures (de l'ordre de 68 %) ; les 32 % restants étant attribuables à la combustion de la biomasse (Figure 1).

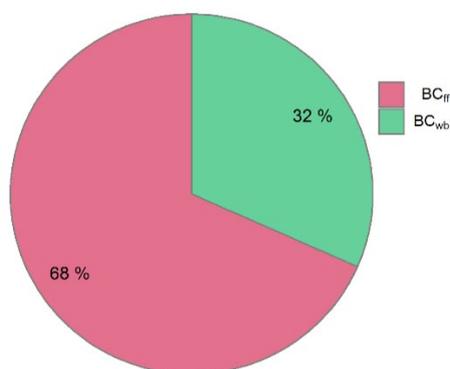


Figure 1: Composition (en pourcentage) du Black Carbon (carbone suie) en 2021 à HVH.

Par ailleurs, les données de l'AE33 montrent que les concentrations maximales en BC ont été mesurées en automne et en hiver (Figure 2). Cette variation est due notamment à l'augmentation de la fraction issue de la combustion de biomasse en lien avec l'utilisation du chauffage résidentiel au bois durant les périodes froides. A noter que la contribution importante de cette source aux émissions de particules pendant les périodes froides n'est pas une spécificité normande, mais concerne aussi les autres régions du territoire national [5].



Figure 2: Evolution des concentrations moyennes mensuelles en carbone suie en 2021 à HVH.

Le BC n'est pas le seul constituant des particules PM₁₀. Comme indiqué ci-dessus, la mesure du BC permet d'estimer la fraction des PM₁₀ attribuable respectivement aux combustions de biomasse (PM_{wb}) et de combustibles fossiles (PM_{ff}).

La Figure 4 présente la contribution des phénomènes de combustion dans les particules PM₁₀ sur l'année 2021. En moyenne, les deux sources de combustion expliquent 16 % de la concentration massique des PM₁₀ mesurée au niveau de la station HVH.

Comme illustré dans la Figure 4, l'influence saisonnière est bien marquée pour la fraction des PM₁₀ issues de la combustion biomasse. En effet, la contribution minimale des PM_{wb} est de 4 % en juillet et atteint 28 % en janvier. En revanche, la part de PM₁₀ issue de la combustion de carburants fossiles présente peu de variations (3 – 8 %) suivant les mois, en raison d'une source relativement constante au cours de l'année (majoritairement associée au transport routier).

Les autres sources de PM₁₀ communément retrouvées en France sont liées aux **émissions primaires** (ex : sels marins, poussières minérales, trafic maritime, émissions biogéniques ou industrielles, etc.) et les **particules secondaires organiques ou inorganiques**, qui résultent de la conversion en particules, des gaz présents dans l'atmosphère³.

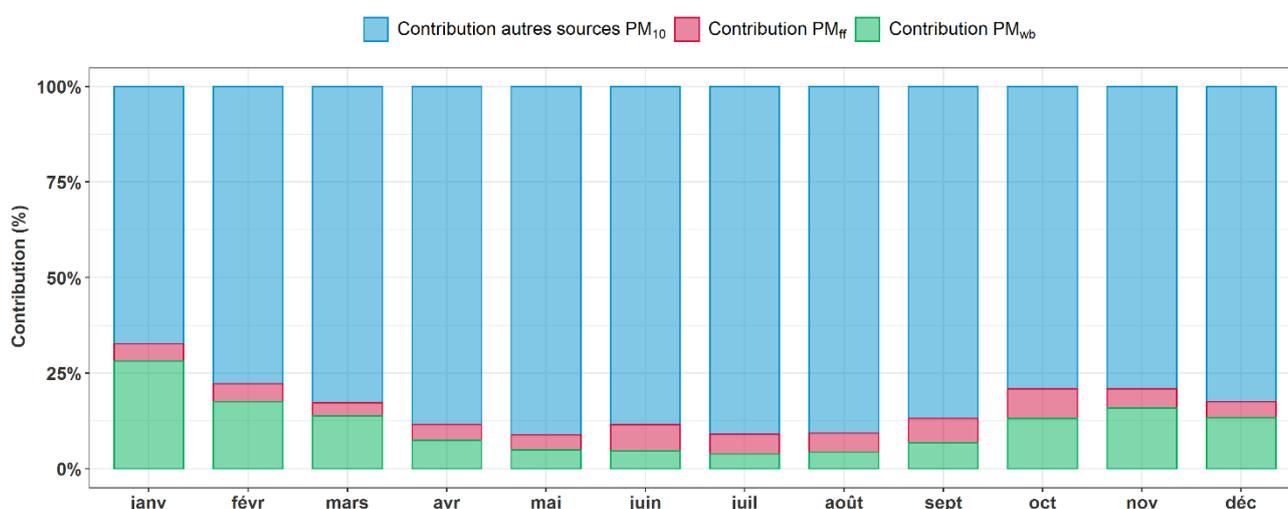


Figure 3: Moyennes mensuelles des contributions aux PM₁₀ des fractions issues des combustions de biomasse et de carburants fossiles en 2021 au niveau de la station du Havre Ville Haute (HVH).

³ <https://www.lcsqa.org/fr/rapport/2016/ineris/traitement-harmonise-jeux-donnees-multi-sites-etude-sources-pm-positive-matrix-f>

3. Feux de forêts : impact sur la qualité de l'air

3.1. Concentrations atmosphériques en PM₁₀

Afin d'évaluer l'influence des incendies de forêts sur les concentrations de particules fines, Atmo Normandie a exploité les données issues de son réseau de mesures automatiques entre le 1^{er} juillet et le 31 août 2022 sur plusieurs stations de mesure géographiquement espacées (voir Figure A- 1 en annexe). Les stations sélectionnées sont caractéristiques de la pollution de fond urbaine.

La Figure 4 présente l'évolution des concentrations journalières de PM₁₀ enregistrée sur cinq stations de mesures localisées sur les départements de la Seine-Maritime, du Calvados et de l'Orne. Les mesures font état de hausses ponctuelles du niveau des PM₁₀ sur l'ensemble des sites. En particulier, des niveaux élevés de PM₁₀ ont été successivement enregistrés entre le 19 et le 20 juillet 2022 puis du 12 au 17 août 2022. Ces hausses sont globalement synchrones entre les sites (Figure 4).

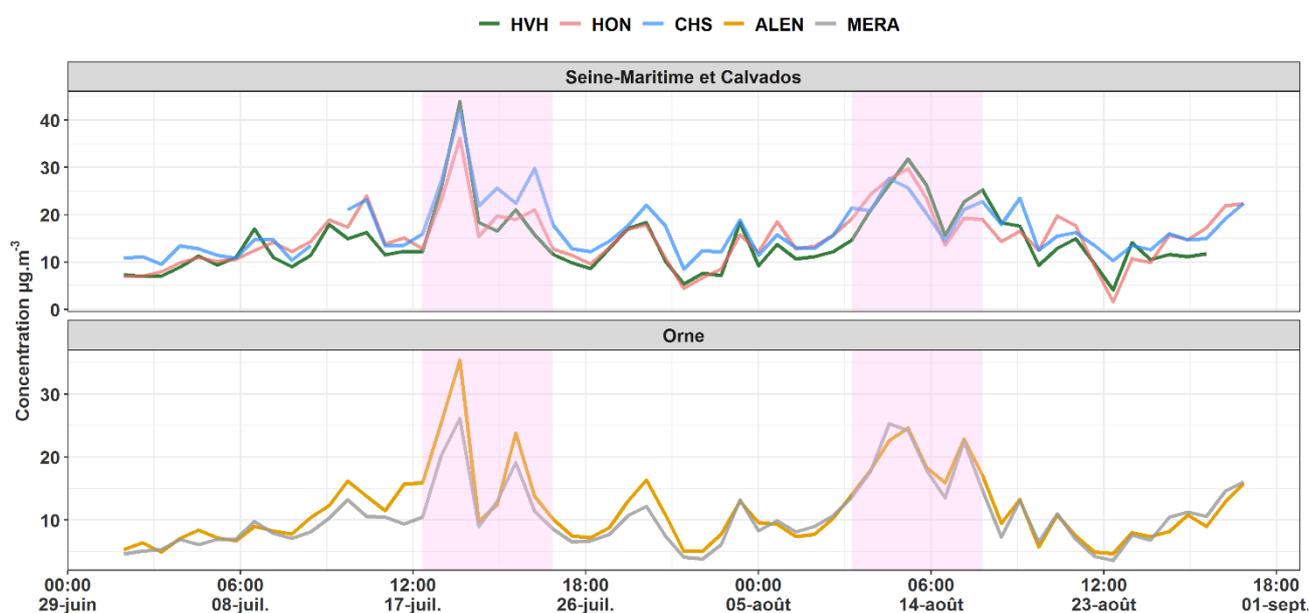


Figure 4: Evolution des concentrations journalières de particules PM₁₀ mesurées sur 5 stations d'Atmo Normandie entre le 1^{er} juillet et le 31 août 2022.

La suite de l'exploitation de données sera focalisée sur la compréhension des deux épisodes cités précédemment.

3.2. Episode du 19 au 20 juillet 2022

3.2.1. Principaux incendies durant cet épisode

Le mardi 12 juillet 2022, deux incendies de forêts se sont déclarés en Gironde, l'un à Landiras et l'autre à La Teste-de-Buch [6]. Ces incendies ont provoqué l'évacuation de plus de 36 750 personnes et ont brûlé près de 20 800 hectares de végétations (13 800 hectares à Landiras et 7 000 hectares à La Teste de Buch)[6]. Du côté de la Bretagne, un incendie s'est déclaré le 18 juillet 2022 sur le secteur des Monts d'Arrée. Cet incendie a brûlé près de 2 208 hectares de végétations [7].

Au moment de la rédaction de cette note, l'ensemble de ces feux étaient éteints.

3.2.2. Concentrations horaires en PM₁₀ au moment des incendies

En septembre 2022, l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris) a publié sur son site internet une modélisation numérique de la dispersion et du transport des particules émises par les feux de forêts majeurs survenus en France lors de l'été 2022 [8]. Ces simulations montrent que les panaches de fumée liés aux feux de la Gironde (Landiras et La Teste-de-Buch) ont touché la Normandie l'après-midi du 19 juillet 2022 [8, 9]. Quant aux feux survenus sur le secteur des Monts d'Arrée, le panache a balayé la Normandie en début d'après-midi du mercredi 20 juillet 2022 [8].

Ces observations sont cohérentes avec les origines des masses d'air arrivant sur la Normandie (Figure A- 2 en annexe).

Atmo Normandie a effectivement mesuré sur ses stations des pics ponctuels modérés de particules PM₁₀ (Figure 5) dans la nuit du 19 au 20 juillet 2022. Localement, les concentrations horaires en PM₁₀ enregistrées ont dépassé les 50 µg.m⁻³. Cependant, ces hausses n'ont pas entraîné de dépassement du seuil d'information et de recommandations basé sur une moyenne journalière à 50 µg.m⁻³.

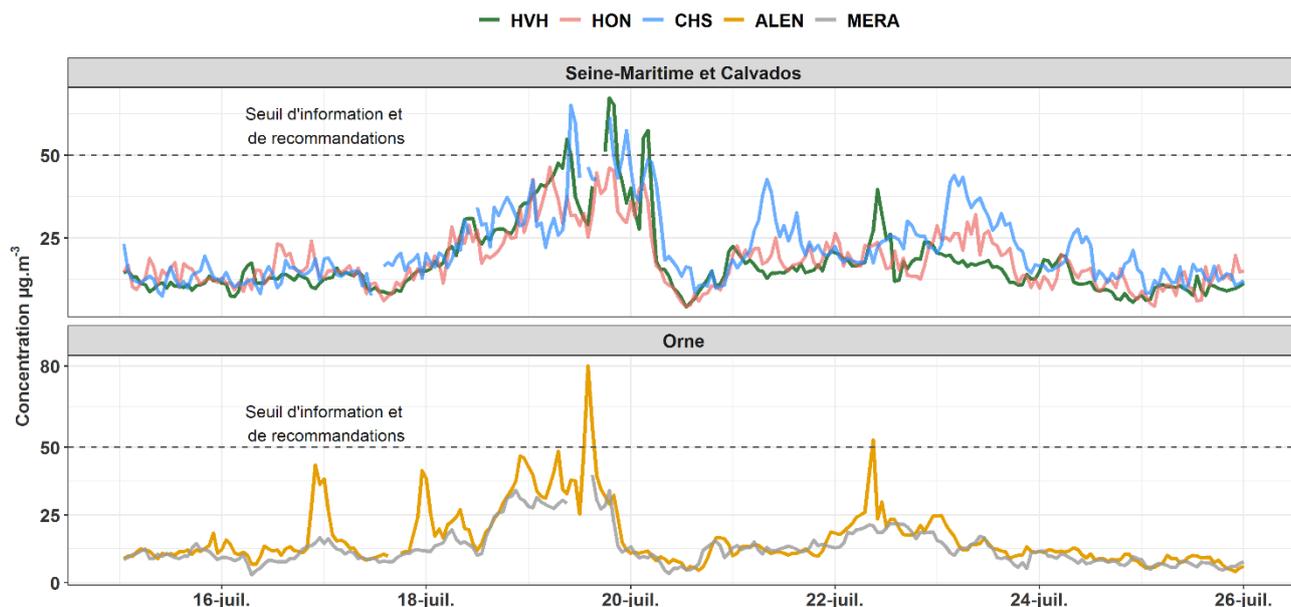


Figure 5: Evolution des concentrations horaires de PM₁₀ enregistrée sur cinq stations de mesures en Normandie. Les données présentées sont celles des stations suivantes : Le Havre ville haute (HVH), Honfleur (HON), Centre Hospitalier spécialisé du Rouvray (CHS), Alençon (ALEN) et La Coulonche (site MERA).

Les concentrations atmosphériques en PM_{2.5} et PM₁ sont également surveillées en continu au niveau de la station HVH située au Havre. On constate à la fois une forte synchronisation et un très faible écart entre les concentrations de PM₁₀ et celles des PM₁⁴ et PM_{2.5} (voir Figure A- 3 en annexe) en particulier dans la nuit du 19 au 20 juillet 2022. De plus, l'augmentation des niveaux de PM₁₀ dans la soirée du 19 au 20 juillet coïncide avec l'augmentation de la fraction des PM issues de la combustion de biomasse, suggérant une incidence probable du panache des incendies de végétation sur les niveaux de particules mesurés durant cet épisode. Cependant, la hausse de PM₁₀ observée dans la matinée du 19 juillet 2022 ne semble pas être associée aux incendies de végétations, car elle ne coïncide pas avec une augmentation du niveau des particules carbonées. De plus, ces particules sont majoritairement constituées de fractions grossières (Figure A- 3 en annexe).

⁴ Pour rappel, les poussières issues de la combustion sont très fines

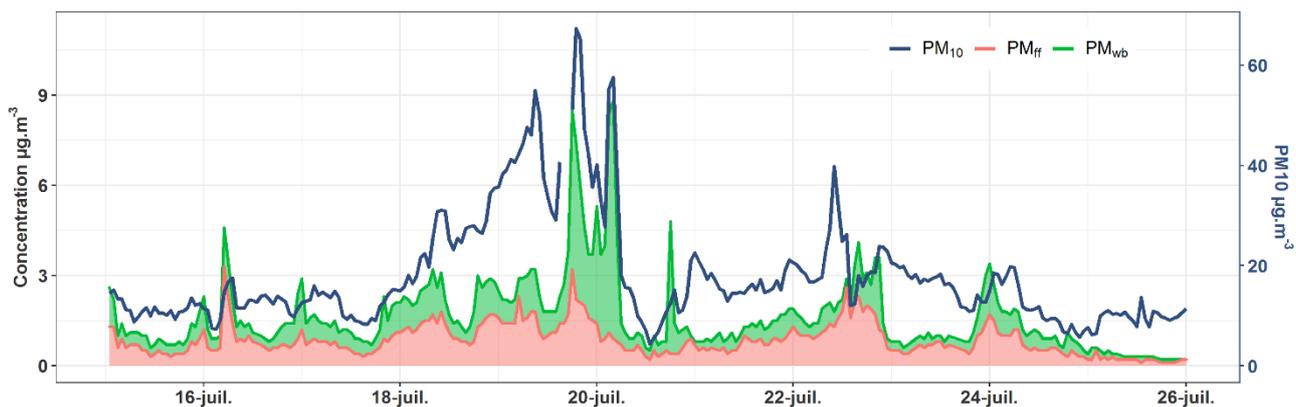


Figure 6: Suivi temporel des concentrations horaires de PM₁₀ mesurées à HVH et des fractions PMff et PMwb estimées.

3.3. Episode du 11 au 17 août 2022

3.3.1. Principaux incendies en Normandie durant cet épisode

En août 2022, plusieurs régions de France, y compris la Normandie, ont été touchées par de nombreux feux de forêts et de parcelles agricoles.

Parmi les principaux feux de végétation qui ont sévi en Normandie, on peut citer :

- L'incendie de végétation survenu dans la nuit 9 au 10 août dans un sous-bois de la commune de Bosrobert [10].
- L'incendie de végétation survenu le 11 août dans les communes de Montigny et de Montérolier [11, 12].
- L'incendie survenu entre le 12 et le 14 août dans la forêt de Montfort-sur-Risle au niveau d'Écaquelon. Selon l'Office National des Forêts, il s'agissait du plus important feu de forêt du département de l'Eure depuis 1976 [13].

A noter que d'autres incendies moins intenses sont survenus sur plusieurs communes normandes durant cet épisode. Plusieurs feux de végétations étaient également en cours dans d'autres régions de la France.

3.3.2. Concentrations horaires en PM₁₀ au moment des incendies

Atmo Normandie a mesuré des pics modérés de particules PM₁₀ entre le 11 et le 17 août 2022 (Figure 7). Cependant, ces hausses n'ont pas entraîné de dépassement du seuil d'information et de recommandations basé sur une moyenne journalière à 50 µg.m⁻³.

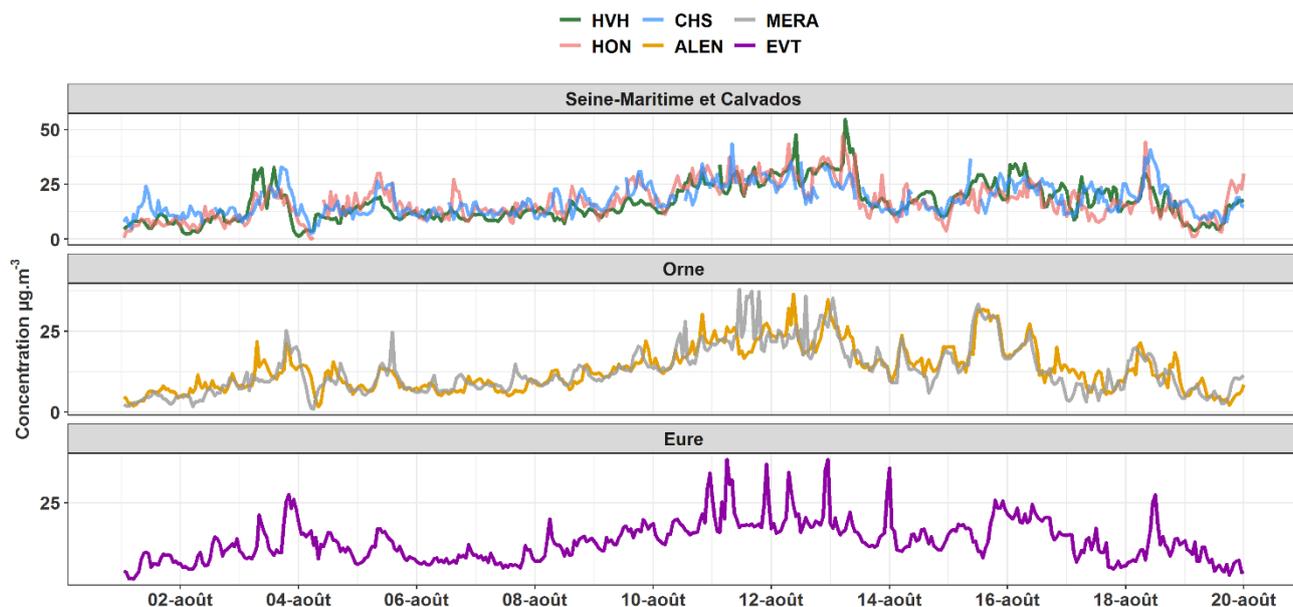


Figure 7: Evolution des concentrations horaires de PM₁₀ enregistrée sur six stations de mesures d'Atmo Normandie. Les données présentées sont celles des stations suivantes : Le Havre ville haute (HVH), Honfleur (HON), Centre Hospitalier spécialisé du Rouvray (CHS), Alençon (ALEN), Evreux centre (EVT) et La Coulonche (site MERA).

Si l'on regarde plus en détail la composition des particules mesurées au niveau de la station du Havre Ville Haute (HVH), un faible écart entre les pics de PM₁₀, PM_{2.5} et PM₁ est une nouvelle fois observé à partir du 13 août 2022 (Figure A- 4 en annexe). Par ailleurs, l'analyse des données de l'AE33 montre que les deux sources de combustion sont bien présentes durant cet épisode, avec une prépondérance des particules issues de la combustion de biomasse (Figure 8).

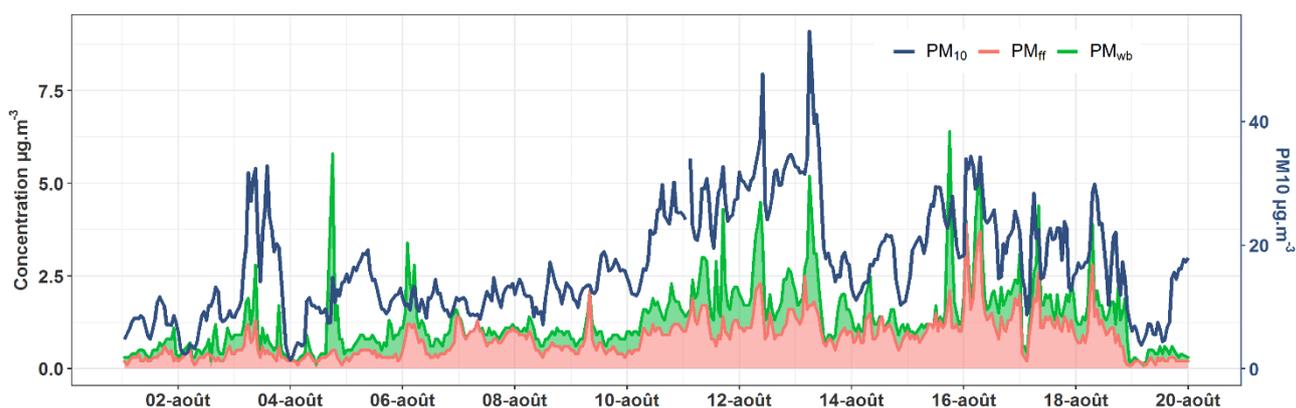


Figure 8: Suivi temporel des concentrations horaires de PM₁₀ mesurées à HVH et des fractions PM_{ff} et PM_{wb} estimées.

Les particules carbonées émises par la combustion de biomasse sont particulièrement riches en carbone organique [5]. L'analyse des données du TCA-08 montre que le carbone organique représente 75 à 95 % de la masse totale des particules carbonées mesurées durant

cet épisode (Figure A- 5 en annexe), confirmant une incidence des feux de végétation sur les niveaux de particules mesurés durant cet épisode.

3.3.3. Rose de pollution du PM_{wb}

Une rose de pollution permet de représenter la concentration moyenne d'un polluant (symbolisée par un gradient de couleur) en fonction de la direction et de la vitesse du vent (représentée par des cercles).

En termes de qualité de l'air, si les fortes concentrations sont mesurées par vents faibles (< 3 m.s⁻¹), cela indique une augmentation de concentrations liée à des conditions météorologiques peu favorables à la dispersion des émissions locales du polluant, et donc une influence de source plutôt locale. A contrario, si elles sont mesurées par vents soutenus (≥ 3 m.s⁻¹), cela indique une influence de source plus large (source régionale, voire même un import à plus longue distance de particules).

La rose de pollution pour la fraction de BC issue de la combustion de biomasse (PM_{wb}) entre le 1^{er} et le 20 août 2022 au niveau de la station HVH est présentée dans la Figure 9. Celle-ci montre que les fortes concentrations en PM_{wb} ont été observées par vents faibles à soutenus en provenance de diverses directions. Ces observations indiquent une influence de sources **locale** et **plus large** en lien avec les incendies de végétation qui sévissaient en France.

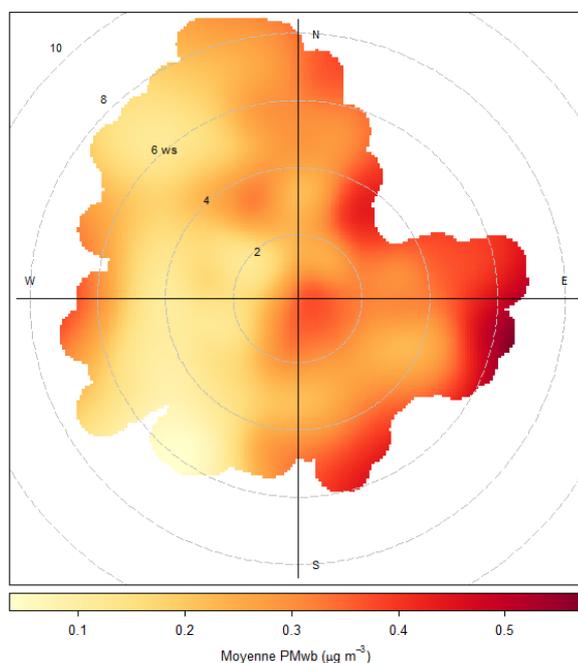


Figure 9: Rose de pollution du PM_{wb} pour le site HVH entre le 1^{er} et le 20 août 2022. Le 75^{ième} percentile des concentrations (c'est-à-dire la valeur au-dessous de laquelle se situent au moins 75 % des concentrations mesurées) des données horaires a été utilisé pour générer ce graphique.

3.3.4. Signalements d'odeurs

Parallèlement à l'augmentation des niveaux de particules dans l'air, Atmo Normandie a recueilli 17 témoignages citoyens concernant des gênes odorantes entre le 12 et le 13 août 2022. Ces témoignages sont répartis sur les départements de la Seine-Maritime et du Calvados (Figure 10), sans tendance spatio-temporelle claire par rapport à une source odorante précise.



Figure 10: Localisation des signalements d'odeurs géo référencés reçus par Atmo Normandie du 12 au 13 août 2022.

Comme illustré dans la Figure 11, le terme odeur de type « brûlé » était majoritairement (56 %) utilisé par les habitants pour décrire les odeurs perçues. Ces odeurs ressenties par les habitants sont très probablement liées aux incendies de végétation.

D'autres évocations plus habituelles, à savoir odeur de type « soufré » et « hydrocarbures », ont aussi été rapportées par certains habitants (Figure 11).

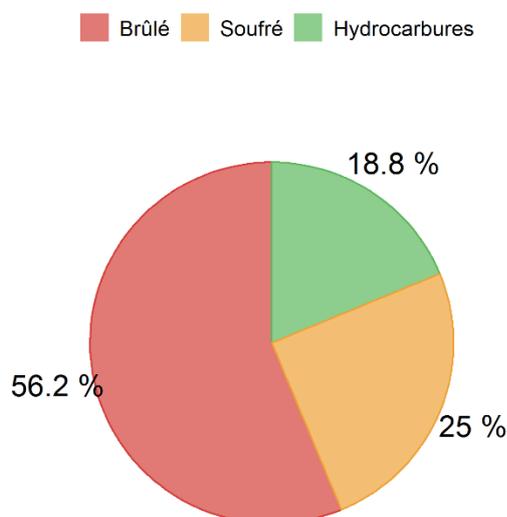


Figure 11: Répartition en pourcentage des évocations d'odeurs renseignées par les habitants entre le 12 et le 13 août 2022.

3.3.5. Signalements d'odeurs et symptômes santé recensés

Parmi les signalements d'odeurs recueillis sur la plateforme déclarative ODO (remplacée maintenant par la plateforme Signal'air : <https://www.signalair.eu/fr/>), 11 déclarants ont rempli la rubrique « symptôme de santé » pour préciser s'ils avaient ou non eu des symptômes en lien avec l'épisode odorant. Ainsi, 24 % de ces témoignages sont associés à au moins un symptôme de santé (Figure 12A). Parmi les symptômes cités figurent les maux de tête (de l'ordre de 12 % des signalements), des picotements et/ou irritations (6 %) et des gênes respiratoires (6 %) (Figure 12B).

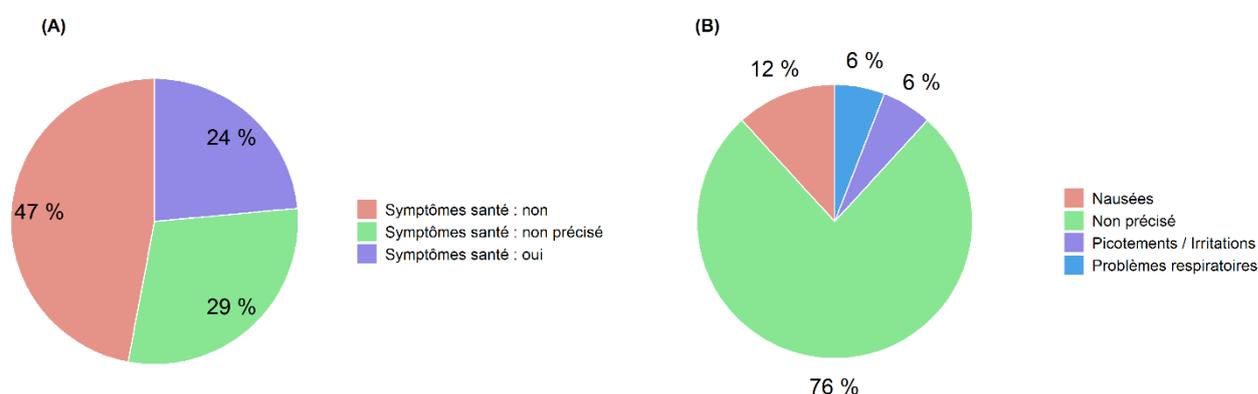


Figure 12: Déclaration de symptômes sanitaires (A) et répartition en pourcentage des évocations sanitaires associées (B).

4. Conclusions

De nombreuses études scientifiques ont montré que les incendies de végétation dégradent fortement la qualité de l'air [2, 4]. Atmo Normandie a mesuré des augmentations ponctuelles de concentrations de particules fines cet été. L'analyse des conditions météorologiques et de la spéciation chimique du carbone suie a mis en évidence une incidence de la végétation brûlée sur la qualité de l'air en Normandie. Localement, les concentrations horaires maximales en particules PM₁₀ mesurées ont dépassé les 50 µg.m⁻³, mais ces hausses n'ont pas entraîné de dépassement du seuil d'information et de recommandations, basé sur une moyenne journalière.

L'intensification des vagues de chaleur annoncée, sous l'effet du réchauffement climatique, exacerbera la fréquence et l'intensité des feux de forêts. Cette étude confirme que les panaches de fumée générés par ces incendies devraient entraîner une augmentation des concentrations atmosphériques en particules en suspension nuisibles à la santé humaine, y compris en Normandie.

5. Annexes

5.1. Représentations graphiques

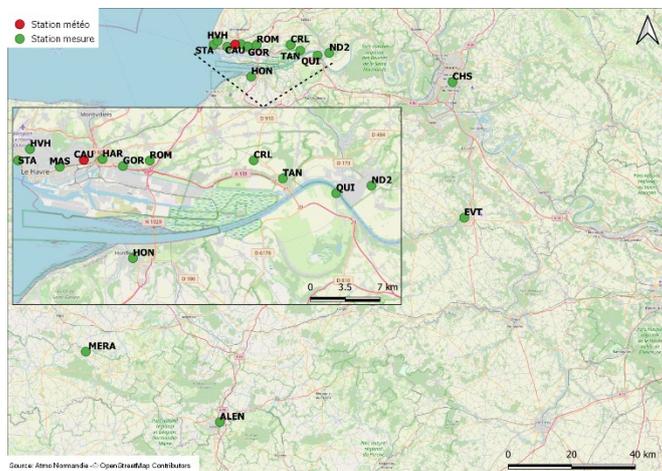


Figure A- 1: Localisation des stations d'Atmo Normandie utilisée dans le cadre de cette étude.

La rétrotrajectoire du 19 juillet à 18h (TU) montre une masse d'air en provenance du Sud-Ouest de la France. Le matin du 20 juillet, les masses d'air ont survolé la Bretagne avant d'arriver en Normandie.

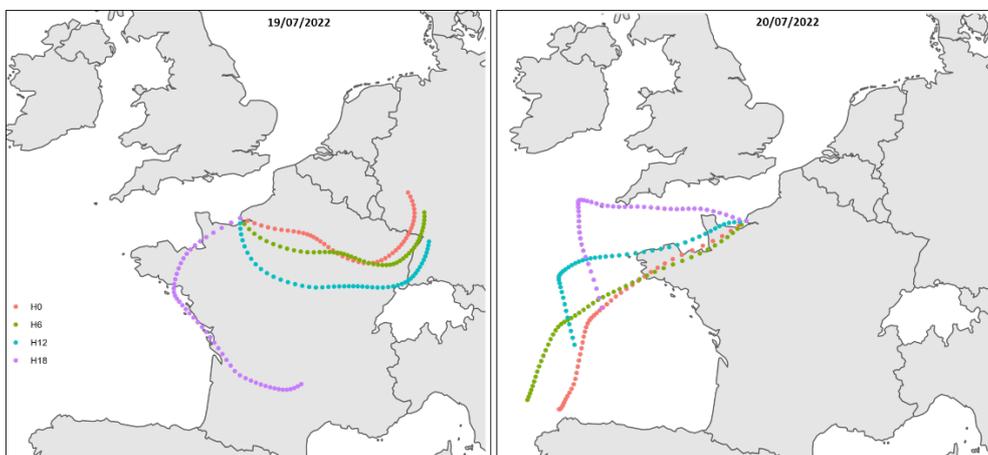


Figure A- 2: Les rétro-trajectoires indiquant la provenance des masses d'air continentales observées au-dessus du Havre. Rétro-trajectoires calculées avec les archives des réanalyses NOAA NCEP pour le 19 et le 20 juillet 2022. Pour chaque date, quatre retro-trajectoires (une simulation toutes les 6h) ont été calculées entre 0h00 et 18h00 GMT.

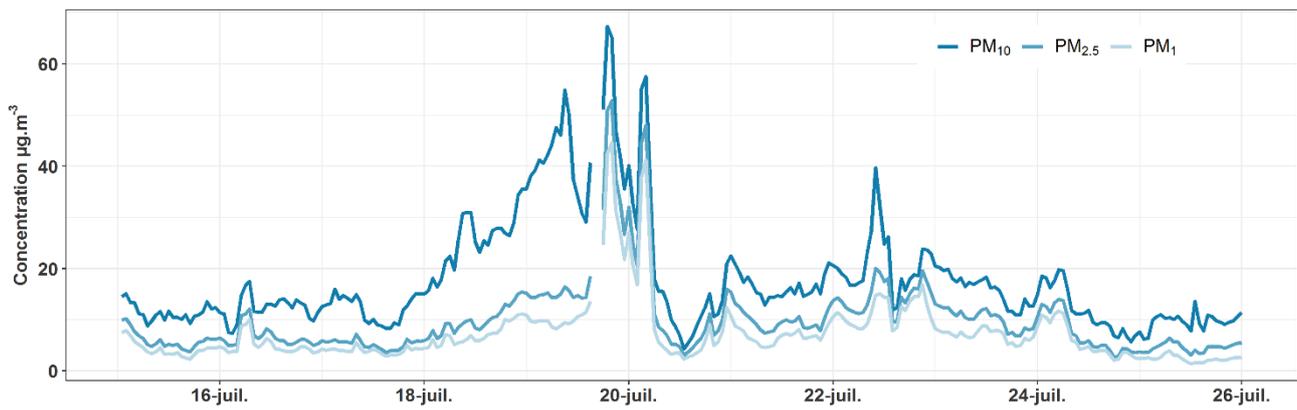


Figure A- 3: Evolution des concentrations horaires de particules mesurées à la station du Havre ville Haute (HVH) entre le 15 et le 26 juillet 2022.

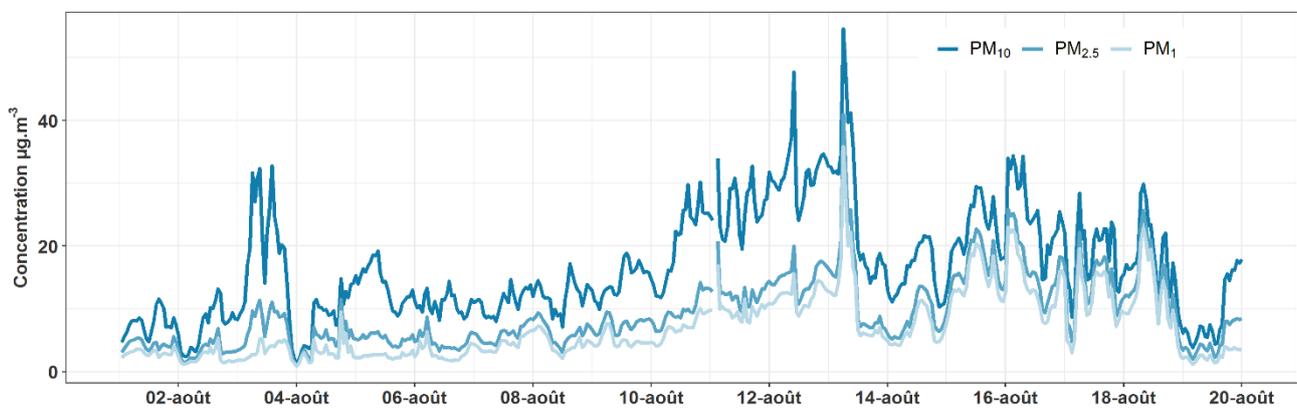


Figure A- 4: Evolution des concentrations horaires de particules mesurées à la station du Havre ville Haute (HVH) entre le 1er et le 20 août 2022.

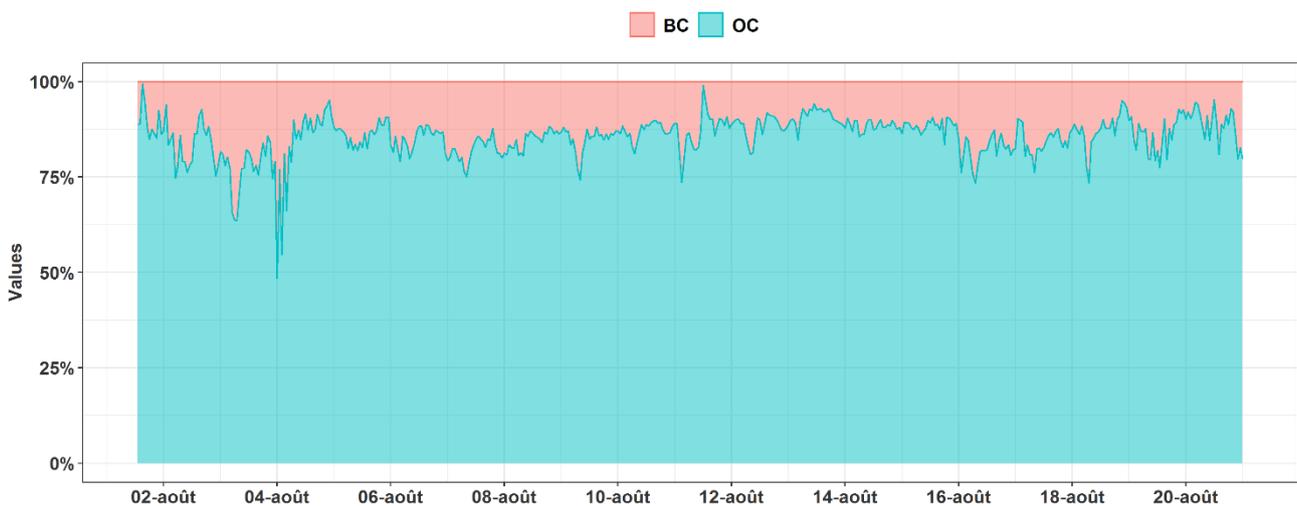


Figure A- 5: Répartition des concentrations horaires de particules carbonées entre le carbone organique OC et le carbone élémentaire BC sur la base des mesures réalisées à la station du Havre Ville Haute (HVH) entre le 1^{er} et le 20 août 2022.

5.2. Référence bibliographique

1. The EFFIS - European Forest Fire Information System - Statistics Portal. Accessed October 4, 2022. <https://effis.jrc.ec.europa.eu/apps/effis.statistics/estimates>
2. Redaelli M, Declercq C. Pollution particulaire de l'air par le brûlage de déchets verts: ce que dit l'expertise de l'ANSES Particulate air pollution from green waste burning: a summary from the ANSES report. *Pollut Atmos*. Published online 2012:4.
3. *Les Impacts Sanitaires Des Particules Liées Aux Incendies de Forêt*; 2013. Accessed October 4, 2022. https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1679_ImpactsSanitParticulesIncendiesForet.pdf
4. Leonelli L. *Caractérisation des fumées issues de feux de végétation contrôlés: termes sources, phases d'émissions et impact sur les opérationnels*. 2021.
5. *Effets sanitaires liés à la pollution générée par les feux de végétation à l'air libre*; 2012. Accessed October 4, 2022. <https://www.anses.fr/fr/system/files/AIR2010sa0183Ra.pdf>
6. Incendies en Gironde. Published July 25, 2022. Accessed October 4, 2022. <https://www.gironde.gouv.fr/index.php/Actualites/Communique-de-presse2/Incendies-en-Gironde-conference-de-presse-incendies-25-juillet-2022>
7. Monts d'Arrée – tous les feux sont désormais éteints. Published September 6, 2022. Accessed October 4, 2022. <https://www.finistere.gouv.fr/content/download/53084/366783/file/2022.09.06%20-%20CP%20Monts%20d'Arr%C3%A9e%20-%20incendies%20%C3%A9teints.pdf>
8. Feux de forêts de l'été 2022: retour sur l'impact sur la qualité de l'air | Ineris. Published September 12, 2022. Accessed October 4, 2022. <https://www.ineris.fr/fr/ineris/actualites/feux-forets-ete-2022-retour-impact-qualite-air>
9. Feux de forêts en Gironde: impact sur la qualité de l'air à l'échelle nationale | Ineris. Published July 19, 2022. Accessed October 4, 2022. <https://www.ineris.fr/fr/ineris/actualites/feux-forets-gironde-impact-qualite-air-echelle-nationale>
10. Ouest-France. Dans l'Eure, un important feu de forêt près de Bourg-Achard. Ouest-France.fr. Published August 10, 2022. Accessed October 4, 2022. <https://www.ouest-france.fr/normandie/evreux-27000/dans-l-eure-un-important-feu-de-foret-se-declare-dans-la-nuit-du-10-aout-e5bda542-187c-11ed-b714-e1bab9af3e0e>
11. MARIN-CURTOUD B. L'IMAGE. Près de Rouen, un feu d'espace naturel se déclare sous une ligne à haute tension. Paris-Normandie. Published August 11, 2022. Accessed October 4, 2022. <http://www.paris-normandie.fr/id332791/article/2022-08-11/pres-de-rouen-un-feu-despace-naturel-se-declare-sous-une-ligne-haute-tension>
12. Ouest-France. En Seine-Maritime, près de 100 hectares brûlés dans deux incendies de grande ampleur. Ouest-France.fr. Published August 11, 2022. Accessed October 4, 2022. <https://www.ouest-france.fr/normandie/seine-maritime/en-seine-maritime-un-feu-de-chaume-s-etend-sur-80-hectares-un-pompier-legerement-blesse-7f707dc0-197e-11ed-8966-3007dca06e95>
13. Feu historique en Normandie. Office national des forêts. Published August 17, 2022. Accessed October 4, 2022. <https://www.onf.fr/vivre-la-foret/+/172e::feu-historique-en-normandie.html>



RETROUVEZ TOUTES
NOS **PUBLICATIONS** SUR :
www.atmonormandie.fr

Atmo Normandie

3 Place de la Pomme d'Or, 76000 ROUEN

Tél. : +33 2.35.07.94.30

Fax : +33 2.35.07.94.40

contact@atmonormandie.fr

