

Incendie sur la Plateforme Normandie de Total Raffinage France à Gonfreville- l'Orcher le 14 décembre 2019

Point d'information

PI_2020_07_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 Haute-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_2020_07_V1

Le 3 septembre 2020,

Le Rédacteur,

Benoit Wastine

Le Responsable du pôle Campagne 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. Introduction	4
2. Synthèse des informations disponibles	4
2.1. Rappel des faits	4
2.2. Les conditions météorologiques	5
2.3. Modélisation du panache	5
2.4. Les signalements	6
2.5. Les mesures de la qualité de l'air	7
3. Interprétation des informations en possession d'Atmo Normandie	14
4. Conclusion	15
5. Annexes	17
5.1. Description des moyens de prélèvement mis en œuvre	17
<i>Les canisters</i>	17
<i>Les tubes à diffusion passive</i>	17
5.2. Mesures météorologiques	18
5.3. Modèle HYSPLIT	19
5.4. Les mesures de la qualité de l'air	20
5.5. Mesure du Black Carbon (BC) à Petit-Quevilly le 14-décembre	21
5.6. Analyse des échantillons prélevés par canister sous le panache de l'incendie à l'extérieur du site le 14 décembre	22
5.7. Analyse de l'échantillon prélevé par canister sur la ZIP le 16 décembre alors que des odeurs étaient signalées	22
5.8. Roses des vents établies pour la période du 09 au 16 décembre	23
5.9. Analyse des échantillons prélevés sur la ZIP par tubes passifs entre le 09 et le 16 décembre	23
5.10. Roses des vents établies pour la période du 12 au 19 décembre	24
5.11. Analyse des échantillons prélevés sur la ZIP par tubes passifs entre le 12 et le 19 décembre	24
5.12. Roses des vents établies pour la période du 19 au 26 décembre	25
5.13. Analyse des échantillons prélevés sur la ZIP par tubes passifs entre le 19 et le 26 décembre	25
5.14. Comparaison des concentrations mesurées pendant et après l'incendie	26
5.15. Bilan des espèces mesurées lors des différents prélèvements et valeurs sanitaires associées	27



1. Introduction

Le samedi 14 décembre 2019 vers 05h, la direction d'Atmo Normandie a reçu un appel du CODIS¹ faisant état d'un incendie d'hydrocarbures en cours depuis environ 04h sur la raffinerie de la plateforme Normandie TOTAL Raffinage France à Gonfreville l'Orcher. Cet événement n'a occasionné aucun blessé corporel ni entraîné de sur-accident mais a été à l'origine d'un important dégagement de fumée, s'étendant sur une grande partie de la zone industrielle du Havre.

Moins de 3 mois après l'incendie Lubrizol-NL Logistique à Rouen, cet incident fut à nouveau l'occasion pour Atmo Normandie de déployer les moyens d'action prévus dans le cadre de son programme de gestion des situations accidentelles. En collaboration directe avec le SDIS76² et les autorités impliquées dans la gestion de la crise, Atmo Normandie a ainsi échangé des informations issues de son réseau de mesure automatique de surveillance de la qualité de l'air. Des canisters ont été livrés en urgence aux sapeurs-pompiers pour que ces derniers puissent réaliser un maximum de prélèvements d'échantillons d'air. Atmo Normandie a ensuite pris en charge l'analyse des échantillons en sollicitant le laboratoire Tera Environnement qui a pu fournir des résultats d'analyse dès le lendemain de l'incendie. D'autres mesures ont été effectuées à l'initiative d'Atmo Normandie qui a monopolisé tous ses moyens disponibles sur la zone afin d'avoir une analyse la plus exhaustive possible de l'impact de l'incendie sur la qualité de l'air ambiant.

Si Atmo Normandie publiait dès le 23 décembre sur son site internet un communiqué présentant les premiers résultats d'analyse disponibles, l'objectif de la présente note est de fournir une synthèse détaillée des informations accumulées dans le cadre du programme d'actions mis en place pour surveiller l'impact de l'incendie. Ce rapport est produit dans la continuité des travaux menés dans le cadre de l'instruction 12 aout 2014 qui demande aux AASQAs³ d'être attentives aux signaux de pollution atmosphérique définis localement en partenariat avec les services de l'État.

2. Synthèse des informations disponibles

2.1. Rappel des faits

Dans la nuit du samedi 14 décembre 2019, un incendie s'est déclaré sur le site de la raffinerie au sein de la plateforme Normandie TOTAL Raffinage France à Gonfreville l'Orcher. Vers 3h45, un feu a pris au sein d'une unité de raffinage. A 04h, l'exploitant déclenchait son plan d'opération interne (POI⁴).

Comme indiqué par la préfecture, des mesures d'évaluation du risque chimique pour les populations (essentiellement les personnels travaillant sur la zone industrielle) ont été réalisées par le SDIS dès l'arrivée des sapeurs-pompiers sur site. Elles n'ont pas fait apparaître d'élément de toxicité immédiate. La CASU⁵ a été sollicitée à 07h35 par les autorités pour avoir des informations sur les polluants susceptibles d'être émis dans

1 Centre Opérationnel d'Incendie et de Secours. En Seine Maritime, le CODIS est basé à Yvetot.

2 Service Départemental d'Incendie et de Secours de Seine Maritime

3 Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l'Air. Il existe une AASQA par région.

4 Le Plan d'Opération Interne (POI) est un plan de secours pour tout incident/accident restant circonscrit dans les limites d'un établissement SEVESO. Il doit être rédigé en prenant en compte les éléments contenus dans l'étude des dangers (notamment les scénarios d'accidents) et désigne, pour l'établissement concerné, un responsable de son application et un personnel qualifié pour son exécution.

5 Cellule d'Appui aux Situations d'Urgence (CASU) : opérée par l'INERIS 24 heures sur 24 et 7 jours sur 7, la cellule apporte aux autorités publiques une aide à la décision immédiate en cas de dangers à caractère technologique avéré ou imminent pour l'homme ou l'environnement.

l'environnement issus de la combustion du pétrole brut et sur les méthodes à mettre en œuvre pour détecter ces substances dans l'environnement. Sept prélèvements d'air ambiant ont été effectués par les équipes du SDIS à l'extérieur du site entre 10h35 et 13h09, sous les vents de la zone incendiée, afin de disposer d'échantillons permettant d'évaluer l'impact du sinistre sur la qualité de l'air environnante. Deux autres prélèvements ont été réalisés au plus près du foyer entre 13h30 et 14h00 dans le but de caractériser les principaux composés émis lors la combustion. Tous les prélèvements ont été effectués à l'aide de canisters fournis par Atmo Normandie, avant et pendant le sinistre, conformément à la convention de partenariat signée en 2017 entre les deux organismes (cf. annexe 5.1 pour la description des moyens mis en œuvre).

Le feu principal a été éteint le samedi vers 11h30 et les dernières flammes ont été éteintes le dimanche à 16h. Des opérations de nettoyage et de réglages des unités ont ensuite commencé. Une communication de la plateforme Allo Industrie précisait le lundi 16 décembre à 08h13 que « ces opérations occasionnaient des émergences aux torches et pouvaient générer des nuisances sonores et olfactives ». Des odeurs ont effectivement été signalées et constatées par une équipe d'Atmo Normandie sur la zone industrialo-portuaire (ZIP) le lundi dans la journée et un nouveau prélèvement d'air par canister sous les vents de la zone sinistrée a été effectué par Atmo Normandie.

Le plan d'opération interne a été levé le lundi 16 décembre à 14 heures et le 23 décembre, soit moins de 10 jours après l'incendie, Atmo Normandie publiait un communiqué sur son site internet présentant les premiers résultats d'analyse des échantillons prélevés par canister.

2.2. Les conditions météorologiques

Au moment où l'incendie s'est déclaré dans la nuit du vendredi au samedi, les vents sur la ZIP étaient bien établis de secteur Ouest avec des vitesses de l'ordre de 5 m/s. Ils ont basculé secteur Sud-Ouest à partir de 10h dans la matinée du samedi en restant soutenus jusqu'en début soirée où les vents sont passés de secteur Sud. Pendant toute la durée de l'incendie, les conditions météorologiques sont restées très favorables à la dispersion du panache vers l'Est de la ZIP : absence d'inversion thermique, hauteur de couche limite supérieure à 1000m (d'après les données du modèle Arome de Météo France).

Le dimanche 15 décembre les conditions sont restées globalement stables avec des vents modérés de secteur Sud-Ouest à Sud. La journée du lundi a été marquée avec des vents plus faibles de secteur Sud-Est à Est.

Le détail des données météorologiques mesurées par Atmo Normandie sur la ZIP est présenté en annexe 5.2.

2.3. Modélisation du panache

Afin d'avoir une idée des zones impactées par les rejets de l'incendie, Atmo Normandie a utilisé le modèle HYSPLIT (<http://ready.arl.noaa.gov/HYSPLIT.php>) qui permet de modéliser la dispersion d'un panache dans l'atmosphère. N'ayant pas d'informations précises pour caractériser le terme source, un paramétrage par défaut a été utilisé en vue d'avoir une première représentation indicative de ce qu'a pu être la dispersion du panache en fonction des conditions météorologiques du moment. En particulier, la quantité de polluants émise a été fixée arbitrairement à 1 unité de masse, ce qui signifie qu'il faut interpréter les résultats de la simulation non pas comme des valeurs de concentration mais plutôt comme des valeurs de facteur de dilution auxquelles



un coefficient multiplicatif pourra être appliqué une fois la quantité exacte de polluants rejetés connue. Une description du modèle HYSPLIT ainsi que le paramétrage utilisé sont présentés en annexe 5.3.

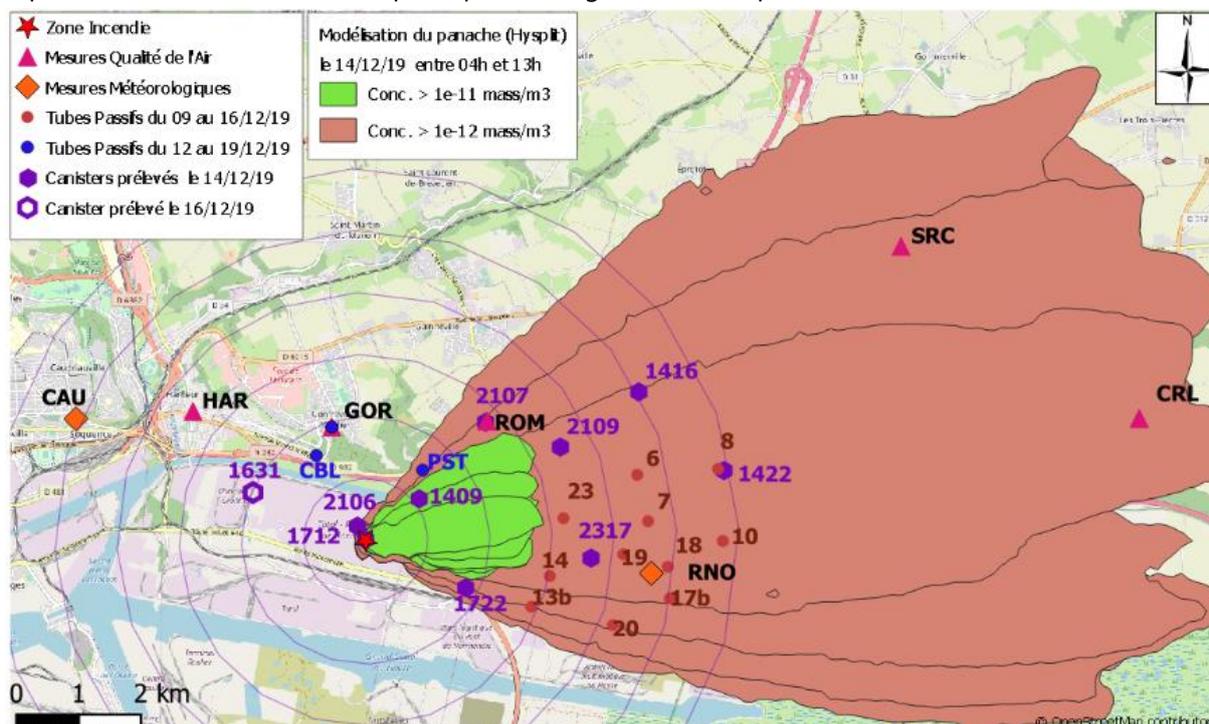


Figure 1: localisation des sites de mesures et principales zones impactées par le panache de l'incendie d'après le modèle HYSPLIT (modélisation 'a priori' des rejets sans connaissance précise du terme source ; le modèle simule la dispersion du panache en calculant un facteur de dilution)

La figure 1 présente les résultats obtenus en intégrant les rejets de l'incendie sur des pas de temps horaires entre 04h et 13h le samedi 14 décembre. Les zones les plus impactées par le nuage, c'est-à-dire présentant les deux facteurs de dilution les plus élevés, sont représentées. L'étendue de la zone d'impact principale couvre une quinzaine de kilomètres vers l'Est avec des concentrations maximales de polluants attendues dans un rayon de 2km. Dans le détail, d'après le modèle, la zone d'impact s'étendait entre 04h et 08h à l'Est/Sud-Est du foyer avant de se décaler légèrement vers le Nord-Est jusqu'à 12h. A partir de 12h, le nuage de pollution s'est à nouveau stabilisé à l'Est du sinistre.

2.4. Les signalements

Date	Commune	Détails
14-dec 10h00	Gainneville	Odeurs nauséabondes, nausée
14-dec 13h00	Sandouville	Odeurs d'hydrocarbures, par bouffées, très gênant
15-dec 18h20	Gonfreville l'Orcher	Odeurs d'hydrocarbures, en continu, très gênant
16-dec 08h00	Manéglise	Odeurs d'hydrocarbures. Fortes odeurs ressenties le samedi 15-dec en soirée également
16-dec 15h30	Le Havre	Odeurs d'hydrocarbures, en continu, très gênant
16-dec 16h30	Le Havre	Odeurs d'hydrocarbures, très prenant de 16h30 à 22h
16-dec 17h05	Le Havre	Odeurs d'hydrocarbures, en continu, gênant
16-dec 21h55	Le Havre	Odeurs d'hydrocarbures, en continu, très gênant

Tableau 1: localisation des signalements d'odeurs reçus par Atmo Normandie et types d'odeur décrits

Atmo Normandie a reçu 8 signalements d'habitants relatifs à des odeurs sur la zone du Havre entre le 14 et 16 décembre. Les signalements étaient localisés au Nord-Est de la zone d'incendie la journée du 14, au Nord la journée du 15 et à l'Ouest le lundi 16, à chaque fois sous les vents de la zone sinistrée. 6 signalements ont été reçus après que l'incendie ait été éteint le 15 décembre après-midi, alors que des opérations de nettoyage et de réglages des unités étaient en cours sur le site de Total.

2.5. Les mesures de la qualité de l'air

De nombreuses mesures dans l'air ont été réalisées pendant et après l'incendie. Tout d'abord, une fois sur place, les sapeurs-pompiers du SDIS76 ont effectué des analyses pour évaluer les risques chimiques encourus. Les mesures de SO₂, NO₂, CO et H₂S n'ont pas fait apparaître d'élément de toxicité immédiat. Les sapeurs-pompiers ont ensuite prélevé 9 échantillons d'air à l'extérieur et à l'intérieur du site à l'aide de canisters. Ces derniers ont été confiés à Atmo Normandie qui a pris en charge leur analyse en vue de caractériser le plus exhaustivement possible l'impact de l'incendie sur la qualité de l'air ambiant. Par ailleurs, Atmo Normandie a pu s'appuyer sur son dispositif permanent de surveillance de la qualité de l'air (une dizaine de stations de mesure sur la zone du Havre) pour suivre en temps réel l'impact du sinistre sur les concentrations de nombreux polluants comme le SO₂, les NO_x, les CO, les COV, les PM10 et PM2.5. Atmo Normandie a également profité de deux campagnes de mesures en cours sur la ZIP au moment de l'incendie pour compléter son analyse de l'impact de l'incident. Les tubes à diffusion passive (cf. annexe 5.1) déployés dans le cadre de ces campagnes ont été utilisés pour détecter là aussi un maximum de composés. Enfin, des odeurs ayant été signalées le lundi 16 décembre sous les vents de la zone incendiée, Atmo Normandie a réalisé un prélèvement par canister sur la ZIP. Les analyses devaient permettre de faire le lien avec les perceptions olfactives tout en vérifiant la toxicité de l'échantillon.

Support de prélèvement	Type de mesure	Période	Nombre
Canisters	Instantanée	14-déc.	9
		16-déc.	1
Tubes à diffusion	Intégrée sur 7 jours	du 09 au 16 déc.	11
		du 12 au 19 déc.	3
		du 19 au 26 déc.	2

Tableau 2: récapitulatif des analyses prises en charge par Atmo Normandie dans le cadre de l'incendie (hors réseau de mesure permanent)

2.5.1. Les mesures continues sur le réseau d'Atmo Normandie

Les mesures de qualité de l'air effectuées dans les stations d'Atmo Normandie sous les vents de l'incendie sont restées inférieures aux valeurs réglementaires. Aucune valeur de concentration inhabituelle n'a même été observée sur les mesures de SO₂, NO, NO₂, CO, PM10 et PM2.5 (cf. Annexe 5.4). A noter que les

stations de mesure d'Atmo Normandie sont situées en zone habitée, à une distance de 2 à 3 km de la zone incendiée pour les plus proches. Or, d'après la modélisation (cf. figure 1), l'impact de l'incendie a été concentré à proximité immédiate du foyer, au niveau de la zone industrielle.

Les valeurs de SO₂ ont bien augmenté à Rogerville (ROM), station de mesure se situant au plus proche de la zone incendiée, quand les vents ont tourné Sud-Ouest dans la matinée. Cette augmentation, qui ne présente pas de caractère exceptionnel, est surtout caractéristique d'une influence de la zone industrielle.

Les mesures de COV effectuées plus à l'Est sur la zone de Port-Jérôme sur Seine n'ont également pas fait apparaître d'impact notable de l'incendie.

Si aucun dépassement de valeurs réglementaires ni aucune valeur atypique n'ont été observés sur le réseau de mesure d'Atmo Normandie, il est intéressant de signaler que le panache de l'incendie a très vraisemblablement été vu sur la station du Petit Quevilly près de Rouen. En effet, une augmentation des niveaux de carbone suie particulaire (Black Carbon ou BC) a été constatée entre 05h et 09h sur l'instrument 'aéthalomètre multi-longueurs d'ondes'. Cet instrument permet de discriminer la part du carbone suie imputable aux combustions de matière organique (mesure du BC dans le proche UV à 370 nm) de celle issue de la combustion d'énergies fossiles (mesure du BC dans l'infrarouge à 880 et 940 nm). Or, entre 05h et 09h, c'est une augmentation du ratio BC_{940nm}/BC_{370nm} dans des proportions assez inhabituelles qui a été observée au Petit-Quevilly traduisant un apport de carbone suie issu majoritairement de combustibles fossiles. De plus, d'après le modèle HYSPLIT, cette augmentation est intervenue au moment où la station de mesure a été sous le panache de l'incendie (cf. annexe 5.5). A noter que bien que cette mesure soit intéressante pour discriminer certaines sources de particules en suspension, elle n'est pas associée à des valeurs réglementaires.

2.5.2. Les prélèvements par canister

Les sapeurs-pompiers ont effectué 7 prélèvements sous les vents de l'incendie en périphérie de la Raffinerie le samedi 14 décembre entre 10h35 et 13h15. Deux autres canisters ont par ailleurs été prélevés sur le site à proximité immédiate du foyer entre 13h30 et 14h. Atmo Normandie a pour sa part réalisé un prélèvement le lundi 16 décembre alors que des opérations de remise en service des installations étaient en cours sur le site de la raffinerie et que des odeurs étaient signalées sur la ZIP. Le détail des prélèvements effectués est présenté dans le tableau 3.

ID	Date prélèvement	Heure prélèvement	Commune prélèvement	Distance au foyer
2317	14-déc	10:35	Sandouville	3.5 km
1722		12:24	Rogerville	2 km
2107		12:35	Rogerville	2.5 km
1422		12:37	Sandouville	6 km
1416		12:49	Oudalle	5 km
2109		13:07	Oudalle	3.5 km
1409		13:09	Rogerville	1 km
2106		13:30	Sur site	à proximité immédiate
1712		14:00	Sur site	
1631	16-déc	16:50	Gonfreville l'Orcher	2 km

Tableau 3: récapitulatif des analyses prises en charge par Atmo Normandie dans le cadre de l'incendie (hors réseau de mesure permanent).

Les canisters utilisés par les sapeurs-pompiers ont été confiés à Atmo Normandie qui les a expédiés dans la foulée au laboratoire Tera Environnement (Crolles, 38). Ils ont été réceptionnés le lendemain, dimanche 15 décembre, et le laboratoire a aussitôt procédé aux analyses. Celles-ci ont consisté à rechercher près d'une centaine d'espèces gazeuses en présence ('screening') en ciblant les composés soufrés, les hydrocarbures aromatiques (benzène, toluène...), les alcanes ainsi que de composés plus légers (éthylène, 1,3 butadiène...).

Le canister actionné par Atmo Normandie le lundi 16 décembre a quant à lui été analysé par le laboratoire de l'IMT Lille Douai qui dispose d'un système d'analyse dédié à la recherche de composés soufrés en très faibles concentrations ; la limite olfactive pour ce type de composés étant très basse. Le canister a été envoyé le 17 et analysé le 18 décembre. Il avait été demandé au laboratoire d'effectuer également un screening en privilégiant la recherche des composés soufrés pour tenter de faire le lien avec la nature des odeurs ressenties sur le secteur.

A noter que les méthodes utilisées par les laboratoires pour l'analyse d'échantillons prélevés dans des canisters ne permettent pas de mesurer tous les types de composés, notamment certains oxygénés. De même, il n'est pas possible d'effectuer des analyses sur la phase particulaire de l'échantillon (PM, dioxines/furanes, HAP, ...).

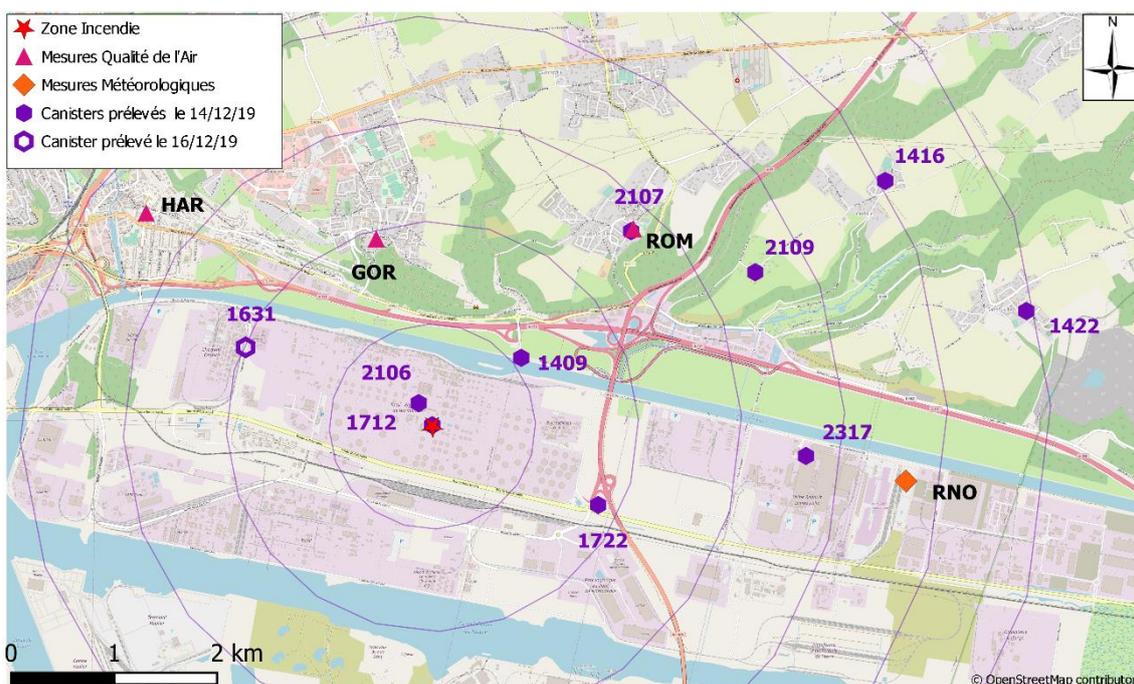


Figure 2: localisation des points de prélèvement par canister.

2.5.2.1. Canisters prélevés « à la source » le 14-décembre

Les deux échantillons 2106 et 1712 ont été prélevés à 30 minutes d'intervalle à proximité immédiate du foyer, une fois celui-ci maîtrisé. Les canisters ont été actionnés dans le panache de l'incendie par les sapeurs-pompiers équipés de protections respiratoires. L'objectif de ces prélèvements « à la source » était d'avoir une

image la plus exhaustive possible des composés émis par l'incendie avec l'idée de pouvoir faire le lien ensuite avec des mesures effectuées dans l'environnement du site, sous les vents du panache.

Au total, 47 composés ont pu être quantifiés dans les deux échantillons par le laboratoire Tera Environnement sur une gamme de concentration s'étalant sur 5 ordres de grandeur. On rappelle que les échantillons ont été prélevés à proximité immédiate du foyer et qu'ils ne sont pas par conséquent représentatifs d'une qualité d'air ambiant. La distribution des espèces en présence est très similaire dans les deux échantillons avec des niveaux de concentration globalement plus élevés pour l'échantillon 1712. Les alcanes de 5 à 14 atomes de carbone sont la famille chimique la plus représentée avec plus de 60% des espèces quantifiées. Les composés aromatiques benzéniques, de 6 à 10 atomes de carbone sont également présents en nombre (de l'ordre de 30%) dans les deux échantillons. Quelques alcènes et le naphthalène, HAP majoritairement présents en phase gazeuse, complètent la composition des prélèvements. Dans les deux échantillons, les alcanes de type n-nonane, n-octane, n-heptane comptent parmi les espèces majoritaires suivies des xylènes pour la famille des composés aromatiques benzéniques. Le n-nonane est d'ailleurs le composé présent en plus grande quantité dans les deux cas. Parmi les espèces minoritaires communes aux deux prélèvements figurent le 2-butène, le cumène (ou isopropylbenzène), des alcanes comme le n-tridécane, le n-dodécane et le naphthalène qui est le composé présent en plus faible quantité dans chaque cas.

2.5.2.2. Canisters prélevés à l'extérieur du site le 14-décembre

7 canisters ont été prélevés par les sapeurs-pompiers entre 10h35 et 13h15 à l'extérieur de la Raffinerie de Normandie Total, sous les vents de l'incendie. Peu d'espèces ont été quantifiées par le laboratoire dans les échantillons, seulement 10 au total (8 alcanes et 2 composés aromatiques benzéniques) qui sont par ailleurs toutes présentes dans les échantillons prélevés « à la source ». Les niveaux de concentration varient de 2.6 µg/m³ (n-pentane, 3-méthyl et n-hexane, 3-méthyl) à 14.6 µg/m³ (toluène) avec pour les 10 composés identifiés le respect systématique des valeurs sanitaires disponibles (cf. annexes 5.6 et 5.15).

Les deux premiers prélèvements réalisés par les sapeurs-pompiers entre 10h35 et 12h24 (canisters 2317 et 1722) ont été marqués par l'absence de composés quantifiables parmi tous ceux recherchés par le laboratoire.

Les échantillons prélevés avec les canisters 2109 et 1409, entre 13h07 et 13h09, sont ceux avec le plus grand nombre d'espèces quantifiées, respectivement 6 et 10. C'est dans l'échantillon 1409 que les concentrations les plus élevées ont été mesurées, sauf pour le toluène avec un maximum dans l'échantillon 2109. Sans pouvoir établir de lien direct avec l'incendie, il faut souligner que, d'après la modélisation, le canister 1409 s'est trouvé dans la zone la plus exposée au panache entre 09h et 12h. C'est le seul canister à présenter cette spécificité.

A noter enfin que sur les 10 espèces mesurées dans les échantillons prélevés à l'extérieur, seules 5 (m+p-xylènes, n-hexane, n-heptane, cyclohexane, méthyl-, toluène) figurent parmi les 10 espèces majoritaires détectées au plus près du foyer.

2.5.2.3. Canister prélevé le 16-décembre après l'incendie

Un technicien d'Atmo Normandie a réalisé un prélèvement sur canister (n° 1631) le 16 décembre dans l'après-midi, route du pont VIII entre la Raffinerie de Normandie et l'entreprise Chevron Oronite, suite à des signalements d'odeurs sur la zone. L'échantillon a été confié au laboratoire de l'IMT Lille Douai qui a pu quantifier 22 composés dont 7 qui n'avaient pas été soit recherchés soit quantifiés dans les échantillons prélevés pendant

l'incendie le 14 décembre. Parmi ces 7 composés, il y a 3 terpéniques (alpha-pinène, beta-pinène et limonène) et 4 alcanes (diméthyl et triméthyl pentanes), mais aucune espèce soufrée n'a été identifiée.

Les niveaux de concentrations varient de $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le pentane, 2,4-diméthyl à $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les m+p-xylènes, et sont à chaque fois inférieurs aux valeurs sanitaires disponibles (cf. annexes 5.7 et 5.15).

A noter que 6 des 22 espèces mesurées étaient également présentes dans l'échantillon prélevé avec le canister 1409 le jour de l'incendie à l'extérieur du site. Pour ces 6 espèces les concentrations mesurées dans le canister 1631 sont plus élevées, en particulier pour les m+p-xylènes, le toluène et le n-heptane (cf. annexes 5.7).

2.5.3. Les prélèvements par tubes passifs

Au moment de l'incendie, Atmo Normandie conduisait deux campagnes de mesure sur la ZIP du Havre. Une première campagne concernait les activités peinture de l'usine Renault à Sandouville, tandis que la seconde s'inscrivait dans le suivi à long terme de la qualité de l'air sur la zone. Pour ces deux campagnes, des tubes à diffusion passive ont été utilisés pour la mesure intégrée sur des périodes de 7 jours de quelques COV ciblés. Afin de compléter son analyse de l'impact de l'incendie sur la qualité de l'air ambiante, Atmo Normandie a profité des prélèvements en cours sur la ZIP pour demander au laboratoire Tera Environnement des analyses complémentaires, au-delà des quelques COV initialement ciblés.

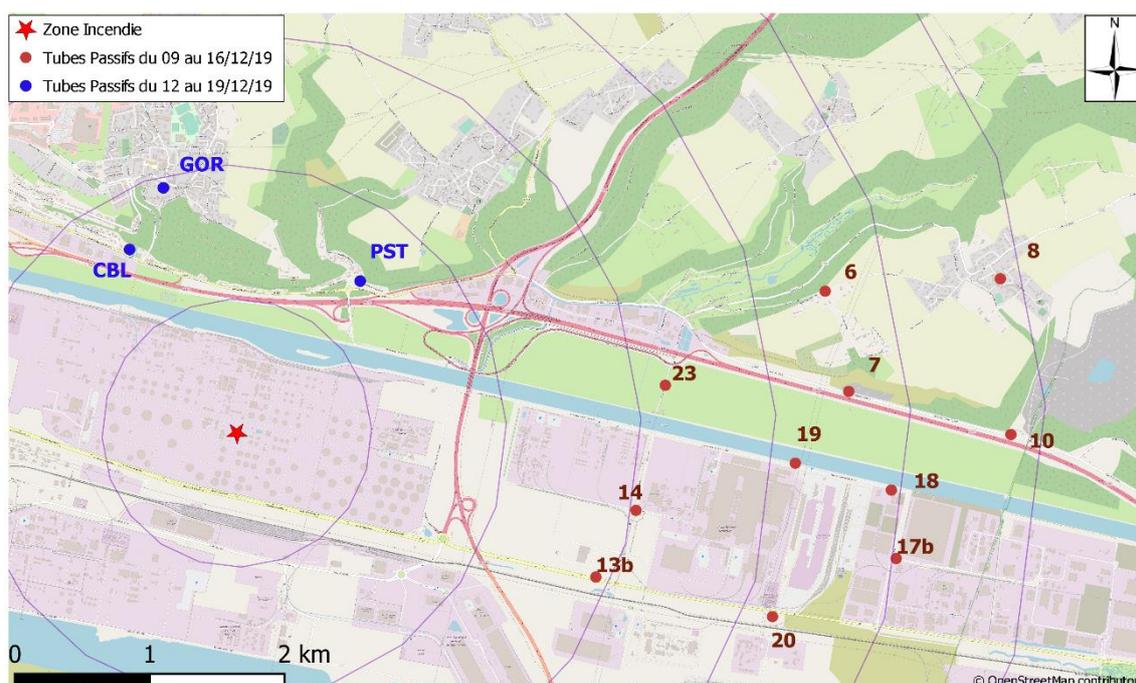


Figure 3: localisation des points de prélèvement par tubes passifs.

2.5.3.1. Campagne autour de l'usine Renault Sandouville

Cette campagne s'est organisée entre août et décembre 2019 avec 3 périodes de prélèvement de 2 fois 7 jours. A chaque fois, des tubes à diffusion ont été déployés sur 11 sites autour de l'usine Renault pour la

mesure de 9 COV spécifiques aux activités peintures de l'usine⁶. Au moment de l'incendie, un prélèvement était en cours depuis le 09 décembre. Il s'est achevé le 16 décembre.

Comme le montre la modélisation, les 11 sites ont été sous les vents de l'incendie le 14 décembre (cf. figure 1). Sur l'ensemble de la période de prélèvement, les tubes ont été exposés majoritairement à des vents de secteur Ouest à Sud (cf. annexe 5.8).

Au total, tous tubes confondus, 58 espèces ont été quantifiées par Tera dont 16 sont présentes sur tous les sites. Sur ces 58 espèces, 5 (éthylbenzène, toluène, 1,2,4-triméthylbenzène, o-xylène et m+p-xylène) font partie de la liste des 9 COV ciblés dans le cadre de la campagne « Renault ». Les concentrations mesurées pendant les 7 jours couvrant l'incendie pour ces 5 composés ne présentent aucun caractère atypique par rapport aux données obtenues sur l'ensemble de la campagne (cf. tableau 4).

Espèce	Période du 09 au 16 décembre			Toutes périodes confondues (hors période du 09 au 16 décembre)		
	Moyenne	Médiane	Max.	Moyenne	Médiane	Max.
o-xylène	0.67	0.31	2.16 (site 20)	0.87	0.46	4.4 (site 19)
m+p-xylène	1.52	0.76	5.11 (site 20)	1.82	0.99	9.7 (site 19)
éthylbenzène	0.63	0.46	1.82 (site 20)	0.65	0.37	3.4 (site 20)
Toluène	1.01	0.73	3.96 (site 20)	1.47	1.1	8.8 (site 20)
1,2,4-triméthylbenzène	0.41	0.15	1.62 (site 14)	0.50	0.26	2.5(site 19)

Tableau 4: niveaux de concentration en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mesurées dans les échantillons prélevés par tubes passifs sur 11 sites pendant l'incendie et hors période de l'incendie.

Site	Nombre d'espèces quantifiées	Gamme de concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
		Percentile 25	Médiane	Percentile 75	Max
20	56	0.09	0.40	1.26	10.75 (dmds)
23	56	0.12	0.29	0.86	5.89 (acide acétique)
14	56	0.07	0.22	0.66	5.86 (acide acétique)
17b	49	0.04	0.14	0.51	4.13 (acide acétique)
7	57	0.08	0.22	0.56	4.65 (acide acétique)
18	55	0.05	0.12	0.35	5.5 (acide acétique)
13b	49	0.04	0.10	0.44	1.14 (tétrachlorométhane)
8	49	0.04	0.10	0.26	2.68 (acide acétique)
6	46	0.04	0.09	0.29	1.51 (acide acétique)
10	49	0.03	0.07	0.25	1.67 (acide acétique)
19	19	0.02	0.03	0.04	0.43 (acétaldéhyde)

⁶ Rapport 'Mesures de composés organiques volatils autour de l'atelier de peinture de l'usine Renault de Sandouville ' disponible sur le site <http://www.atmonormandie.fr/Publications/Publications-telechargeables/Rapports-etudes>

Tableau 5: gammes de concentration pour les 58 espèces mesurées dans les 11 échantillons prélevés par tubes passifs sur la ZIP entre le 09 et le 16 décembre.

La gamme de concentration mesurée pour les 58 espèces mesurées varie de 0.01 µg/m³ à 10.75 µg/m³. Toutes les concentrations mesurées sont inférieures aux valeurs sanitaires disponibles (cf. annexe 5.15).

Globalement, les niveaux de concentrations sont plus élevés pour les tubes prélevés sur les sites 20, 23 et 14 alors que les 6, 10 et 19 affichent des concentrations plus faibles en valeur médiane (cf. tableau 5 et annexe 5.9). Pour 9 des 11 sites, l'espèce majoritaire est l'acide acétique connu pour être le principal acide organique présent dans la troposphère⁷. Ce composé n'avait cependant pas été détecté dans les échantillons prélevés par canisters. Le tube prélevé sur le site 20 est marqué quant à lieu par un pic de DMDS⁸.

A noter que sur les 58 espèces mesurées dans les tubes, 37 étaient également présentes dans les échantillons prélevés au plus près du foyer par canisters le 14-décembre. Pour ces 37 composés, les concentrations maximales ont été mesurées sur les sites 20, 14, 7 et 23, respectivement à 20, 16, 15 et 11 reprises.

2.5.3.2. Campagne de surveillance autour de la ZIP du Havre

Depuis plusieurs années, Atmo Normandie suit en continu les niveaux de BTEX⁹ sur 3 sites localisés sur la commune de Gonfreville l'Orcher (GOR, PST, CBL¹⁰) à proximité de la ZIP du Havre à l'aide de tubes à diffusion passive. Les tubes sont installés pour des durées de 7 jours avant d'être remplacés et sont envoyés régulièrement en laboratoire pour analyse. Au moment de l'incendie sur la raffinerie Total, les tubes étaient en cours de prélèvement depuis le 12 décembre et jusqu'au 19 décembre, avec des vents majoritairement de secteurs Sud-Ouest à Sud-Est sur la période (cf. annexe 5.10). Ayant été jugés comme potentiellement impactés par le panache de l'incendie (cf. figure 1), ces tubes ont été exceptionnellement envoyés au laboratoire Tera Environnement afin d'effectuer une recherche des espèces en présence.

52 espèces au total ont été quantifiées par le laboratoire dont 31 communes à toutes les sites ; 4 sont présentes uniquement sur le site GOR (dont chlorobenzène, n-tridécane) et 1 sur le site PST (acétone). 37 des 52 espèces détectées sur les tubes ont également été quantifiées dans les échantillons prélevés par canister au plus près du foyer le 14 décembre. La gamme de concentration mesurée pour les 52 composés s'étend de 0.01 µg/m³ à 9.4 µg/m³ avec le respect systématique des valeurs sanitaires identifiées (cf. annexe 5.15). Globalement les niveaux de concentration sont plus élevés sur le site PST, notamment pour 28 des 37 espèces détectées à la source le 14 décembre (cf. tableau 6 et annexe 5.9). D'après la modélisation, le site PST est celui qui a été le plus exposé au panache de l'incendie, mais il est difficile néanmoins d'établir un lien direct avec l'incident. De même, la concentration maximale en SO₂ observée sur le site GOR est sans doute plus le fait d'une exposition chronique à des sources industrielles de SO₂ par des vents de Sud-Ouest pendant la période d'exposition, plus qu'à un impact direct de l'incendie. A titre de comparaison, les mesures continues de SO₂ effectuées sur le site de GOR par analyseur automatique indiquent un niveau moyen sur la période de 7,8 µg /m³, à peine plus élevée que la moyenne annuelle de 6.6 µg/m³ calculée pour l'année 2019.

7 Rapport 'Evaluation d'un analyseur PTRMS pour la surveillance des COV en situation de proximité industrielle Campagne de mesure sept-oct. 2017' disponible sur le site <http://www.atmonormandie.fr/Publications/Publications-telechargeables/Rapports-etudes>

8 Diméthyl Disulfure : composé soufré à l'odeur caractéristique

9 Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes

10 GOR = mairie de Gonfreville l'Orcher, PST : quartier « Pissotière à Madame », CBL : quartier « Côte Blanche »

	Site	Nombre d'espèces quantifiées	Gamme de concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
			Percentile 25	Médiane	Percentile 75	Max
Du 12 au 19 décembre	GOR	49	0.04	0.16	0.68	9.36 (SO ₂)
	CBL	34	0.06	0.24	0.80	2.87 (n-hexane)
	PST	47	0.05	0.38	1.53	8.02 (toluène)
Du 19 au 26 décembre	CBL	51	0.10	0.44	1.50	5.65 (n-hexane)
	PST	50	0.12	0.43	1.34	5.02 (n-hexane)

Tableau 6: gammes de concentrations pour les 52 espèces mesurées dans les 3 échantillons prélevés par tubes passifs à Gonfreville l'Orcher entre le 12 et le 19 décembre.

Atmo Normandie ne disposant que de peu de données historiques pour les 52 espèces mesurées dans les tubes, et ne pouvant par conséquent pas juger du caractère 'atypique' des concentrations mesurées, il a été décidé de faire analyser 2 nouveaux tubes sur les sites PST et CBL entre les 19 et 26 décembre. Débutée 5 jours après l'incendie, cette période a été marquée par des vents majoritairement de secteurs Ouest à Sud (cf. annexe 5.12). Tera Environnement a analysé ces 2 tubes de la même manière que les précédents.

51 espèces au total ont été mesurées lors de cette seconde période de prélèvement dont 3 qui n'avaient pas été détectées précédemment : l'acide acetic-butylester, le disulfure de carbone (CS₂) et le n-undécane (cf. annexe 5.14). La gamme de concentration varie de 0.02 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à 5.65 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ avec pour chacune des 51 espèces le respect des valeurs sanitaires identifiées (cf. tableau 6 et annexe 5.15). Globalement, les concentrations sont cette fois-ci supérieures sur le site CBL.

Il y a un recouvrement entre les 2 périodes pour 48 composés. Si les niveaux de concentrations les plus élevés ont été mesurés lors de la 1ère campagne (pendant l'incendie), en comparant espèce par espèce, les concentrations sont supérieures lors de la 2nde campagne dans 26 cas contre 22 (cf. annexe 5.14). Ce fut par exemple le cas pour de nombreux composés aromatiques à l'exception du toluène. Il faut néanmoins rappeler que le régime des vents a été différent lors de la seconde période de prélèvement, ce qui ne permet pas une comparaison directe des deux jeux de données.

3. Interprétation des informations en possession d'Atmo Normandie

L'ensemble des moyens mis en œuvre par les sapeurs-pompiers et Atmo Normandie a permis de mettre en évidence un impact limité de l'incendie sur certaines concentrations de polluants dans l'air. Toutes les mesures effectuées dans l'environnement du site incendié, qu'elles soient instantanées ou intégrées sur plusieurs jours, n'ont pas révélé de caractère 'atypique' (avec des niveaux similaires voir même supérieurs déjà observés par le passé sur la ZIP) et surtout se sont avérées très inférieures aux valeurs sanitaires de référence disponibles. D'après les informations disponibles, l'impact du sinistre s'est surtout traduit par des nuisances odorantes ressenties par les riverains, notamment une fois l'incendie maîtrisé et alors que les opérations de nettoyage étaient en cours dans les jours qui ont suivi.

Il semble que les conditions météorologiques au moment de l'incendie (vitesse de vent soutenue, hauteur de couche limite bien développée de l'ordre de 1000m) aient été très favorables à la dispersion du panache.

Les prélèvements d'échantillons effectués par les sapeurs-pompiers à proximité immédiate du foyer ont permis de disposer d'une caractérisation la plus exhaustive possible des composés gazeux émis par l'incendie.

47 espèces ont ainsi été détectées dont une majorité d'alcane en C5-C14 et d'aromatiques benzéniques. Le lien avec les échantillons prélevés par canister pendant l'incendie dans l'environnement du site n'est cependant pas évident à faire. Sur les 6 prélèvements réalisés par les sapeurs-pompiers, seuls 4 ont permis de détecter la présence de polluants et au final seules 10 espèces ont été quantifiées. La gamme de concentration mesurée n'excède pas 15 µg/m³ pour le toluène, ce qui ne présente aucun caractère atypique par rapport à l'historique des mesures automatiques de toluène effectuées sur la ZIP depuis 2013 par chromatographie en phase gazeuse. Si les 10 espèces détectées à l'extérieur du site étaient également présentes dans les échantillons prélevés à la source, il n'est pas évident de leur attribuer l'incendie comme origine, même si l'échantillon présentant la plus forte concentration fut celui prélevé dans la zone la plus exposée au panache d'après le modèle. En effet, les sources potentielles d'alcane et d'aromatiques benzéniques sont nombreuses sur la ZIP. D'ailleurs, le prélèvement effectué le 16 décembre plus de 24 heures après l'extinction des dernières flammes mais alors que des odeurs étaient signalées sur la ZIP, a révélé la présence de beaucoup plus d'espèces et à des niveaux de concentration bien souvent supérieurs à ceux mesurés dans les échantillons prélevés le 14 décembre.

Les mesures intégrées sur 7 jours réalisés à partir des tubes passifs installés sur la ZIP au moment de l'incendie ont permis de compléter l'analyse de l'impact du sinistre. Ils ont également permis d'avoir une idée des niveaux de concentration pour une large gamme de composés jusqu'alors jamais étudiés par Atmo Normandie. Sur les 14 tubes prélevés pendant l'incendie, entre les 09 et 16 décembre d'une part et entre les 12 et 19 décembre d'autre part, entre 20 et 57 composés ont été à chaque fois mesurés. Bon nombre de ces composés étaient également présents dans les échantillons prélevés à proximité du foyer de l'incendie le 14 décembre. A nouveau, le lien direct avec l'incendie n'est pas évident. En effet, les prélèvements effectués 5 jours après le sinistre sur 2 des sites étudiés pendant l'incendie ont révélé des niveaux de concentration bien souvent supérieurs, témoignant de la spécificité de la ZIP du Havre où sont présentes de nombreuses sources industrielles de COV.

Comme indiqué par l'INERIS dans son rapport ¹¹ consacré aux émissions de polluants engendrées par l'incendie de produits types, les principaux polluants émis lors d'un feu de pétrole brut sont le CO, les NOx, le SO₂ (selon la teneur en soufre du pétrole brut), les COV (dont BTEX, composés oxygénés de type aldéhydes et cétones), les suies (particules solides et matières condensables), les HAP, les dioxines/furanes ainsi que des traces de métaux. L'impact de l'incendie en terme de pollution particulaire (HAP, dioxines/furanes, métaux) n'a pas pu être évalué dans le cadre de cette étude.

4. Conclusion

L'incendie survenu dans la nuit du samedi 14 décembre 2019 sur le site de la raffinerie de la Plateforme Normandie de TOTAL à Gonfreville l'Orcher n'a occasionné aucun blessé corporel, ni entraîné de sur-accident mais a été à l'origine d'un important dégagement de fumée, s'étendant sur une grande partie de la zone industrielle du Havre. Rapidement maîtrisé par l'exploitant, il a néanmoins mobilisé d'importants moyens avec la mise en œuvre d'un POI et l'implication de nombreux acteurs de la gestion de crise dont Atmo Normandie pour le volet qualité de l'air. Près de 3 mois après l'incendie Lubrizol-NL Logistique à Rouen, cet incident a une nouvelle fois été l'occasion pour Atmo Normandie de mettre en application son programme d'actions prévues pour la gestion de crise. L'étroite collaboration entretenue depuis plusieurs années avec le SDIS76 a permis la

¹¹ INERIS, 2009. « Caractérisation des émissions de polluants engendrées par l'incendie de cinq produits types ». Rapport d'étude. DRC-09-93632-01522A.

réalisation de plusieurs prélèvements d'air par canisters sur et en dehors du site de la raffinerie en vue de caractériser l'impact de l'incendie sur la qualité de l'air. Le partenariat établi avec le laboratoire Tera Environnement sur l'analyse d'échantillons a quant à lui permis d'obtenir rapidement des 1^{ers} résultats de mesure, 24 heures après le sinistre.

Au final, l'ensemble des moyens de mesure mis en œuvre par Atmo Normandie, qu'ils aient été instantanés (mesures automatiques, prélèvements par canister) ou intégrés sur 7 jours (mesures par tubes à diffusion passive) n'a pas mis en évidence de dépassement de valeurs sanitaires de référence pour les polluants gazeux investigués. Les résultats obtenus n'ont également pas présenté de caractère atypique au vu de l'historique de données d'Atmo Normandie. On rappelle ici que l'analyse ne prend pas en compte les polluants présents en phase particulaire (HAP, dioxines/furanes ...) pour lesquels il aurait fallu déployer d'autres moyens de prélèvement. Une réflexion est en cours à ce sujet afin que cela puisse être possible à l'avenir dans le cadre du programme d'actions d'Atmo Normandie. Néanmoins, l'incendie a bien eu un impact en termes de nuisances olfactives puisqu'Atmo Normandie a enregistré des signalements de riverains localisés sous les vents de la zone sinistrée, notamment alors que des opérations de nettoyage étaient en cours les jours qui ont suivi.

D'un point de vue global, les actions mises en œuvre dans le cadre de la gestion de l'évènement auront permis d'accumuler des données sur les niveaux de concentrations d'une multitude de composés présents sur la ZIP du Havre. C'est un retour d'expérience précieux pour Atmo Normandie qui lui sera très utile dans le cadre d'investigations nouvelles sur des situations incidentelles.

5. Annexes

5.1. Description des moyens de prélèvement mis en œuvre

Les canisters



Les canisters sont des enceintes en acier inoxydable (volume = 6L dans le cas des modèles utilisés par Atmo Normandie) permettant d'effectuer des prélèvements d'air. Ils sont le plus souvent utilisés en dépression, c'est-à-dire qu'ils sont préparés sous vide et qu'une simple ouverture de vanne permet de prélever l'échantillon. Des régulateurs de débit ('Veriflow') peuvent être utilisés en amont de la vanne pour réaliser des prélèvements intégrés sur plusieurs heures.

Les canisters présentent l'avantage, outre la facilité d'utilisation, d'assurer de très bonnes conditions de conservation de l'échantillon, en tous cas pour un grand nombre de composés gazeux, grâce à leur traitement de surface interne. Ils sont ainsi préconisés par l'US EPA pour le prélèvement et l'analyse des COV (méthodes TO-14 et TO-15).

Les tubes à diffusion passive



Les tubes à diffusion passive sont constitués d'une membrane microporeuse et d'un adsorbant sur lequel les composés d'intérêt vont venir s'accumuler par diffusion moléculaire sur des périodes allant typiquement de 7 à 14 jours. Les composés sont ensuite extraits de la cartouche au laboratoire par désorption chimique ou thermique avant d'être analysés.

Le volume de composés adsorbés sur la cartouche n'étant pas mesuré, les concentrations volumiques sont calculées à partir des valeurs de débit de prélèvement déterminées empiriquement en laboratoire pour chaque composé dans des chambres d'exposition. Ces débits de prélèvement sont néanmoins susceptibles de varier en conditions réelles en fonction de divers facteurs environnementaux (pression, température, humidité, molécules en présence et niveaux de concentration, vitesse du vent), mais aussi de la durée d'exposition.

5.2. Mesures météorologiques

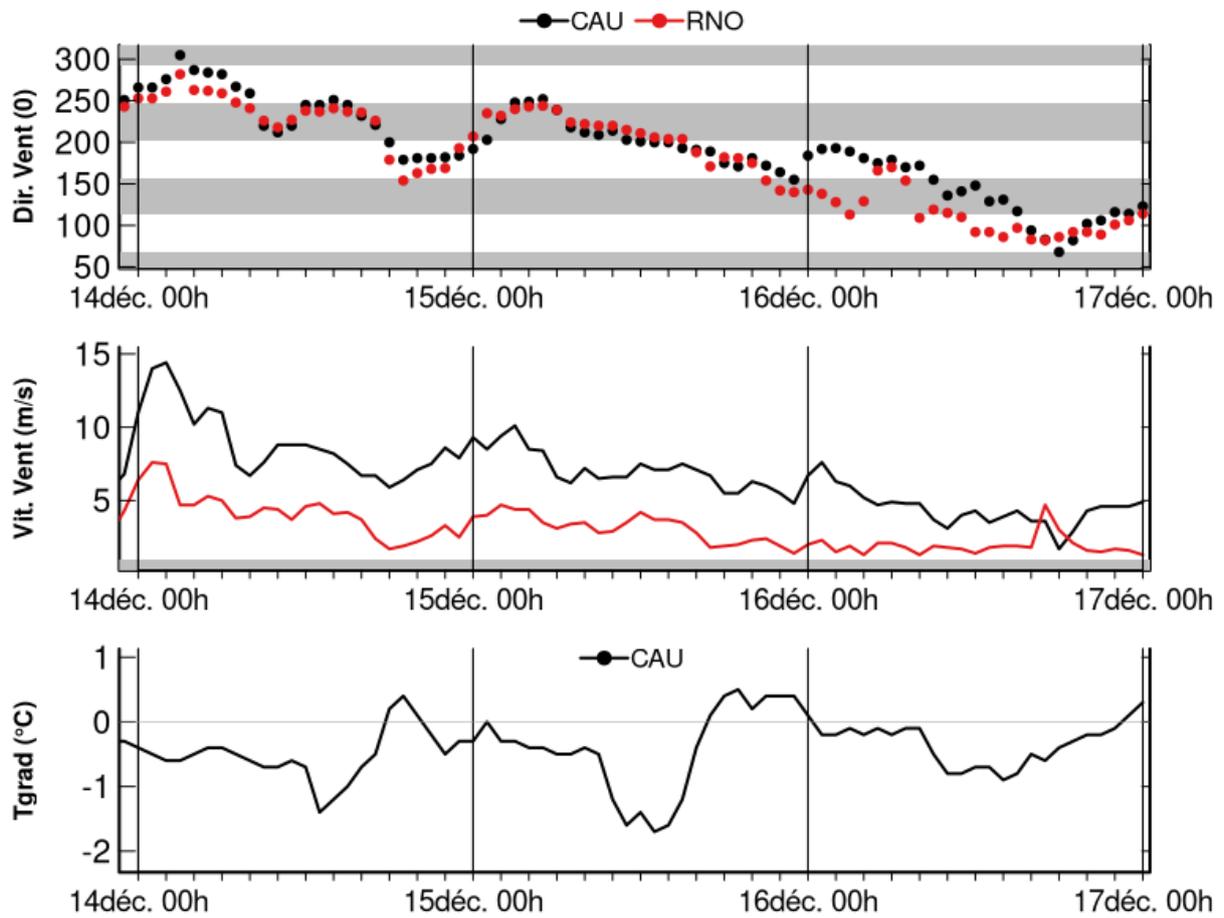


Figure 4: mesures de vent et du gradient thermique enregistrées (moyennes sur 15 minutes) sur les capteurs CAU (pilône TDF de Caucriauville au Havre) et RNO (enceinte de l'usine Renault à Sandouville). L'horodatage est indiqué en heure TU (heure locale = heure TU +1).

5.3. Modèle HYSPLIT

Description succincte du modèle :

- Le modèle HYSPLIT (HYbrid Single-Particle Lagrangian Integrated Trajectory) permet de représenter les trajectoires des masses d'air ainsi que les dépôts de polluants. Le développement de ce modèle est le résultat d'une coopération entre la NOAA et l'Australia's Bureau of Meteorology (<http://ready.arl.noaa.gov/HYSPLIT.php>).
- La dispersion de polluant est simulée par le biais d'un modèle à bouffées ou particulaire. Dans le cas du modèle à bouffées, les panaches s'étendent jusqu'à ce qu'ils excèdent la taille de la maille de la grille météorologique (soit horizontale ou verticale), puis se séparent en de nouvelles bouffées, chacune ayant une quantité propre de polluant. Dans le cas du modèle particulaire, un nombre fixé de particules sont émises et transportées suivant le champ de vent moyen et dispersée suivant une composante turbulente. Par défaut, la configuration du modèle suppose une distribution des particules dans les trois dimensions (horizontale et verticale).

Paramétrage utilisé :

- Le terme source a été localisé à la position suivante : LAT = 49.486444 et LON = 0.241742
- Le début de la simulation a été fixé à 04h (heure locale), soit 03h heure UTC, et sa durée a été fixée à 10h.
- En l'absence d'informations précises, la quantité de polluants émise a été fixée à 1 unité de masse, c'est-à-dire que les concentrations modélisées représentent en fait une fraction/m³ de la masse totale de polluants rejetés. Il conviendra donc d'interpréter les valeurs affichées comme un facteur de dilution auquel un coefficient multiplicatif pourra être appliqué une fois la quantité exacte de polluants émis connue.
- Le rejet de polluants est supposé constant sur la période simulée (10 heures).
- Les concentrations (ou dans notre cas les facteurs de dilution) sont moyennées sur des pas de 1 heure et sur la couche 0-100 mètres.

Les données météo utilisées sont celles produites par le modèle Global Forecast System à une résolution de 0.25° (GFS 0.25) par l'agence américaine National Weather Service.



5.4. Les mesures de la qualité de l'air

Les données présentées sur la figure 3 ci-dessous sont extraites des moyennes quart-horaires mesurées sur les stations automatiques d'Atmo Normandie située à Port-Jérôme sur Seine (ND2), dans le parc de Brotonne (MPB), à Quillebeuf sur Seine (QUI), à Lillebonne (LMI), à la Cerlangue (CRL), à Rogerville (ROM), à Saint Romain de Colbosc (SRC) et à Tancarville (TAN).

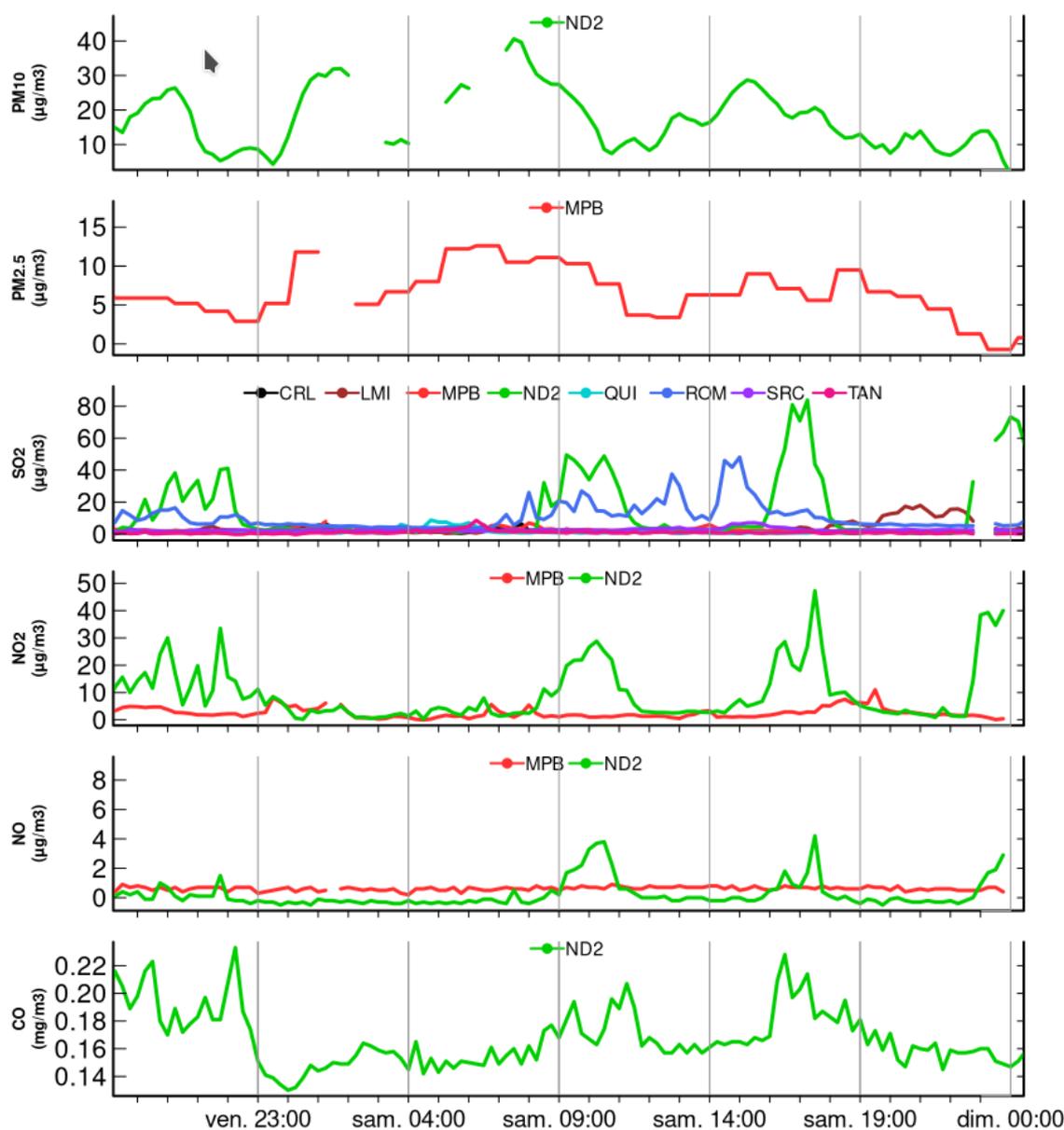


Figure 5: concentrations (moyennes quart-horaires) de différents polluants mesurées dans les stations automatiques d'Atmo Normandie sous les vents de l'incendie le samedi 14 décembre 2019. L'horodatage est indiqué en heure TU (heure locale = heure TU + 1).

5.5. Mesure du Black Carbon (BC) à Petit-Quevilly le 14-décembre

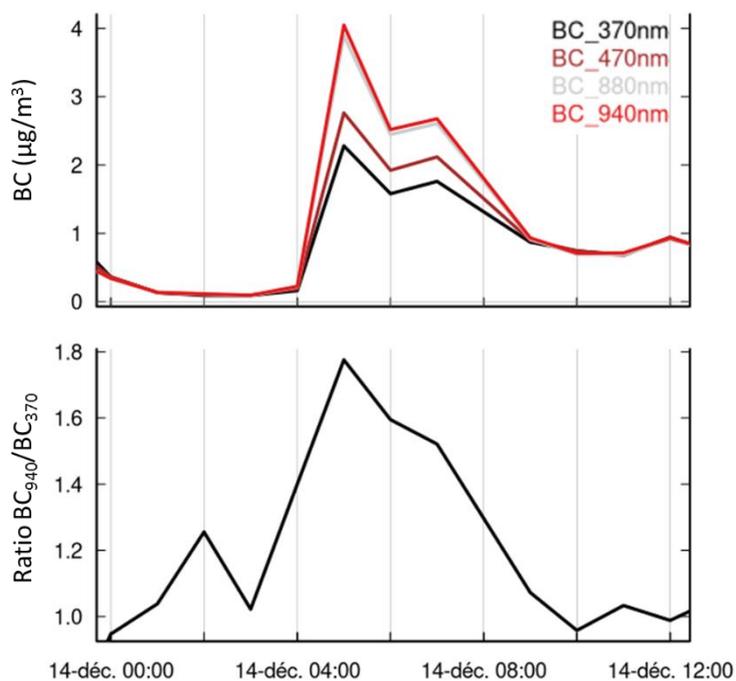


Figure 6: concentrations (moyennes horaires) en carbone suie mesurées à différentes longueurs d'onde sur la station du Petit-Quevilly le samedi 14 décembre 2019.

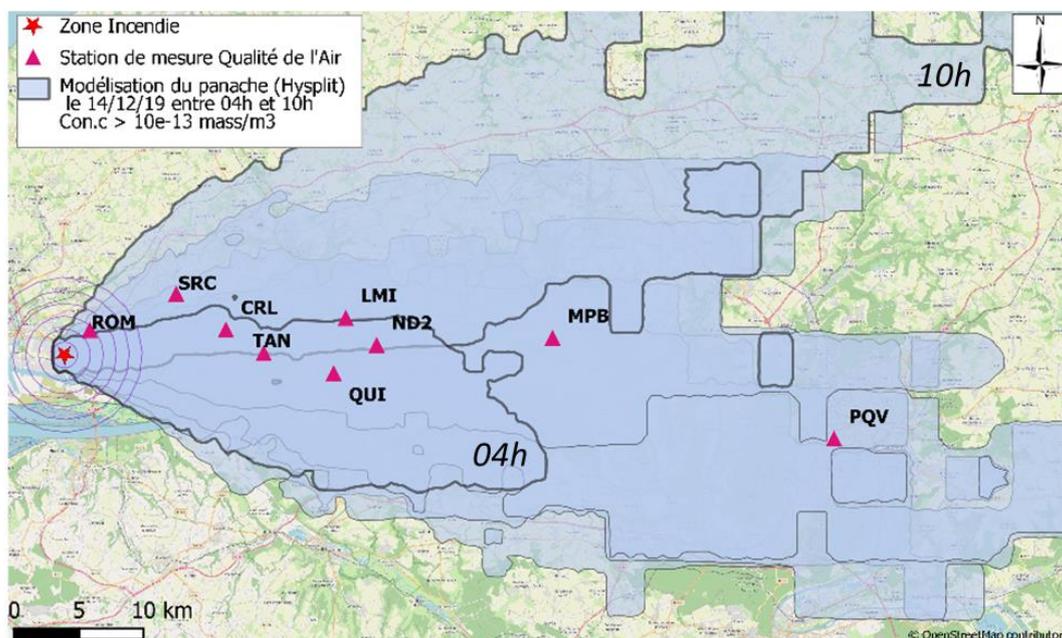


Figure 7: modélisation des rejets de l'incendie (modèle HYSPLIT) entre 04h et 10h le samedi 14 décembre 2019.

5.6. Analyse des échantillons prélevés par canister sous le panache de l'incendie à l'extérieur du site le 14 décembre

NB : 2 des 6 échantillons prélevés n'ont révélé la présence d'aucun composé (CAN 2317 et CAN1722)

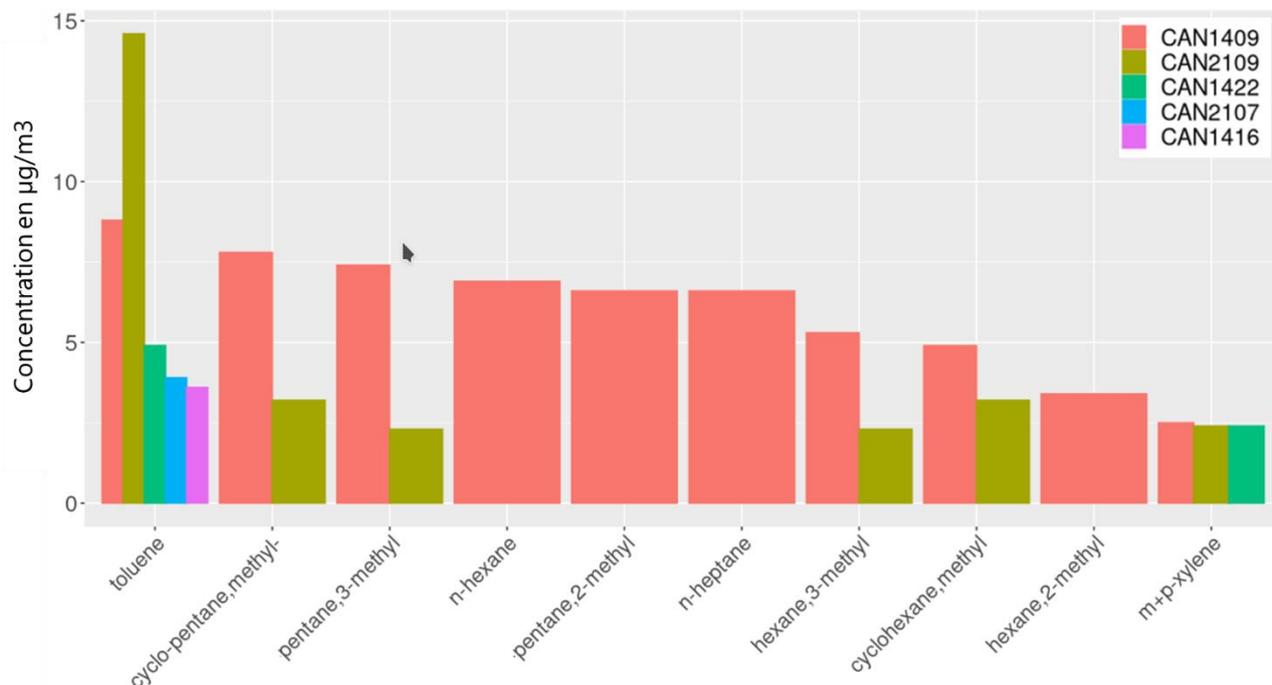


Figure 8: concentration des espèces mesurées dans les échantillons d'air ambiant prélevés par canister le 14 décembre 2019 à l'extérieur du site sinistré.

5.7. Analyse de l'échantillon prélevé par canister sur la ZIP le 16 décembre alors que des odeurs étaient signalées

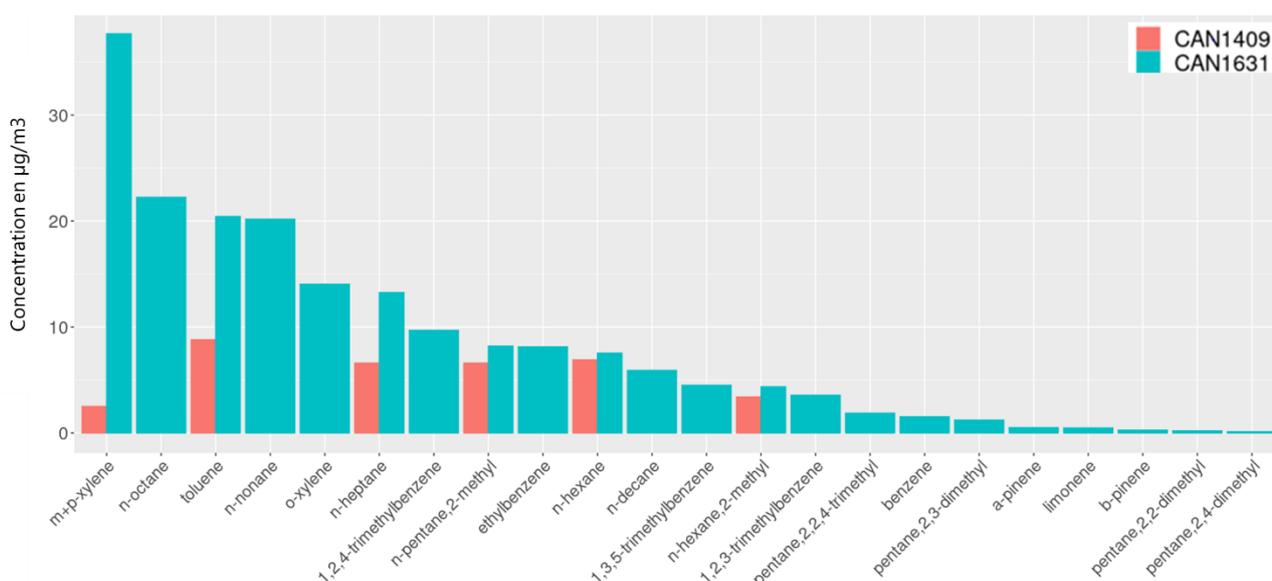


Figure 9: concentrations des 22 composés mesurés dans l'échantillon CAN1631 prélevé le 16 décembre et comparaison avec les valeurs obtenues dans l'échantillon CAN1409 prélevé le 14 décembre sous les vents de l'incendie.

5.8. Roses des vents établies pour la période du 09 au 16 décembre

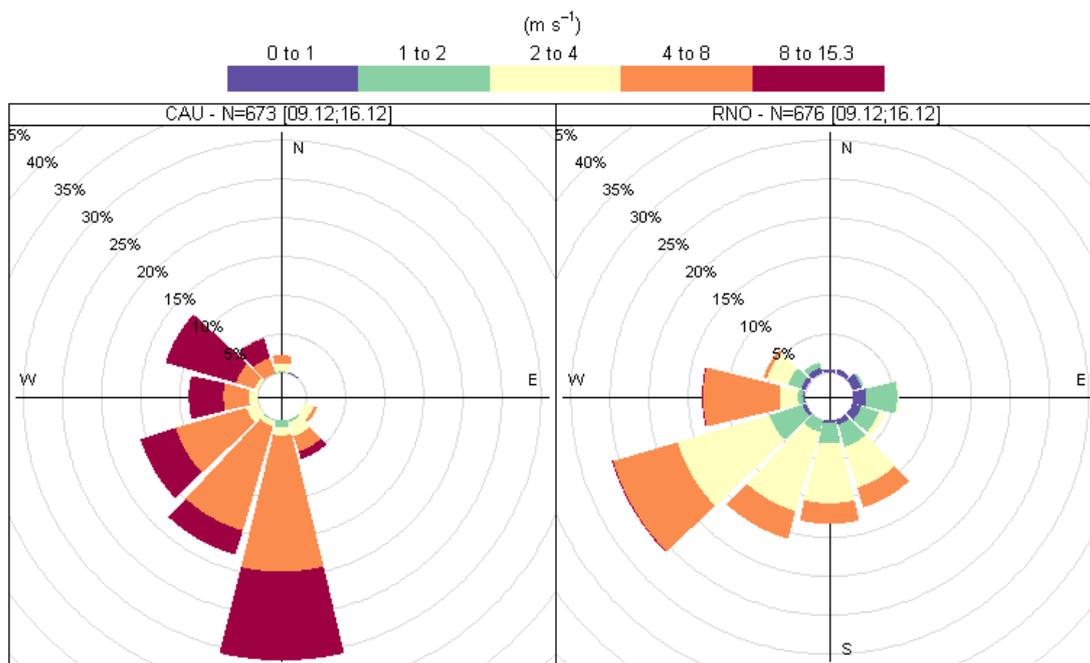


Figure 10: roses des vents établies à partir des données de vent (moyennes quart-heures) mesurées sur les stations automatiques de Caucriauville (CAU) et de Sandouville (RNO) entre le 09 et le 16 décembre

5.9. Analyse des échantillons prélevés sur la ZIP par tubes passifs entre le 09 et le 16 décembre

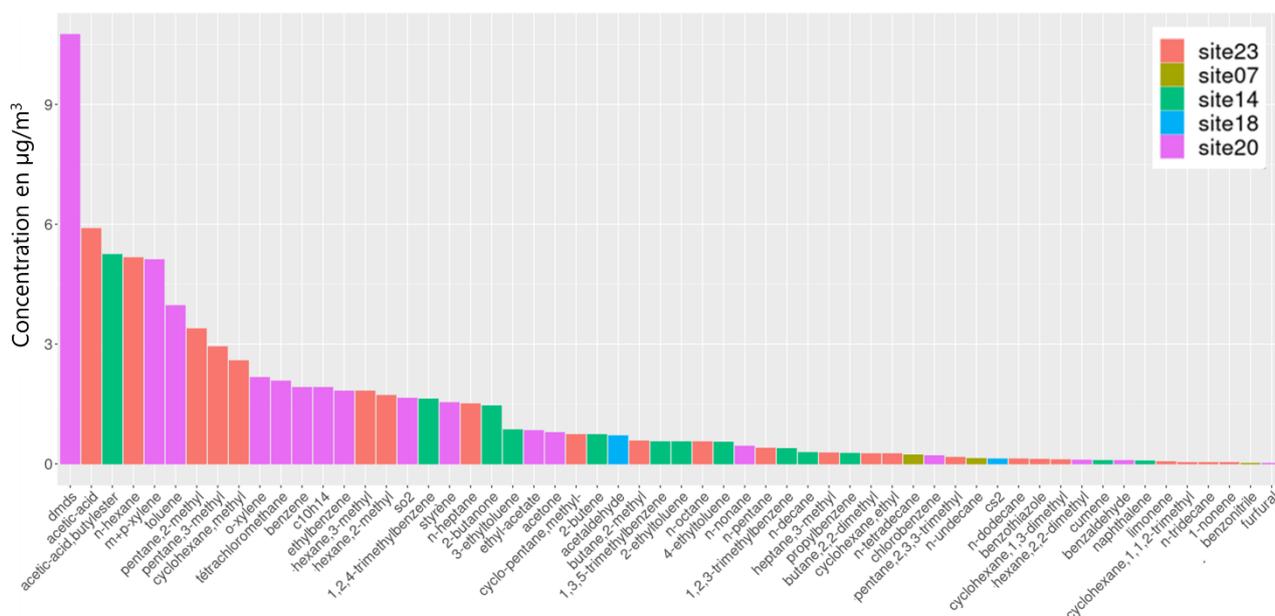


Figure 11: concentrations maximales pour les 58 espèces mesurées dans les échantillons prélevés par tubes passifs sur 7 jours dans le cadre de la campagne de mesure 'Renault Sandouville' entre le 09 et le 16 décembre.

5.10. Roses des vents établies pour la période du 12 au 19 décembre

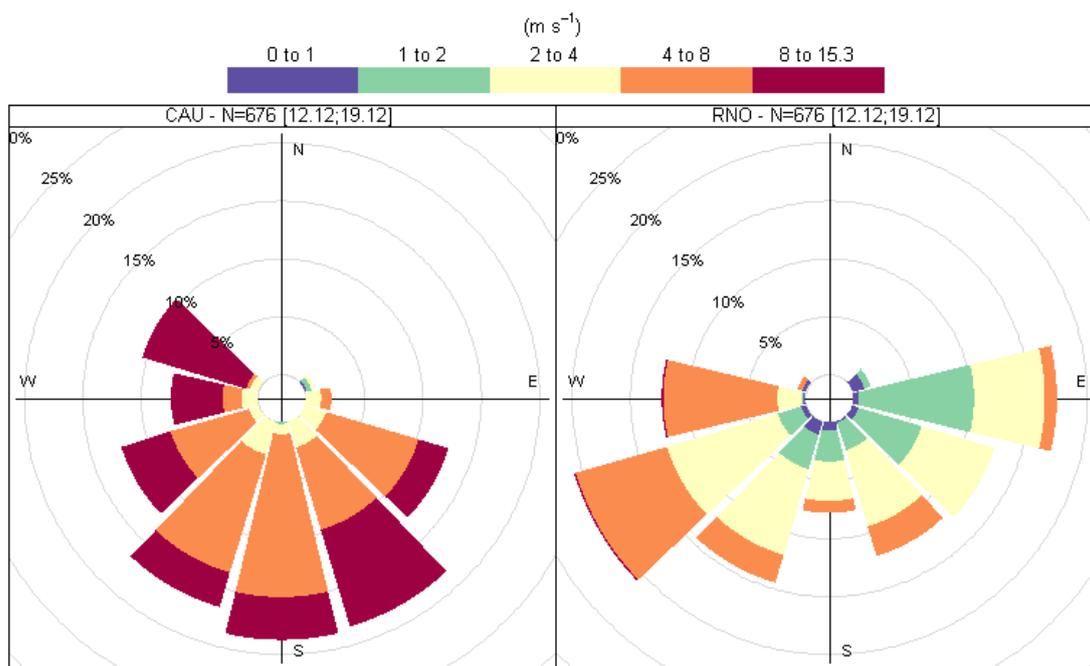


Figure 12: roses des vents établies à partir des données de vent (moyennes quart-horaires) mesurées sur les stations automatiques de Caucriauville (CAU) et de Sandouville (RNO) entre le 12 et le 19 décembre.

5.11. Analyse des échantillons prélevés sur la ZIP par tubes passifs entre le 12 et le 19 décembre

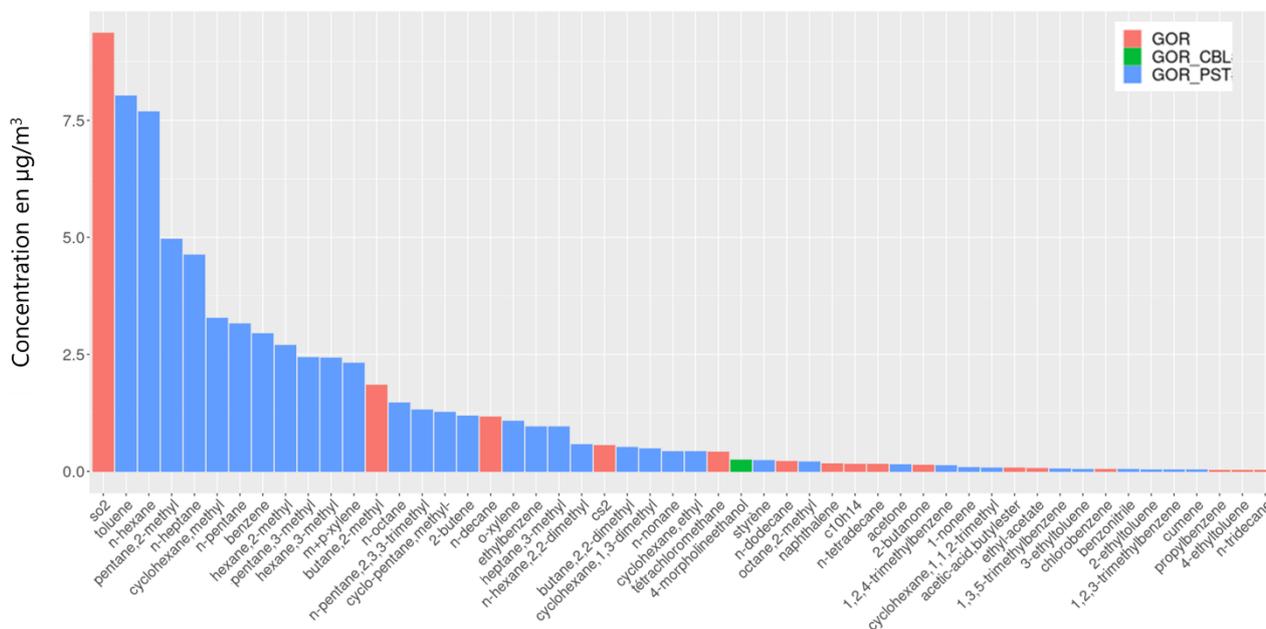


Figure 13: concentrations maximales pour les 52 espèces mesurées dans les échantillons prélevés par tubes passifs sur 7 jours dans le cadre de la campagne de mesure 'BTEX ZIP' entre le 12 et le 19 décembre.

5.12. Roses des vents établies pour la période du 19 au 26 décembre

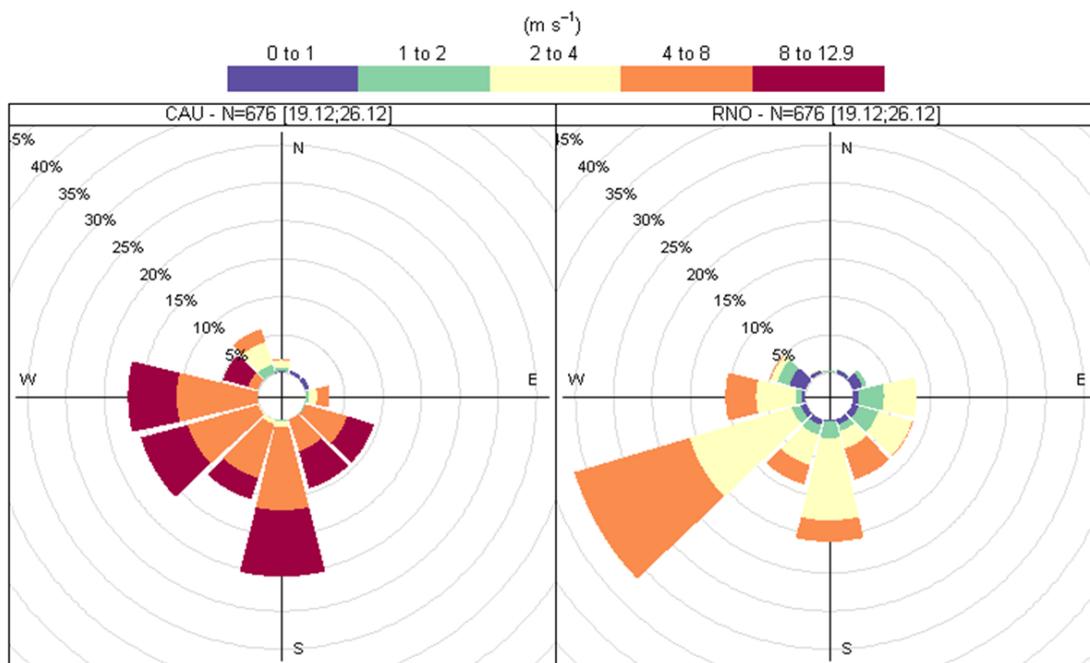


Figure 14: roses des vents établies à partir des données de vent (moyennes quart-horaires) mesurées sur les stations automatiques de Caucriauville (CAU) et de Sandouville (RNO) entre le 19 et le 26 décembre.

5.13. Analyse des échantillons prélevés sur la ZIP par tubes passifs entre le 19 et le 26 décembre

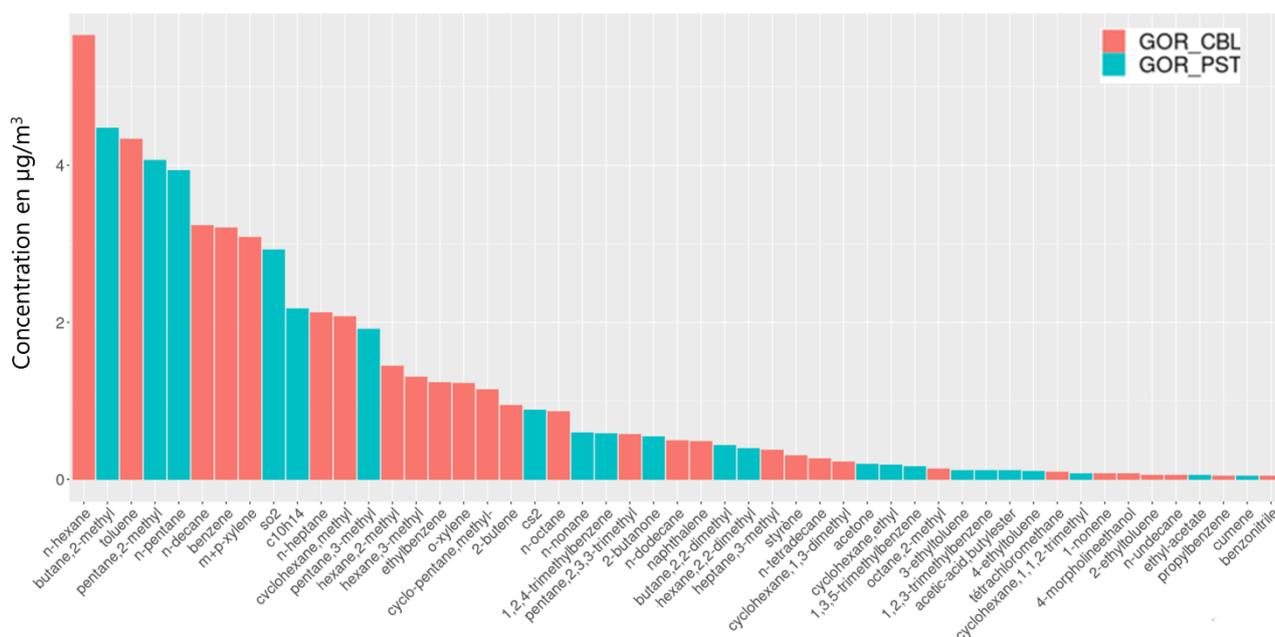


Figure 15: concentrations maximales pour les 51 espèces mesurées dans les échantillons prélevés par tubes passifs sur 7 jours dans le cadre de la campagne de mesure 'BTEX ZIP' entre le 19 et le 26 décembre.

5.14. Comparaison des concentrations mesurées pendant et après l'incendie

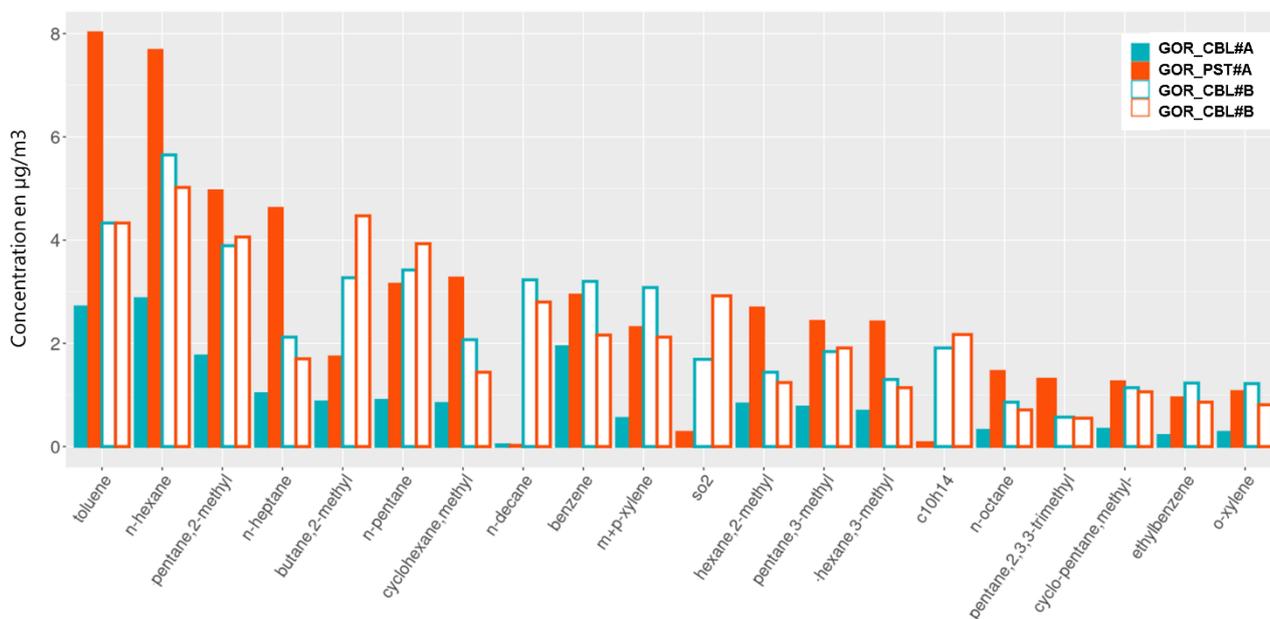


Figure 16: concentrations mesurées pour les espèces présentes dans les échantillons prélevés par tubes passifs sur les sites 'PST' et 'CBL' à Gonfreville l'Orcher pendant l'incendie (période #A, entre le 12 et le 19 décembre) et après l'incendie (période #B, entre le 19 et le 26 décembre).

5.15. Bilan des espèces mesurées lors des différents prélèvements et valeurs sanitaires associées

Les valeurs sanitaires présentées ci-après ont été extraites des données publiées par l'ANSES, l'INERIS et d'autres organismes internationaux. Elles regroupent les critères suivants :

- VTR : une valeur toxicologique de référence est un indice toxicologique utilisé en France par l'ANSES et l'INERIS qui permet, par comparaison avec l'exposition, de qualifier ou de quantifier un risque pour la santé humaine valeur toxicologique de référence.
- Rfc (Reference Concentration) : critère utilisé par l'US EPA aux Etats Unis qui détermine le niveau de concentration d'un polluant pour laquelle une exposition chronique par inhalation est probable de n'avoir aucune incidence sur la population générale.
- MRL (Minimum Risk Level) : critère utilisé par l'agence américaine ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry) qui détermine le niveau de concentration d'un polluant pour laquelle une exposition chronique par inhalation n'aura pas de risque détectable sur la santé de la population générale.
- REL (Reference Exposure Level) : critère utilisé par l'agence californienne OEHHA (Office of Environmental Health Hazard Assessment) qui détermine le niveau d'exposition chronique à un polluant pour lequel il n'y a pas de risque pour la santé de la population générale.
- TCA (Tolerable Concentration in Air): critère utilisé par l'agence néerlandaise RIVM (agence nationale de santé publique et de l'environnement) qui détermine la concentration qui peut être inhalée sur toute une vie sans avoir d'incidence sur la santé de la population générale.
- CT (concentration tolérable) : critère utilisé par l'OMS dans le cadre de son programme CICAD (Concise International Chemical Assessment Documents) qui détermine la concentration qui peut être inhalée sur toute une vie sans avoir d'incidence sur la santé de la population générale.

Dans la mesure où l'information a été trouvée, sont reportées dans le tableau les valeurs sanitaires de référence données pour une exposition sub-chronique (de 1 à 14 jours). Celles-ci sont en effet plus pertinentes dans le cadre d'une comparaison aux résultats de mesure disponibles dans le cadre de l'étude (moyenne instantanée ou moyenne 7 jours). Dans le cas contraire, les valeurs sanitaires de référence pour une exposition chronique (vie entière) sont indiquées. A noter que ces valeurs sont systématiquement inférieures à celles données pour une exposition sub-chronique ou instantanée, ce qui signifie que le respect des valeurs sanitaires pour une exposition chronique entraîne forcément le respect des valeurs sanitaires correspondant à des expositions plus courtes.

Espèce	CAS	Prélèvements effectués							Valeurs sanitaires retenues pour la population générale en µg/m ³ (type, source)
		2 canisters sur site le 14 décembre	8 canisters à l'extérieur du site les 14 et 16 décembre			16 tubes passifs prélevés pendant 7 jours sur la ZIP entre le 09 et le 26 décembre			
		Nb d'échantillons avec espèce présente	Nb d'échantillons avec espèce présente	Conc. max (µg/m ³)	Echantillon avec conc. max	Nb d'échantillons avec espèce présente	Conc. max (µg/m ³)	Echantillon avec conc. max	
1,2,3-trimethylbenzene	526-73-8	2	1	3.56	CAN1631	14	0.38	site14	60 (Rfc, US EPA 2016)
1,2,4-trimethylbenzene	95-63-6	2	1	9.69	CAN1631	16	1.62	site14	60 (Rfc, US EPA 2016)
1,3,5-trimethylbenzene	108-67-8	2	1	4.50	CAN1631	14	0.55	site14	60 (Rfc, US EPA 2016)
1-nonene	124-11-8	2				9	0.08	PST#A	
2-butanone	78-93-3					16	1.45	site14	13 000 (REL, OEHHA 1999)
2-butene	624-64-6	2				15	1.18	PST#A	
2-ethyltoluene	611-14-3	2				15	0.55	site14	
3-ethyltoluene	620-14-4	2				15	0.85	site14	
4-ethyltoluene	622-96-8	2				14	0.54	site14	
4-morpholineethanol	622-40-2					3	0.24	CBL#A	
acetaldehyde	75-07-0					11	0.70	site18	9 (Rfc, US EPA 1991)
acetic-acid	64-19-7					10	5.89	site23	
acetic-acid,butylester	123-86-4					13	5.24	site14	2 000 (VTR chronique à seuil, ANSES 2017)
acetone	67-64-1					14	0.78	site20	62 954 (MRL, ATSDR 1994)
alpha-pinene	80-56-8		1	0.50	CAN1631				
benzaldehyde	100-52-7					10	0.08	site20	
benzene	71-43-2	2	1	1.53	CAN1631	16	3.20	CBL#B	30 (VTR, Anses 2008)
benzotrile	100-47-0					8	0.04	PST#A	
benzothiazole	95-16-9					10	0.11	site23	
beta-pinene	127-91-3		1	0.27	CAN1631				
butane,2,2-dimethyl	75-83-2					15	0.51	PST#A	
butane,2-methyl	78-78-4	2				16	4.47	PST#B	
Famille C ₁₀ H ₁₄		2				14	2.17	PST#B	1 000 (EPA TPHCWG, 2003)
chlorobenzene	108-90-7					11	0.20	site20	1 000 (REL, OEHHA 2001)
CS ₂	75-15-0					12	0.88	PST#B	800 (REL, OEHHA 2002)
cumene	98-82-8	2				12	0.08	site14	400 (Rfc, US EPA 1997)
cyclohexane,1,1,2-trimethyl	7094-26-0	2				7	0.07	PST#A	
cyclohexane,1,1,3-trimethyl	3073-66-3	2							

Espèce	CAS	Prélèvements effectués							Valeurs sanitaires retenues pour la population générale en µg/m ³ (type, source)
		2 canisters sur site le 14 décembre	8 canisters à l'extérieur du site les 14 et 16 décembre			16 tubes passifs prélevés pendant 7 jours sur la ZIP entre le 09 et le 26 décembre			
		Nb d'échantillons avec espèce présente	Nb d'échantillons avec espèce présente	Conc. max (µg/m ³)	Echantillon avec conc. max	Nb d'échantillons avec espèce présente	Conc. max (µg/m ³)	Echantillon avec conc. max	
cyclohexane,1,2-dimethyl	583-57-3	2							
cyclohexane,1,3-dimethyl	591-21-9	2				13	0.48	PST#A	
cyclohexane,1,4-dimethyl	589-90-2	2							
cyclohexane,ethyl	1678-91-7					15	0.42	PST#A	
cyclohexane,methyl	108-87-2	2	2	4.90	CAN1409	15	3.27	PST#A	
cyclopentane,methyl-	96-37-7	2	2	7.80	CAN1409	15	1.26	PST#A	
decane,2,6,7-trimethyl	62108-25-2	2							
dmds	624-92-0					7	10.75	site20	
ethyl-acetate	141-78-6					15	0.83	site20	6 400 (VTR chronique à seuil, ANSES 2015)
ethylbenzene	100-41-4	2	1	8.13	CAN1631	16	1.82	site20	4 300(VTR subchronique, ANSES 2016)
furfural	98-01-1					1	0.01	site20	
heptane,2,5-dimethyl	2216-30-0	2							
heptane,2-methyl	592-27-8	2							
heptane,3-methyl	589-81-1	2				15	0.95	PST#A	
hexane,2,2-dimethyl	590-73-8					15	0.57	PST#A	
hexane,2-methyl	591-76-4	2	2	4.36	CAN1631	15	2.69	PST#A	
hexane,3-methyl	589-34-4	2	2	5.30	CAN1409	15	2.42	PST#A	
limonene			1	0.47	CAN1631	4	0.05	site23	
m+p-xylene	108-38-3	2	4	37.68	CAN1631	16	5.11	site20	8 800 (MRL, ATSDR 2007)
naphthalene	91-20-3	2				12	0.48	CBL#B	37 (VTR chronique à seuil, INERIS 2013)
n-decane	124-18-5	2	1	5.90	CAN1631	14	3.23	CBL#B	1 000 (US EPA TPHCWG, 2001)
n-dodecane	112-40-3	2				12	0.49	CBL#B	1 000 (US EPA TPHCWG, 2001)
n-heptane	142-82-5	2	2	13.25	CAN1631	15	4.62	PST#A	18400 (TCA, RIVM 2001)
n-hexane	110-54-3	2	2	7.54	CAN1631	15	7.68	PST#A	3 000 (VTR chronique à seuil, ANSES 2014)
n-nonane	111-84-2	2	1	20.18	CAN1631	15	0.59	PST#B	1 000 (US EPA TPHCWG, 2001)
n-octane	111-65-9	2	1	22.24	CAN1631	15	1.46	PST#A	18 400 (TCA, RIVM 2001)
nonane,4-methyl	17301-94-9	2							
n-pentane	109-66-0	2				15	3.93	PST#B	
n-tetradecane	629-59-4	2				15	0.26	CBL#B	

Espèce	CAS	Prélèvements effectués							Valeurs sanitaires retenues pour la population générale en µg/m ³ (type, source)
		2 canisters sur site le 14 décembre	8 canisters à l'extérieur du site les 14 et 16 décembre			16 tubes passifs prélevés pendant 7 jours sur la ZIP entre le 09 et le 26 décembre			
		Nb d'échantillons avec espèce présente	Nb d'échantillons avec espèce présente	Conc. max (µg/m ³)	Echantillon avec conc. max	Nb d'échantillons avec espèce présente	Conc. max (µg/m ³)	Echantillon avec conc. max	
n-tridecane	629-50-5	2				7	0.03	site23	1000 (US EPA TPHCWG, 2001)
n-undecane	1120-21-4	2				9	0.13	site07	
octane,2,6-dimethyl	2051-30-1	2							
octane,2-methyl	3221-61-2	2				5	0.20	PST#A	
octane,3-methyl	2216-33-3	2							
o-xylene	95-47-6	2	1	14.04	CAN1631	16	2.16	site20	8 800 (MRL, ATSDR 2007)
pentane,2,2,4-trimethyl	540-84-1		1	1.87	CAN1631				
pentane,2,2-dimethyl	590-35-2		1	0.19	CAN1631				
pentane,2,3,3-trimethyl	560-21-4					14	1.31	PST#A	
pentane,2,3-dimethyl	565-59-3		1	1.21	CAN1631				
pentane,2,4-dimethyl	108-08-7		1	0.12	CAN1631				
pentane,2-methyl	107-83-5	2	2	8.21	CAN1631	16	4.96	PST#A	
pentane,3-methyl	96-14-0	2	2	7.40	CAN1409	15	2.93	site23	
propylbenzene	103-65-1	2				14	0.26	site14	
SO ₂	7446-09-5					14	9.36	GOR	30 (MRL, ATSDR 1998)
styrène	100-42-5					16	1.53	site20	21 000 (REL, OEHHA 1999)
tétrachloromethane	56-23-5					15	2.07	site20	110 (VTR chronique à seuil, ANSES 2017)
toluene	108-88-3	2	6	20.43	CAN1631	16	8.02	PST#A	21 000 (VTR subchronique, Anses 2017)



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

