

Incendie Lubrizol et NL Logistique : bilan des mesures de polluants et d'odeurs dans l'air ambiant et les retombées atmosphériques

Rapport

Référence : rapport n°2520-001

Diffusion : mai 2021

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 faite sans l'autorisation écrite d'Atmo Normandie est illicite et constituerait un acte de contrefaçon sanctionné par les articles L.335-2 et suivants du Code de la Propriété Intellectuelle.

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

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

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

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

Rapport n°2520-001

Le 7 mai 2021,

Les rédacteurs,
François Blondel
Jérôme Cortinovic

Le responsable de pôle Campagnes de mesure et
exploitation des données,
Sébastien Le Meur

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

Tél. : 02 35 07 94 30 - mail : contact@atmonormandie.fr

www.atmonormandie.fr

Résumé

Atmo Normandie est l'association agréée pour le suivi de la pollution atmosphérique sur la région Normandie. Cet agrément couvre la surveillance de la pollution chronique, et non des pollutions accidentelles, suivi qui reste de la responsabilité des entreprises concernées ou des autorités. Néanmoins, dans la limite de ses moyens, et en complémentarité avec les autres acteurs, Atmo Normandie peut intervenir en assistance aux autorités et compléter son dispositif en cas de pollution accidentelle, pour contribuer à l'information du public et alimenter en données les organismes en charge de l'évaluation sanitaire des pollutions.

Le présent rapport décrit le suivi réalisé par Atmo Normandie depuis le 26 septembre 2019, date de l'incendie de NL Logistique/Lubrizol, jusqu'en septembre 2020, à la fin du chantier de déblaiement des deux sites en partie incendiés. Ce rapport expose l'ensemble des résultats obtenus lors de ce suivi et leur interprétation.

Les analyses d'Atmo Normandie sont ciblées sur son cœur de métier, à savoir la qualité de l'air et les odeurs. Pour cela, Atmo Normandie a effectué sur la période du 26/09/2019 au 01/10/2020 : 615 prélèvements d'air (gaz et particules) ou de retombées atmosphériques (pluies et dépôts secs), suivi les résultats de 4 stations permanentes équipées d'appareils de mesure automatique (24h/24), mis en place et exploité les résultats de 3 stations complémentaires (mesures 24h/24), recueilli et exploité 6124 signalements citoyens (odeurs et symptômes santé déclarés), réalisé 32 tournées olfactives, fait appel à 7 laboratoires d'analyse et mobilisé 29 de ses 34 salariés. D'autres organismes, en particulier des bureaux d'études, ont effectué d'autres nombreuses mesures, y compris dans l'air (par ex : fibres d'amiante). Les résultats présentés dans ce rapport ne concernent que les prélèvements gérés par Atmo Normandie avec les moyens et les informations dont elle disposait pendant l'évènement. Ces éléments ne constituent donc qu'une partie de l'ensemble des prélèvements effectués en lien avec l'évènement pour lequel une vision globale nécessiterait d'étudier les autres mesures et analyses effectuées par les autres acteurs.

Concernant les données recueillies dans l'environnement par Atmo Normandie, les points à retenir sont les suivants :

- Les résultats dans l'environnement se situent en-dessous des valeurs de référence sanitaire fournies par l'ARS Normandie, lorsque ces valeurs existent (à l'exception d'une valeur ponctuelle égale à la VRS pour le dioxyde de soufre le jour de l'incendie). C'est en particulier le cas pour les benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes, ainsi que l'H₂S.
- Cette analyse a été complétée par une comparaison avec des valeurs repères régionales calculées par Atmo Normandie à partir de son propre historique de mesures, et par la mise en œuvre de mesures complémentaires en octobre 2019 sur 7 sites en proximité industrielle sur la région. Il a été observé que certains polluants, dont le toluène (tout en se situant en dessous de la VRS) et l'acide acétique (absence de VRS) ont dépassé les valeurs repères régionales d'Atmo Normandie. Une analyse plus poussée a été effectuée pour ce deux composés mais il est difficile de savoir si l'incendie et ses suites ont pu contribuer aux concentrations observées et dans quelles proportions du fait de l'environnement industriel du

secteur. Des campagnes de mesure complémentaires dans la zone industrielle de Rouen permettraient de mieux caractériser cet environnement.

- Plus de 6000 signalements d'odeurs émis sur un an par les habitants de la Métropole de Rouen ont été enregistrés par Atmo Normandie, dont 52% faisaient état d'au moins un symptôme santé. Les symptômes les plus couramment cités sont : maux de tête, nausées et picotements/irritations. Il est connu que les odeurs et les mécanismes physiologiques associés sont susceptibles de provoquer des symptômes santé.
- Les habitants ont signalé, dans une large majorité, des odeurs de type « hydrocarbures ». Les nez formés au Langage des Nez® salariés d'Atmo Normandie ont mis en évidence, durant la phase post-accidentelle, une prédominance des caractères odorants soufrés et, dans une moindre mesure, de notes phénolées / pyrogénées (de type brûlé). Ont été aussi senties des notes de types « alkyls / aromatiques », en lien avec les produits stockés et les neutralisants / masquants, utilisés un temps par les entreprises pour tenter de réduire la gêne des habitants. Pendant la phase de déblaiement des sites, les notes soufrées ont prédominé lors des tournées olfactives.
- Le rapprochement de l'analyse olfactive des échantillons avec les analyses physico-chimiques des prélèvements par canister a été abordé de manière globale. En effet, pour une grande partie des composés analysés, on ne dispose pas de caractérisation olfactive précise utilisant une méthode telle que le Langage des Nez®, ni d'autres références bibliographiques. D'autre part, les conditions de prélèvements, de conservation des échantillons et les limites de quantification des appareils de mesure ne permettent de garantir une exhaustivité des substances chimiques identifiées. Les composés soufrés présents dans les analyses de certains prélèvements ont sans doute contribué aux témoignages des habitants.

Les données produites et recueillies (mesures dans l'environnement et signalements olfactifs) par Atmo Normandie sont téléchargeables sur le site internet (www.atmonormandie.fr) et ont été mises à disposition des autorités, industriels concernés et organismes poursuivant l'analyse de cet événement et de ses conséquences : Santé Publique France, INERIS, le bureau d'études chargé de l'évaluation quantitative des risques sanitaires liés à l'incendie et les membres du consortium universitaire du projet de recherche pluridisciplinaires COP HERL (« COnséquences Potentielles pour l'Homme et l'Environnement, perception et Résilience »).

A chaque événement d'ampleur Atmo Normandie organise son retour d'expérience (REX) en interne et participe aux actions mises en place avec les autres acteurs. Ainsi, plusieurs sujets sont à l'étude au sein d'Atmo Normandie et en complémentarité avec d'autres acteurs, tels que l'augmentation du spectre des prélèvements de façon à couvrir d'autres composés, en particulier sur les composés typiques des incendies ou la recherche de solutions pour accélérer le délai de restitution des analyses. Des nouvelles conventions ont d'ores et déjà été signées avec les industriels du Havre, de Port Jérôme et de l'Eure, ainsi qu'avec le SDIS 76, pour augmenter le nombre de canisters à disposition des services d'intervention pour des prélèvements d'air en cas d'incident.

Sommaire

| | |
|--|----|
| RESUME | 3 |
| SOMMAIRE..... | 5 |
| SIGLES, SYMBOLES ET ABREVIATIONS..... | 7 |
| 1. INTRODUCTION | 9 |
| 2. ELEMENTS NECESSAIRES A LA COMPREHENSION..... | 10 |
| 2.1. CONTEXTE..... | 10 |
| 2.1.1. Contribution d'Atmo Normandie à la gestion des situations accidentelles..... | 10 |
| 2.1.2. Participation d'Atmo Normandie au suivi de l'impact de l'incendie | 11 |
| 2.2. CHRONOLOGIE DES EVENEMENTS | 13 |
| 2.3. SITUATION METEOROLOGIQUE | 16 |
| 2.4. INFORMATIONS SUR LES INDUSTRIELS ET LES PRODUITS IMPLIQUES DANS L'INCENDIE..... | 16 |
| 2.5. APPROCHE CHOISIE..... | 18 |
| 2.5.1. Eléments fournis par la CASU..... | 18 |
| 2.5.2. Choix des sites, des méthodes de mesure et des périodes d'échantillonnage..... | 18 |
| 2.6. REFERENCES POUR L'INTERPRETATION DES RESULTATS..... | 34 |
| 2.6.1. Limite de quantification..... | 34 |
| 2.6.2. Valeurs de référence sanitaire fournies par l'Agence Régionale de Santé (ARS) | 34 |
| 2.6.3. Valeurs repères régionales..... | 35 |
| 2.7. ORIGINE DES DONNEES | 36 |
| 2.8. LIMITES..... | 37 |
| 3. PRESENTATION DES RESULTATS ET DISCUSSIONS | 39 |
| 3.1. AIR AMBIANT | 39 |
| 3.1.1. Signalements des nuisances odorantes et tournées olfactives..... | 39 |
| 3.1.2. Composés organiques volatils et soufrés (hors H ₂ S)..... | 47 |
| 3.1.3. Sulfure d'hydrogène – H ₂ S..... | 66 |
| 3.1.4. Ammoniac – NH ₃ | 68 |
| 3.1.5. Acides minéraux | 68 |
| 3.1.6. HAP..... | 69 |
| 3.1.7. Autres polluants réglementés..... | 71 |
| 3.2. RETOMBEES ATMOSPHERIQUES..... | 73 |
| 3.2.1. Métaux et éléments non métalliques..... | 73 |
| 3.2.2. Dioxines/furanes et PCB..... | 75 |
| 3.3. LIENS ENTRE ODEURS, PERCEPTIONS ET SUBSTANCES CHIMIQUES..... | 76 |
| 3.3.1. Etude de l'impact odorant des sites Lubrizol et NL Logistique | 76 |

| | |
|--|-----------|
| 3.3.2. Rapprochement avec les analyses physico-chimiques des prélèvements sur les sites incendiés | 80 |
| 3.3.3. Analyses d'échantillons d'air lors d'épisodes d'odeurs | 81 |
| 4. CONCLUSION ET PERSPECTIVES | 85 |
| 5. BIBLIOGRAPHIE | 88 |
| 6. LISTE DES FIGURES | 90 |
| 7. LISTE DES TABLEAUX | 92 |

Sigles, symboles et abréviations

AASQA : Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l'air
ANSES : Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
ARS : Agence Régionale de Santé
As : Arsenic
ASE : Accelerated Solvent Extraction
ATSDR : Agency for Toxic Substances and Disease Registry
BTEX : benzène, toluène, éthylbenzène, xylènes
CASU : Cellule d'appui aux situations d'urgence
Cd : Cadmium
CO : monoxyde de carbone
CO₂ : dioxyde de carbone
COV(s) : Composé(s) Organique(s) Volatil(s)
Cr : Chrome
Cu : Cuivre
DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement
GC/FID : Chromatographie en phase gazeuse avec détection par ionisation de flamme
GC/FPD : Chromatographie en phase gazeuse avec détecteur photométrique de flamme
GC/HRMS : Chromatographie en phase gazeuse couplé à un spectromètre de masse haute résolution
GC/MS : Chromatographie en phase gazeuse couplé à un spectromètre de masse
GPMR : Grand Port Maritime de Rouen
H₂S : dihydrogène sulfuré (ou sulfure d'hydrogène)
H₃PO₄ : acide phosphorique
HAP : hydrocarbures aromatiques polycycliques
HCN : acide cyanhydrique
HCl : acide chlorhydrique
HPLC : Chromatographie liquide haute performance
ICP : Inductively coupled plasma (Plasma à couplage inductif)
ICP/AES : Spectrométrie d'émission atomique par plasma à couplage inductif
ICP/MS : Spectrométrie de masse par plasma à couplage inductif
IMT : Institut Mines-Télécom
INERIS : Institut national de l'environnement industriel et des risques
Mn : Manganèse
MTES : Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire
N₂ : diazote
NH₃ : ammoniac
NH₄⁺ : ion ammonium
Ni : Nickel
NO₂ : dioxyde d'azote
NO_x : oxydes d'azote (monoxyde d'azote et dioxyde d'azote)
ODO : Outil de signalement de nuisances olfactives
OEHHA : Office of Environmental Health Hazard Assessment
OMS : Organisation Mondiale de la Santé
OQAI : Observatoire de la Qualité de l'Air Intérieur
P : Phosphore
Pb : Plomb
PCDD/PCDF : Dioxines et furanes (polychlorodibenzoparadioxines et polychlorodibenzofuranes)
PCB : polychlorobiphényles
PCB-DL : PCB Dioxin like (PCB présentant des caractéristiques de toxicité proche des dioxines)
PCB-NDL : PCB non dioxin like (PCB indicateurs)
PM₁₀ : particules dont le diamètre est inférieur à 10 micromètres

PM2,5 : particules dont le diamètre est inférieur à 2,5 micromètres
POI : Plan d'Opération Interne
PPI : Plan Particulier d'Intervention
PRSQA : Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air
RIPA : Réseau d'Intervenants en situation Post Accidentelle
S : Soufre
Sb : Antimoine
SDIS76 : Service départemental d'incendie et de secours de la Seine-Maritime
SO₂ : dioxyde de soufre
TPHCWG : Total Petroleum Hydrocarbon Criteria Working Group
V : Vanadium
VLEP : Valeur Limite d'Exposition Professionnelle
VRS : Valeur de Référence Sanitaire
VTR : Valeur toxicologique de référence
Zn : Zinc
ZI : Zone Industrielle

Expression des résultats de dioxines et furanes en équivalent toxique :

TEF : Facteur d'équivalence de toxicité (OMS 2005)

TEQ : Equivalent toxique (OMS 2005)

Unités utilisées pour les retombées atmosphériques dans les jauges :

- $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour} = 10^{-6}\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$: microgramme par mètre carré et par jour
- $\text{pg}/\text{m}^2/\text{jour} = 10^{-12}\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$: picogramme par mètre carré et par jour

Unités utilisées pour les HAP sur filtre :

- $\text{ng}/\text{m}^3 = 10^{-9}\text{g}/\text{m}^3$: nanogramme par mètre cube

1. Introduction

Le 26 septembre 2019, un incendie a détruit une partie des installations de stockage des sociétés Lubrizol et NL Logistique. Le présent rapport revient sur le contexte de la participation d'Atmo Normandie au suivi de la pollution générée, la chronologie des évènements, puis expose l'approche choisie par Atmo Normandie pour le déploiement de ses mesures, ainsi que les moyens techniques et sensoriels utilisés au moment de l'incendie et les mois suivants, en fonction de l'évolution de la situation.

Dans ce rapport, les données d'Atmo Normandie sont présentées et interprétées selon deux périodes :

- Dès le début de l'accident jusqu'à la fin du traitement des « fûts sensibles » sur le site de Lubrizol le 28/01/2020, soit du 26/09/2019 au 14/02/2020 (Atmo Normandie ayant poursuivi ses mesures pour observer les possibles rémanences du site). Les mesures ont été arrêtées entre le 14/02/2020 et le 30/04/2020.
- Pendant la phase ultérieure de délaïement des sites en partie incendiés de Lubrizol et NL Logistique, soit du 30/04/2020 au 01/10/2020.

Les résultats présentés dans ce rapport ne concernent que les prélèvements gérés par Atmo Normandie avec les moyens et les informations dont elle disposait pendant et après l'évènement. Ces éléments ne constituent donc qu'une partie de l'ensemble des prélèvements effectués en lien avec l'évènement pour lequel une vision globale nécessiterait d'étudier les autres mesures et analyses effectuées par les autres acteurs.

Ce document s'adresse aux organismes et toute personne intéressée qui souhaite s'informer sur les moyens et les mesures mises en œuvre par Atmo Normandie suite à l'incendie, ainsi que sur les résultats et leur interprétation. Ce rapport alimentera le retour d'expérience sur la mesure de polluants en cas d'incidents ou d'accidents industriels notamment à destination des AASQAs et à leur fédération ATMO France. Il est également téléchargeable depuis le site internet www.atmonormandie.fr (rubrique « Publications>Pics de pollution & incidents »). Ce rapport vient compléter les publications déjà parues à savoir le bilan 2019, la Gazette de Nez n°65 et l'Air Normand n°72, disponibles sur le site internet d'Atmo Normandie. Les actions de communication mises en œuvre pendant l'évènement par Atmo Normandie ne sont pas traitées dans le présent rapport mais sont abordées dans le bilan 2019 et l'Air Normand n°72.

2. Éléments nécessaires à la compréhension

2.1. Contexte

2.1.1. Contribution d'Atmo Normandie à la gestion des situations accidentelles

Atmo Normandie est une Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA)¹, portant ce nom depuis 2016 en référence à la Fédération ATMO France, mais dont l'existence remonte à presque 50 ans. Son objectif est de participer aux politiques publiques en matière de qualité de l'air et plus généralement aux problématiques intégrées de l'air (y compris l'air intérieur des locaux), du climat et de l'énergie. **L'agrément de l'association par le Ministère en charge de l'Ecologie porte sur la surveillance de la pollution chronique (et non pas accidentelle), et le dispositif de surveillance est dimensionné en premier lieu pour le suivi des polluants encadrés par les directives européennes. Néanmoins, Atmo Normandie a fait évoluer ses statuts en 2016, suite à l'incident Lubrizol 2013 (voir ci-dessous), pour intégrer dans son objet une mission d'assistance aux autorités en cas de pollution accidentelle, dans la limite de ses moyens. Dans ce cadre, des mesures complémentaires au dispositif fixe peuvent être mises en place, comme cela a été fait dans le cas de l'incendie Lubrizol/ NL Logistique, mais il ne s'agit pas d'un réseau d'alerte pouvant prévenir d'un incident ou accident industriel, responsabilité qui incombe aux exploitants de ces installations. De même, l'évaluation du risque sanitaire et l'exposition professionnelle sont en dehors du champ de compétences d'Atmo Normandie.**

Le 21 janvier 2013, un rejet fortement odorant émis par l'usine Lubrizol à Rouen, avait touché la Seine-Maritime, puis la région parisienne et enfin le Sud de l'Angleterre. L'impact médiatique de cet évènement et les lacunes mises en évidence dans sa gestion avaient poussé l'État à réagir, à travers la publication de l'instruction gouvernementale du 12 août 2014 (7). Ce texte formulait des recommandations pour de meilleures mobilisation et coordination de tous les acteurs pouvant apporter une réponse en matière d'alerte, d'expertise et d'information, et reconnaissait une place aux AASQA dans la gestion de crise. Les préconisations suivantes y étaient notamment définies :

- Développer la capacité d'effectuer rapidement des prélèvements et mesures dans l'air environnant en cas d'accident/incident (actions relevant de la responsabilité des industriels, mais à la réalisation desquelles les AASQA peuvent contribuer) ;
- Améliorer la détection de signaux de pollution par l'AASQA (ex : plaintes odeurs, mesures) et l'information en conséquence de la préfecture ;
- Assurer un relais vers les informations préfectorales à partir du site de l'AASQA ;
- Suspendre momentanément ou adapter pour la zone concernée la diffusion des indices de qualité de l'air qui montreraient un bon niveau de qualité de l'air sur les polluants réglementés, pour éviter toute confusion auprès du public.

¹ Il en existe une par région

Dans le cadre d'un groupe de travail national piloté par le Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire (MTES), Atmo Normandie (à l'époque Air Normand) a fait partie des trois AASQAs expérimentatrices de l'instruction du 12 août 2014. Cette expérimentation a consisté en un travail préalable de définition d'un dispositif (mesures, modélisation, remontée de signalements), avec un volet mutualisation nationale et organisationnel, ainsi que la définition des modalités de communication de l'AASQA en cas de crise.

A l'issue de cette expérimentation, en octobre 2016, un rapport (2) a été remis au ministère en charge de l'Environnement, ainsi qu'à la Fédération Atmo France, afin d'en partager les préconisations notamment à l'ensemble des AASQA. Le groupe de travail national piloté par le Ministère ne s'est alors plus réuni et la suite de la mise en œuvre de l'instruction a été pilotée au niveau local (en particulier en Normandie dans le cadre d'un groupe de travail regroupant la DREAL, la Préfecture 76, France Chimie Normandie et Atmo Normandie). Atmo Normandie a par ailleurs été intégrée au dispositif de crise ORSEC de la préfecture 76.

Atmo Normandie a signé en 2017 une convention avec le SDIS 76 et s'est engagée à fournir au SDIS 76 des canisters, permettant aux sapeurs-pompiers d'effectuer des échantillons conservatoires d'air très rapidement au début d'un accident ou incident, ces échantillons étant ensuite pris en charge par Atmo Normandie pour leur transport vers un laboratoire d'analyse choisi par Atmo Normandie et pour l'organisation de rotations de canisters en conséquence (3).



Figure 1 : Canister (6L)

Dans le cadre de son programme « Contribuer à la gestion des situations post-accidentelles » figurant dans son PRSQA 2017-2021 (4) des moyens ont aussi été développés au sein d'Atmo Normandie pour répondre aux besoins de l'instruction du 12 août 2014, notamment par :

- L'embauche d'une personne dédiée à l'expérimentation et mise en œuvre de ce programme ;
- L'organisation d'une triple astreinte (dont une astreinte « représentants de la direction » 24h/24 et 7j/7) dont l'objet premier visait les situations de pollution chronique mais qui a été élargi à l'assistance à la gestion de crise en cas d'incident ou accident industriel ;
- La formation de l'astreinte direction à l'organisation d'une cellule de crise, etc.

Le dispositif prévu dans le cadre de l'instruction du 12 août 2014 et l'organisation interne mise en place au sein d'Atmo Normandie ont été mis en œuvre lors de l'incendie de Lubrizol et NL Logistique.

2.1.2. Participation d'Atmo Normandie au suivi de l'impact de l'incendie

Dès le début de l'incendie le 26 septembre 2019 et face à son ampleur, des actions ont été demandées à Atmo Normandie par les services de l'Etat². D'autres actions ont été mises en place par Atmo Normandie, de sa propre initiative, par exemple les tournées olfactives et l'installation des tubes à diffusion passive. Certains polluants

² Participation à la cellule de crise en Préfecture puis aux travaux de la cellule post accident technologique d'évaluation des impacts sanitaires et environnementaux et aux multiples réunions de suivi post accident, ainsi que la réalisation de prélèvements et analyses

ont été mesurés en des points de prélèvement en continu pendant 1 an (période post-incendie). Les résultats des mesures environnementales réalisées par Atmo Normandie ont dans un premier temps été présentés dans des communiqués de presse puis ont été mis en ligne au fur et à mesure de leur réception (une grande partie des prélèvements nécessitant une analyse plus ou moins longue en laboratoire) dans une rubrique dédiée de son site internet. Toutes ces analyses ont contribué à documenter l'état de l'environnement atmosphérique et ont été mises à disposition de l'administration (DREAL, ARS, Préfecture...), des entreprises concernées et des experts poursuivant l'analyse de l'impact sanitaire et environnemental du sinistre (ANSES³, Santé Publique France, INERIS, bureaux d'études, etc.).

De nombreux autres organismes ont effectué des mesures et prélèvements dans l'environnement. Ainsi, dès les premières heures du sinistre, le SDIS 76 a réalisé 26 points de détections⁴ dans l'air, dont les résultats ont été fournis au Préfet pour qu'il décide des mesures de protection de la population (mise à l'abri recommandée des personnes « vulnérables », éviter l'exposition aux fumées...).

Beaucoup d'autres laboratoires et bureaux d'études spécialisés (dont l'INERIS et certains laboratoires du Réseau d'Intervenants en situation Post Accidentelle - RIPA) ont été mobilisés par l'Etat et les exploitants pour apporter d'autres éléments de qualification de l'environnement (recherche d'amiante dans l'air, évaluation de la contamination des sols, des aliments, des lichens, de l'eau...).

De nombreux prélèvements ont aussi été effectués par des chercheurs universitaires, des associations et des citoyens. Les actions d'Atmo Normandie se sont centrées sur son cœur de métier, à savoir la pollution de l'air et les odeurs (cf. figure 2)

³ Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

⁴ Les pompiers utilisent des détecteurs de gaz instantanés avec des seuils de détection élevés dans le but de savoir s'il y a un risque immédiat et grave pour la santé.



Figure 2 : Participation d'Atmo Normandie dans le cycle des mesures et prélèvements

2.2. Chronologie des évènements

Dans la nuit du 25 au 26 septembre vers 2h40 du matin, un important incendie s'est déclaré détruisant en partie les bâtiments de stockage de l'usine Lubrizol de Rouen (un site classé Seveso "seuil haut" qui fabrique des additifs pour lubrifiants) et de l'entreprise mitoyenne NL Logistique. NL Logistique stockait notamment des fûts de produits de Lubrizol. Le préfet de la Seine-Maritime a déclenché un plan particulier d'intervention (PPI) à 5h15 du matin. A 13h00 le feu était maîtrisé, et à 15h00 éteint.

Malgré l'extinction de l'incendie, certains produits encore stockés sur le site de NL Logistique ont continué à se consumer pendant plusieurs jours (jusqu'au 7 octobre selon la DREAL Normandie). Le PPI a été levé le 8 octobre à 11h00.

D'importants panaches de fumées noires ont été visibles une bonne partie de la journée du 26 septembre sur plusieurs dizaines de kilomètres, suscitant l'inquiétude des populations. Les communes du plateau nord de Rouen ont en particulier été sous le panache. Celui-ci a également concerné de nombreuses communes normandes jusqu'à la région Hauts-de-France et la Belgique avec des retombées de suies grasses signalées au sol, souvent liées aux précipitations survenues dans la journée.



Figure 3 : photo de l'incendie - Source : Atmo Normandie

Le Laboratoire de Morphodynamique continentale et Côtière (M2C) a établi la cartographie ci-dessous basée sur le recueil, dès le premier jour de l'incendie, auprès des citoyens de leurs signalements visuels de retombées de suies.

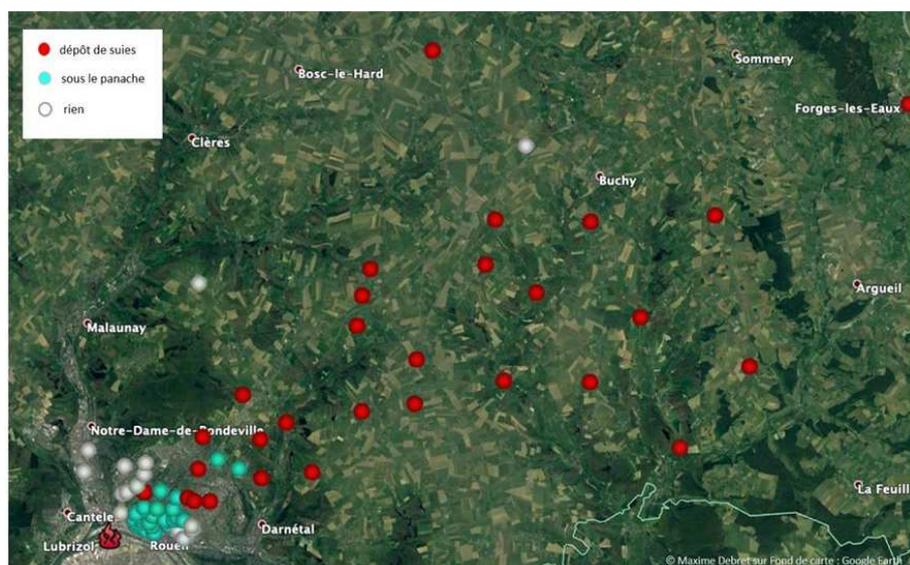


Figure 4 : Suivi du panache de l'incendie Lubrizol et NL Logistique à travers des témoignages photographiques 26/09/19 - Source : © Laboratoire M2C – Maxime Debret

Des signalements d'odeurs de types « hydrocarbures », « soufrées » ou « brûlées » provenant des habitants de Rouen ont commencé à arriver à Atmo Normandie dès 4h du matin le 26 septembre. Au total, sur 1 an, soit entre le 26 septembre 2019 et le 1^{er} octobre 2020 plus de 6000 signalements ont été reçus par Atmo Normandie. Ces signalements associaient pour 52% d'entre eux au moins un symptôme santé déclaré (nausées, maux de tête, irritations oculaires et cutanées...).

Une organisation et des moyens adaptés à la situation ont été progressivement mis en place par Lubrizol et NL Logistique pour traiter les sites incendiés et le Bassin au Bois (la darse) pollué lors des opérations d'extinction de l'incendie, et enlever les fûts altérés par l'incendie (environ 1 300 fûts côté Lubrizol dont 160 classés sensibles car pouvant émettre des composés odorants notamment lors de leur manutention tels que des mercaptans et de l'hydrogène sulfuré (H₂S)). Ces fûts ont été traités dans une tente mise en dépression connectée à un dispositif de traitement des émissions de mercaptans et d'H₂S. Des dispositifs de brumisation et autres systèmes à base de produits masquants et/ou neutralisants ont également été utilisés par les deux entreprises, dans le but de réduire les émissions odorantes et les particules. Au 29 janvier, ce lot de 1300 fûts était évacué du site de Lubrizol. Il restait néanmoins des fûts dans les décombres de l'incendie. Les chantiers de déblaiement des deux sites incendiés ont ainsi duré encore plusieurs mois. Ces travaux de dépollution des zones incendiées (retrait des matériaux calcinés, nettoyage des surfaces et curage des canalisations...), mais aussi de la darse (dont nettoyage des quais) se sont poursuivis en 2020.

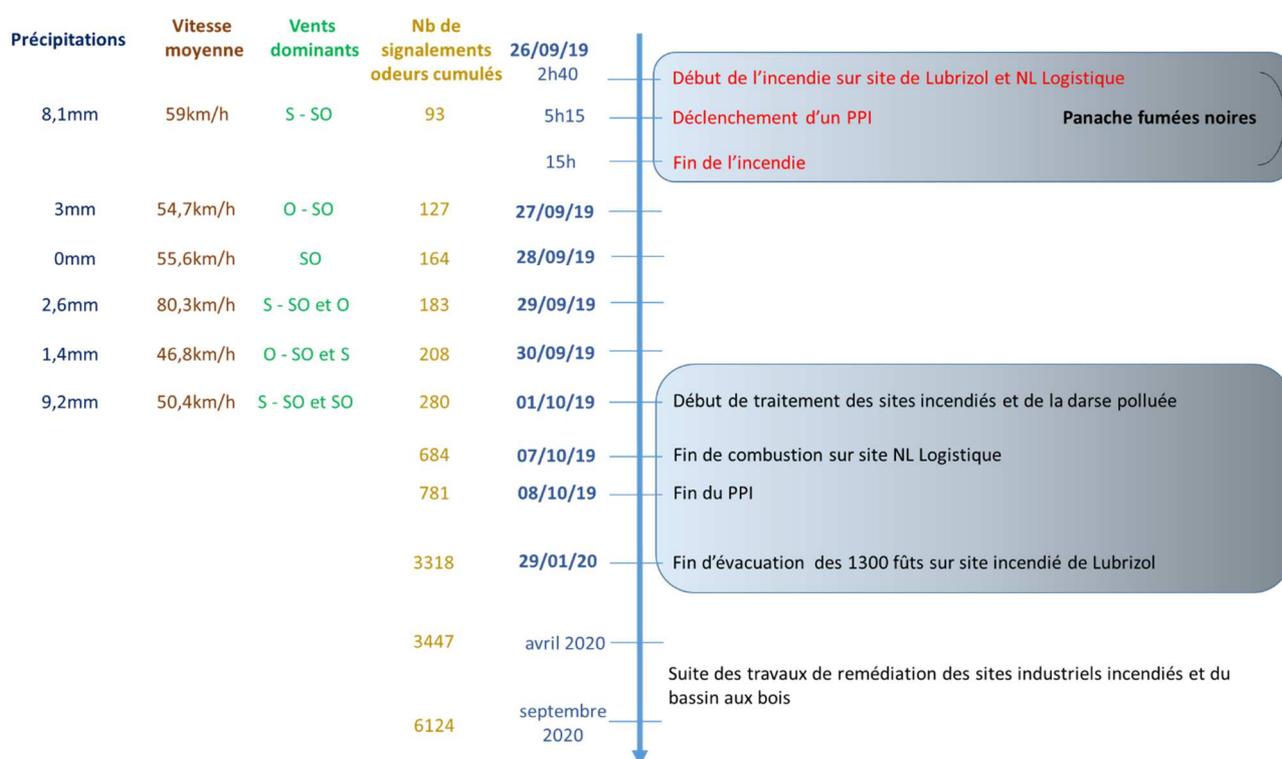


Figure 5 : Chronologie des événements - Sources : données Météo station Boos, site Météo France et données signalements odeurs Atmo Normandie

2.3. Situation météorologique

Les conditions météorologiques du jour de l'incendie ont favorisé l'élévation rapide des fumées et leur évacuation vers le nord-est de l'agglomération (pas d'inversion de température, direction constante en provenance du sud-ouest, vitesse de vent soutenue). Les fumées de l'incendie se sont élevées au-dessus de la zone sinistrée et se sont propagées vers le plateau (communes de Mont Saint Aignan - Bois Guillaume – Bihorel dans un premier temps). Les précipitations du 26 septembre ont largement contribué aux dépôts de suie sur les zones géographiques sous le panache.

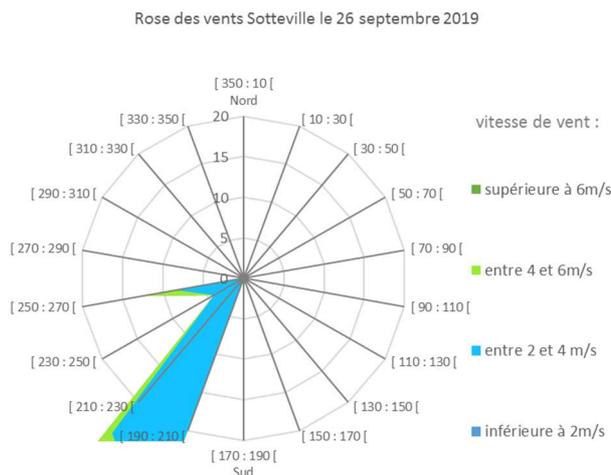


Figure 6 : Rose des vents du 26/09/19 - Source : Atmo Normandie

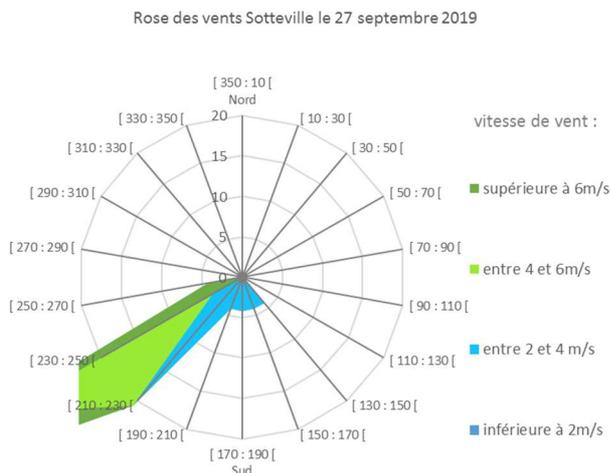


Figure 7 : Rose des vents le 27/09/19 - source : Atmo Normandie

Le 27 septembre, les vents provenaient sensiblement de la même direction que le 26 septembre, « sud-ouest » mais un peu plus à l'ouest. Ils étaient toujours soutenus.

Le panache visible au-dessus de la zone incendiée et du plateau nord avait disparu.

2.4. Informations sur les industriels et les produits impliqués dans l'incendie

La **société Lubrizol** est une entreprise qui produit et commercialise des additifs pour huiles moteur et transmission, pour lubrifiants industriels et pour peintures. Le site de Rouen est un site de production : y sont présents des produits finis, des produits intermédiaires et des réactifs. Toutes les substances chimiques présentes sur le site n'ont pas été incendiées. Le feu n'a touché que celles présentes dans les zones de stockage et de conditionnement (bâtiments A4 et A5).

Plus de 5000 tonnes de produits présents sur la zone incendiée, ont brûlé en partie ou totalement. La grande majorité de ces produits étaient des additifs, dont quasiment 63% d'additifs multi-usages (5).

Ils étaient constitués en grande partie des distillats paraffiniques hydrotraités légers ou lourds (principalement des hydrocarbures saturés, de 15 à 30 atomes de carbone ou de 20 à 50 atomes de carbone), d'huile minérale (mélange d'hydrocarbures saturés), et de molécules de structure plus complexe (polysulfures organiques, polymères, sels de zinc d'additif phosphoré, alkyl phénols, phosphite de triphényle...).

La **société NL Logistique** est une entreprise spécialisée dans le stockage et le transport. Les bâtiments T1, T2 et T3 du site de Rouen rive gauche, mitoyens du site de Lubrizol, ont été touchés par l'incendie. La quantité de produits stockés dans les bâtiments qui ont brûlé était environ de 4000 tonnes, dont presque 40% de matières premières et produits finis provenant de Lubrizol. Le reste des produits était constitué majoritairement de gomme arabique (à environ 50%). La gomme arabique est une matière première naturelle utilisée par l'industrie agro-alimentaire et sert notamment d'émulsifiant et de supports pour les arômes.

Le détail des produits stockés sur les deux sites est disponible sur le site du gouvernement ou sur le site de la préfecture (5).

Le processus de combustion a modifié les structures chimiques des produits qui ont brûlé, produisant de nouveaux composés, notamment des composés d'oxydation thermique. Le schéma suivant représente la distribution en pourcentage massique des éléments présents (>0,05%) dans l'ensemble des produits impliqués dans l'incendie, sur la partie Lubrizol.

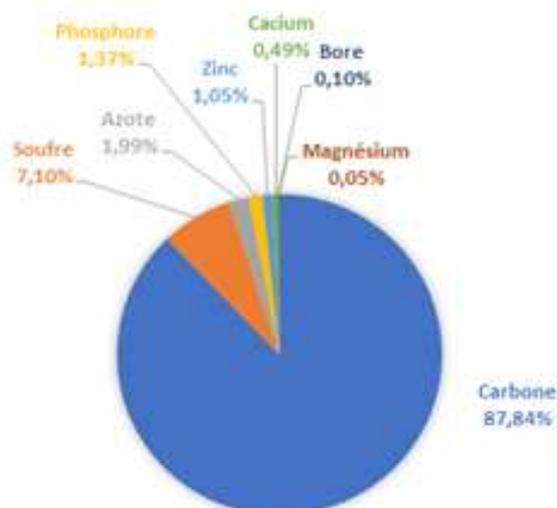


Figure 8 : Distribution des éléments présents dans les produits impliqués dans l'incendie (en % massique) - source : Lubrizol

2.5. Approche choisie

2.5.1. Éléments fournis par la CASU

Dès le début de l'incendie, la préfecture a reçu l'aide de la Cellule d'Appui aux Situations d'Urgence (CASU⁵) de l'INERIS devant cette situation d'urgence. Dans sa note publiée le 4 octobre 2019 (6) en réponse à la saisine du 2 octobre, l'INERIS décrit son analyse. Sans information sur la nature exacte des produits stockés sur les sites et impliqués dans l'incendie, la CASU a proposé aux services de l'Etat dès le 26 septembre un programme de surveillance de substances, en s'appuyant sur les informations disponibles auprès de la DREAL et sur le retour d'expérience des incendies de l'INERIS. Les substances ont été choisies par matrice (air ambiant, eau, sols et végétaux).

Pour l'air ambiant, les substances étaient les suivantes :

- Pendant l'incendie : **CO**, HCN, **NO₂**, **SO₂**, CO₂
- Tant qu'il y a des émissions :
 - Polluants gazeux : **SO₂**, **H₂S**, **mercaptans**, HCl, H₃PO₄, **COV** (notamment **BTEX**).
 - Retombées atmosphériques : **dioxines et furanes chlorés** (PCDD/F), dioxines et furanes bromés (PCDD/F) et **HAP**, **soufre total** et **phosphore total**.

Les concentrations d'une partie de ces substances (en gras ci-dessus) ont pu être documentées par Atmo Normandie, à partir de son réseau permanent ou du dispositif complémentaire mis en œuvre le jour de l'incendie et les suivants dans les conditions décrites ci-après.

2.5.2. Choix des sites, des méthodes de mesure et des périodes d'échantillonnage

L'ensemble des moyens de mesures mis en œuvre par Atmo Normandie est décrit en annexe 5.1.

Les mesures automatiques fournissent des résultats en temps réel, et les prélèvements d'échantillons d'air, de retombées ou de particules sur filtres ont été envoyés à différents laboratoires pour analyses différées (voir paragraphe 2.7).

L'ensemble des prélèvements et mesures dans l'environnement se sont déroulés entre le 26 septembre 2019 et le 1^{er} octobre 2020.

Le tableau ci-dessous synthétise les moyens de mesures mis en œuvre avec leurs objectifs respectifs. Ces moyens sont ensuite détaillés dans les paragraphes suivants.

⁵ La CASU 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 en mobilisant des équipes pluridisciplinaires et, selon les besoins, les moyens scientifiques et techniques de l'INERIS (source : INERIS)

| Moyen d'échantillonnage et de mesure | Type de prélèvement et de mesure | Durée | Nombre et date | Objectifs |
|--|----------------------------------|-------------------------|--|---|
| Canisters dans les zones non accessibles au public | Prélèvement manuel | Instantanée | 18 canisters du 26/09 au 19/11/19. 2 canisters le 27/04/20. | Certains prélèvements ont été menés dans le cadre de l'évaluation de l'exposition professionnelle des personnes devant accéder à ces zones polluées. D'autres avaient pour objectif de rechercher des composés gazeux odorants en lien avec les analyses sensorielles. Ces prélèvements ont été mis en œuvre par les organismes habilités (SDIS, services de l'Etat...) et Atmo Normandie a utilisé les résultats obtenus pour établir, puis consolider, la liste des substances chimiques à suivre dans l'environnement, notamment par les tubes à diffusion passive. |
| Canisters dans l'environnement | Prélèvement manuel | Instantanée | 15 canisters du 26/09 au 10/10/19. | Les prélèvements réalisés le jour et le lendemain de l'incendie avaient pour objectif d'évaluer les concentrations d'un certain nombre de composés gazeux, en particulier des composés pouvant être toxiques, et ont contribué à établir une signature chimique de l'incendie. Les prélèvements réalisés par la suite avaient pour objectif de voir l'évolution des espèces chimiques émises post-incendie sur les zones incendiées, d'où continuaient à émerger des odeurs. Les concentrations obtenues de ces prélèvements ont été comparées à titre indicatif à des valeurs de référence sanitaire pour la population générale (exposition < 15 jours), quand elles existent. |
| Canisters dans l'environnement avec système de régulation du débit de prélèvement | Prélèvement manuel | 24h | 2 canisters du 10/10 au 11/10/19. 5 canisters du 21/10 au 27/10/19. | Des prélèvements par canisters sur une durée de 24h ont été réalisés pour compléter la liste des composés organiques volatils suivis et pour suivre l'exposition de la population durant la foire Saint Romain. |
| Sac Tedlar | Prélèvement manuel | Instantanée | 5 sacs Tedlar le 27/09/19. | Les prélèvements par sacs Tedlar, en complément des canisters, ont permis de documenter la liste des espèces chimiques émises par les zones incendiées à suivre dans l'environnement. |
| Tubes à diffusion passive dans les zones non accessibles au public | Prélèvement passif | 1 semaine pour les COVs | 5 tubes de COVs du 15/11/19 au 22/11/19. | Cinq tubes à diffusion passive ont été disposés en bordure intérieure de la zone incendiée. L'objectif de ces mesures par tubes étaient de vérifier si d'autres composés pouvaient être identifiés, afin d'ajuster, si nécessaire, la liste des espèces à rechercher dans l'environnement. |

| Moyen d'échantillonnage et de mesure | Type de prélèvement et de mesure | Durée | Nombre et date | Objectifs |
|---|------------------------------------|---|---|--|
| Tubes à diffusion passive dans l'environnement | Prélèvement passif | 1 semaine pour les COVs 2 semaines pour l'H ₂ S et le NH ₃ | 312 tubes COVs du 28/09/19 au 01/10/20. 172 tubes H ₂ S du 28/09/19 au 24/09/20. 18 tubes NH ₃ du 08/11/19 au 22/11/19. | Les tubes à diffusion passive ont été disposés dans l'environnement autour de la zone incendiée. Ces tubes permettent de suivre les concentrations des composés identifiés par les prélèvements par canister et sacs Tedlar dans la durée. Contrairement aux canisters et aux sacs Tedlar, les résultats obtenus peuvent être plus facilement comparés à des valeurs de référence sanitaire pour la population générale (expositions de 1 à 14 jours ou > 1an), quand elles existent. |
| Analyseurs automatiques | Mesure automatique en continu | 24h/24 | Stations permanentes : Palais de Justice, Quai de Paris, Sud III, Petit-Quevilly, Saint-Etienne-du-Rouvray. Moyen mobile du 26/09/19 au 18/11/19. | Les analyseurs automatiques permettant de mesurer en continu certains composés dans l'air ambiant (CO, NO, NO ₂ , SO ₂ et les particules PM10) avaient pour objectif de suivre la pollution gazeuse et particulaire en temps réel et de détecter si les seuils d'information ou d'alerte étaient susceptibles d'être dépassés lors de l'incendie ou après. |
| Analyseurs sur filtre | Prélèvement automatique en continu | 24h/24 | 27 mesures de HAP du 26 au 29/09/19, 01/10 au 07/10/19 et 08/10 au 14/10/19. 7 périodes de mesures d'une semaine d'acides minéraux du 25/10 au 12/12/19. | L'objectif de ces prélèvements était de vérifier la présence de certains polluants particuliers, tels que les HAP particuliers et les acides minéraux, et de comparer les résultats obtenus à des valeurs de référence sanitaire pour la population générale (exposition < 15 jours ou exposition > 1an en fonction de la durée de prélèvement), quand elles existent. |
| Retombées atmosphériques | Prélèvement passif | 1j à 1 mois | 10 jauges Owen du 26/09/19 au 06/11/19. 11 jauges Bergerhoff du 26/09/19 au 06/11/19. | Des collecteurs permettent de recueillir les retombées atmosphériques totales se déposant sur le sol sous forme liquide (précipitations) et sous forme solide (sédimentation des particules). Les mesures des retombées atmosphériques avaient pour objectif la recherche de composés tels que dioxines/furanes, PCB Dioxin-Like, PCB indicateurs, métaux et éléments non métalliques (phosphore et soufre). Les résultats des analyses en laboratoire ont été comparés à des valeurs de référence sanitaire pour la population générale (exposition < 15 jours ou exposition > 1an en fonction de la durée de prélèvement), quand elles existent. |
| Plateforme de signalements ODO | Système de déclarations | 24h/24 | 6124 signalements du 28/09/19 au 01/10/20. | La plateforme de signalements ODO, ainsi que les autres systèmes de déclaration (formulaire internet, mail, téléphone), ont permis de suivre l'impact de l'incendie et des travaux de remédiation |

| Moyen d'échantillonnage et de mesure | Type de prélèvement et de mesure | Durée | Nombre et date | Objectifs |
|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------------|--|---|
| | | | | en termes de nuisances odorantes, exprimées sous la forme d'évocations (hydrocarbure, gaz, soufre...). Les plaignants ont pu signaler des symptômes santé liés aux nuisances perçues. Les services de l'Etat et les industriels concernés ont été informés dès lors qu'un afflux de signalements était observé. |
| Tournées olfactives | Analyse sensorielle par olfaction | Quelques heures | 32 tournées olfactives entre le 27/09/19 et le 15/09/20. | Afin d'objectiver les signalements reçus à la fois en nature et en intensité, Atmo Normandie a réalisé des tournées olfactives autour de Lubrizol et de NL Logistique dès le 27/09/19 jusqu'à la fin du chantier de remédiation des deux sites incendiés. A l'aide de la méthode du Langage des Nez®, ces tournées ont permis d'identifier des notes odorantes en lien avec la zone incendiée dans l'objectif d'aider les industriels à apporter des mesures correctives. |

Tableau 1 : Détail des moyens et objectifs des différentes mesures et informations exploitées par Atmo Normandie – source : Atmo Normandie

2.5.2.1. Canisters et sacs Tedlar pour une connaissance et un suivi des substances chimiques émises le jour et le lendemain de l'incendie

Prélèvements des 26 et 27 septembre 2019

L'organisation mise en place entre le SDIS 76 et Atmo Normandie, dans le cadre de la convention du 29 septembre 2017, a permis de disposer d'échantillons conservatoires d'air dans les premières heures de l'incendie. Le SDIS 76 a ainsi utilisé dès les premières heures de l'incendie deux canisters déjà à leur disposition. Puis le jour-même à 5h50, les pompiers ont récupéré à Atmo Normandie deux canisters supplémentaires. Toujours le 26/09 vers 9h, quatre autres canisters ont été déposés au SDIS 76 à Yvetot.

Au total, le SDIS 76 a utilisé le 26/09/19 six canisters d'Atmo Normandie. Le choix des 6 sites de prélèvement a été décidé par le SDIS 76 (sur le site de Lubrizol et cinq dans l'environnement)⁶.

Ces six prélèvements (sites 1 à 6 sur la carte ci-dessous) réalisés par le SDIS 76 entre 5h13 et 13h10 ont été envoyés pour analyse à l'INERIS dans l'après-midi du 26 septembre :

- 1 : Proximité du site de Lubrizol et NL Logistique (quai) - prélèvement à 5h13
- 2 : Dock 76 - prélèvement à 6h15
- 3 : Mairie Bihorel - prélèvement à 7h
- 4 : Collège Isneauville - prélèvement à 11h12
- 5 : Rond-point Apollinaire, Rouen les sapins - prélèvement à 11h30
- 6 : Site de Lubrizol - prélèvement à 13h10

Ces canisters ont ensuite été réanalysés par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes.

⁶ Ces prélèvements sont venus en complément des 26 points de détection opérés par le SDIS 76 en phase chaude de crise pour la prise de décision des mesures de protection immédiate de la population par le Préfet.

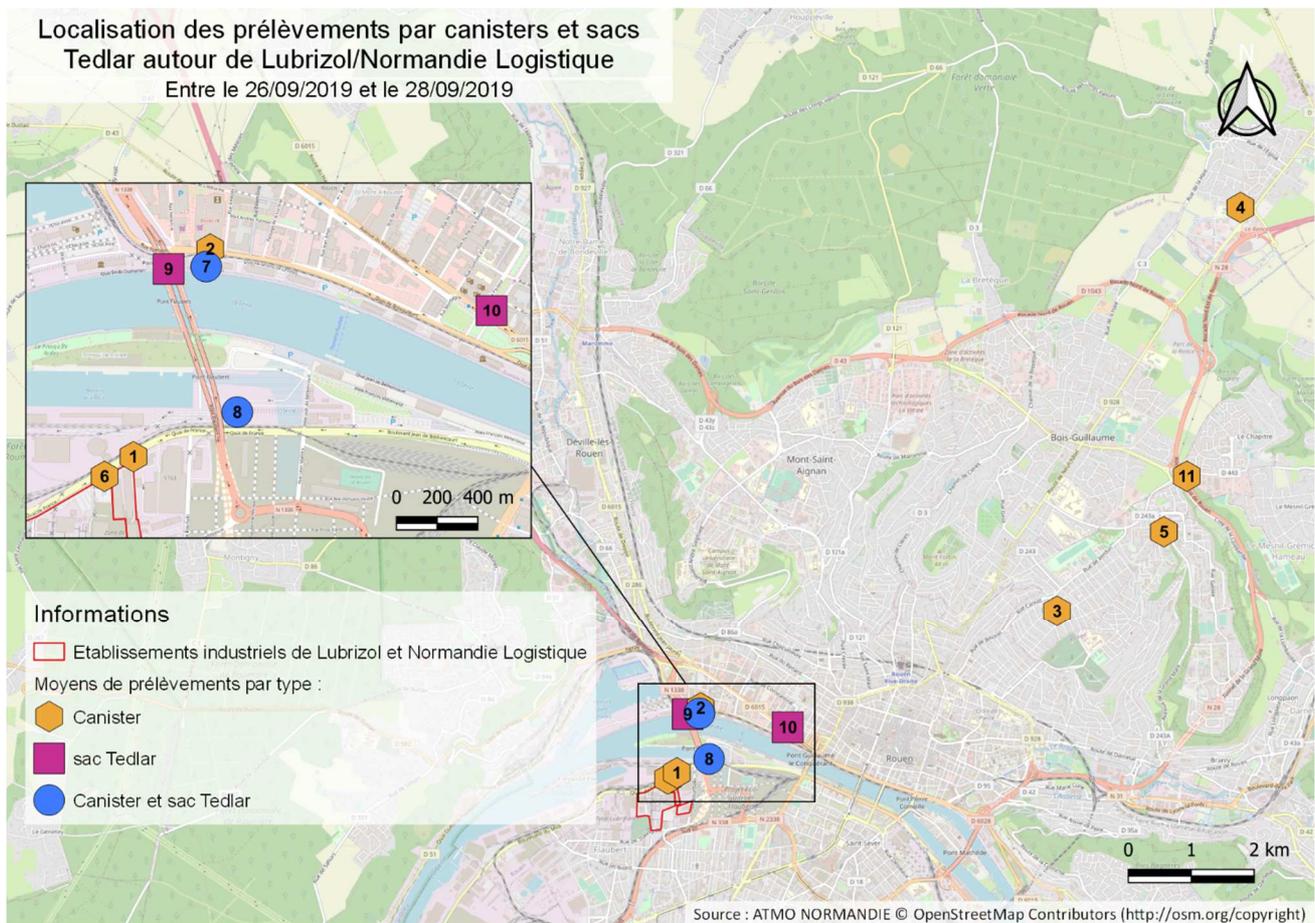


Figure 9 : Localisations des prélèvements par canisters et sacs Tedlar les 26 et 27/09/19

Le lendemain de l'incendie, le 27 septembre, le SDIS 76 a de nouveau réalisé des prélèvements au moyen de quatre canisters mis à disposition par Atmo Normandie dont un sur la zone incendiée, deux aux mêmes endroits que la veille (Mairie de Bihorel et Rond-point Apollinaire à Rouen), le dernier étant au niveau du centre commercial Le Chapitre à Bihorel. Ces canisters ont été analysés par l'INERIS.

Des prélèvements ont aussi été effectués le 27 septembre par Atmo Normandie par sac Tedlar et canisters en même temps que des relevés olfactifs avec la méthode du Langage de Nez® (voir annexe 5.1.3 pour courte description de la méthode). Les cinq sacs Tedlar ont été analysés par l'INERIS et les deux canisters par le laboratoire TERA.

En résumé, le 27 septembre, les sites de prélèvements des 6 canisters et des 5 sacs Tedlar sont les suivants (sites sur carte ci-dessus) :

- 3 : Mairie Bihorel – SDIS 76 / canister
- 5 : Rond-point Apollinaire, Rouen les sapins – SDIS 76 / canister
- 6 : Site de Lubrizol – SDIS 76 / canister
- 7 : devant France 3, promenade Normandie Niemen – Atmo Normandie / sac Tedlar et canister
- 8 : accès SENALIA – Atmo Normandie / sac Tedlar (x2) et canister
- 9 : sous le pont Flaubert, rive droite – Atmo Normandie / sac Tedlar

- 10 : avenue Pasteur – Atmo Normandie / sac Tedlar
- 11 : Le Chapitre Bihorel – SDIS 76 / canister

Ainsi, les prélèvements par canisters et sacs Tedlar réalisés le jour et le lendemain de l'incendie, par le SDIS 76 et par Atmo Normandie ont permis d'évaluer les concentrations d'un certain nombre de composés gazeux, en particulier des composés pouvant être toxiques, et ont contribué à établir une signature chimique partielle de l'incendie.

Prélèvements à partir du 5 octobre 2019

Dans le cadre de la surveillance environnementale mise en place par Atmo Normandie, d'autres prélèvements par canisters ont été organisés les 5 octobre, 7 octobre, 10 octobre et du 21 au 27 octobre (en raison de l'ouverture de la foire Saint Romain). Certains de ces échantillons ont été réalisés lors de pics de signalements d'odeurs via ODO (outil de recueil de signalements d'odeurs géolocalisés). Les sites ont été choisis entre l'Est et le Nord du site de Lubrizol sous les vents de la zone incendiée (voir roses des vents ci-dessous).

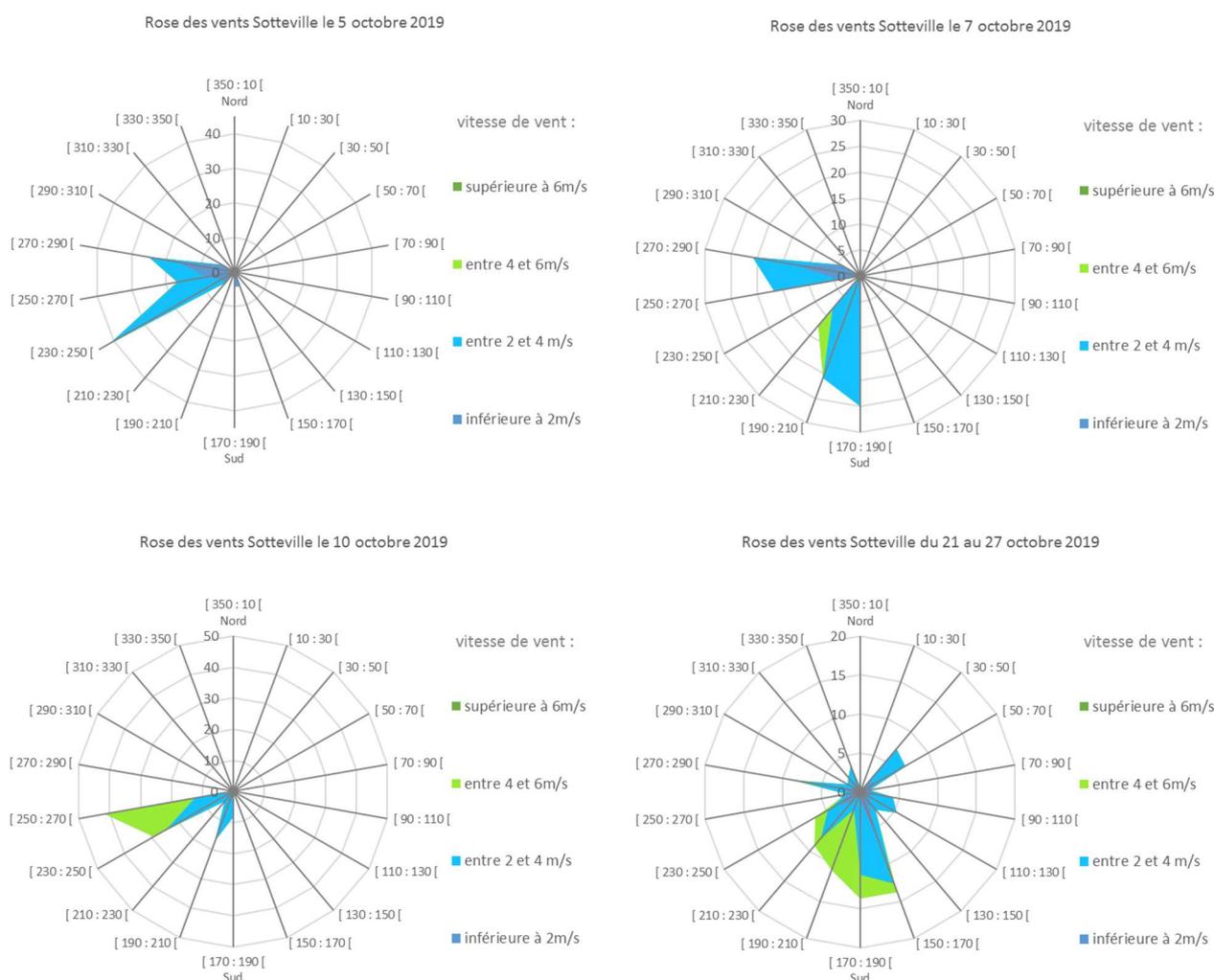


Figure 10 : Roses des vents des 5, 7, 10 et du 21 au 27/10/19 - Source : Atmo Normandie

La localisation des sites de prélèvement dans l'environnement est indiquée sur la carte ci-dessous.

- Le 5 octobre : prélèvement au niveau du Bassin aux bois (site 12) et de l'accès SENALIA (site 13) – SDIS 76 / canisters
- Le 7 octobre : prélèvements au niveau de l'accès SENALIA (site 8) et du port autonome (site 14) – Atmo Normandie / canisters
- Le 10 octobre : prélèvements au niveau du port autonome (site 14) et du GPMR (site 15) – Atmo Normandie / canisters
- Du 21 au 27 octobre : prélèvements à l'entrée de la foire Saint Romain, sous le pont Flaubert (site 16) – Atmo Normandie / canisters

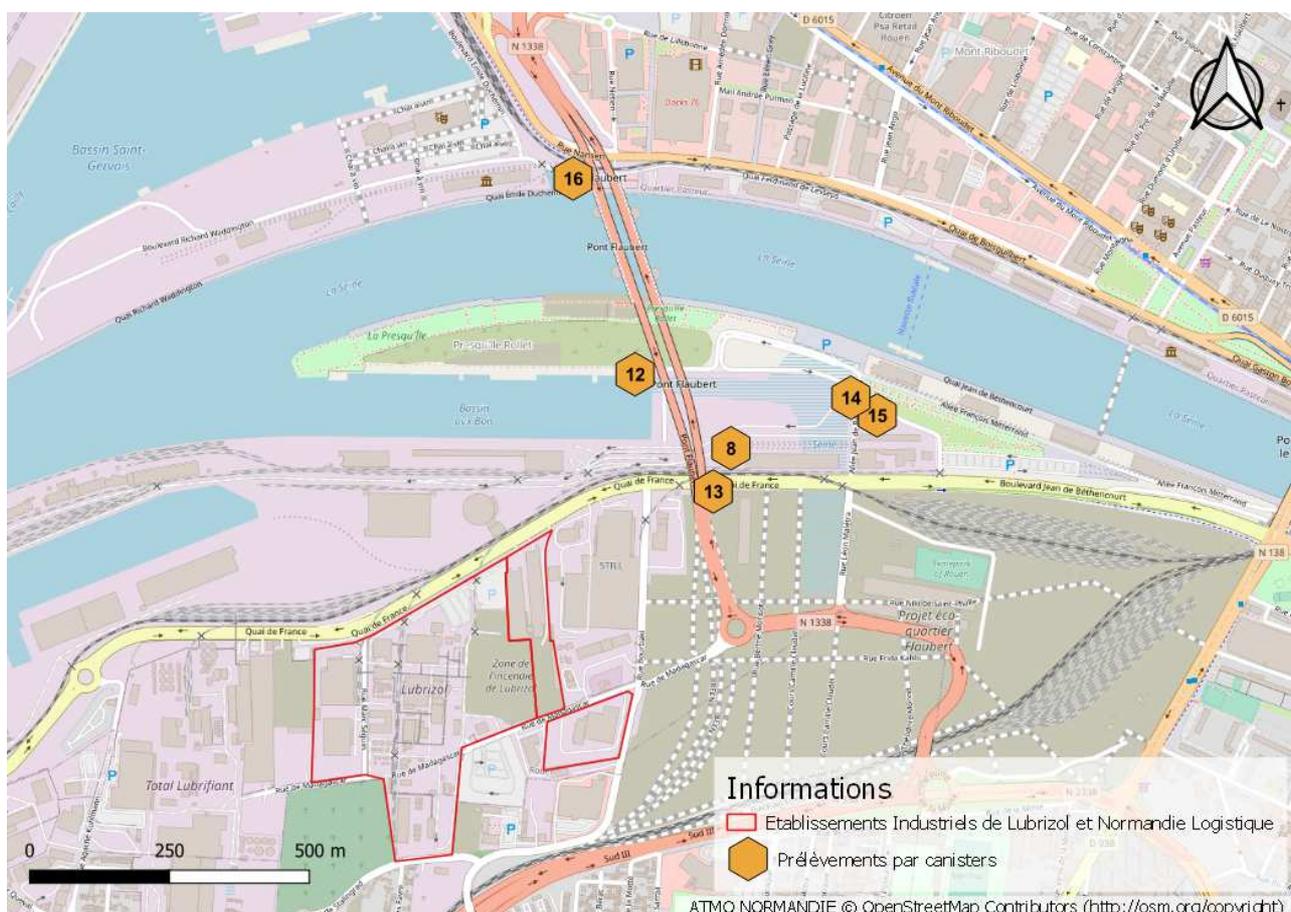


Figure 11 : Localisations des prélèvements par canisters entre le 5 octobre et le 27 octobre 2019 – source : Atmo Normandie

Les principales évocations déclarées dans les témoignages étant de types « hydrocarbures » et « soufrées », Atmo Normandie s'est attachée à rechercher des composés organiques volatils et soufrés dans les prélèvements.

Autres prélèvements

Parallèlement à la surveillance environnementale, des prélèvements par canisters ont également été réalisés par le SDIS 76, les services de l'Etat, le bureau d'études Osmanthe, et par Atmo Normandie sur les sites pollués non accessibles au public (Bassin aux bois) et sur des sites industriels le 30 septembre, les 5, 10, 18, 22 octobre, les 7, 11 novembre 2019 et le 27 avril 2020. Certaines de ces mesures ont été menées dans le cadre de l'évaluation

de l'exposition professionnelle des personnes devant accéder à ces zones polluées. Les questions d'exposition professionnelles sortent du champ de compétences d'Atmo Normandie, les résultats de ces prélèvements étaient destinés aux organismes en charge de ce sujet. D'autres échantillons avaient pour objectif de rechercher des composés gazeux odorants en lien avec les analyses sensorielles. Atmo Normandie a utilisé les résultats de ces prélèvements pour consolider la liste des substances chimiques à suivre dans l'environnement, notamment par les tubes à diffusion passive (voir paragraphe 2.5.2.4).

2.5.2.2. Mesures automatiques en temps réel

Dans l'agglomération de Rouen, Atmo Normandie suit la pollution chronique à l'aide d'analyseurs automatiques situés dans des stations fixes.

Les 4 stations fixes principales les plus proches de l'incendie sont : Rouen palais de justice (NO, NO₂, PM10, PM2,5, PM1, ozone et BTEX), Rouen quai de Paris (NO, NO₂, PM10, PM2,5, CO et BTEX), Petit Quevilly Sud III (NO, NO₂ et PM10), Petit Quevilly piscine (NO, NO₂, PM10, SO₂, Black Carbon, HAP et métaux toxiques).

Trois autres stations complètent la surveillance dans l'agglomération : Grand Couronne (PM10), Saint Etienne du Rouvray (NO, NO₂ et ozone), Mesnil-Esnard (ozone).

Pendant l'incendie et après, ces stations ont enregistré les paramètres habituels pour lesquels elles sont équipées.

Pour renforcer ce dispositif par l'installation d'un moyen mobile complémentaire, Atmo Normandie a réalisé, dans la matinée du 26/09/19, une modélisation utilisant le logiciel HYSPLIT⁷ pour simuler l'étendue du panache.



Figure 12 : Modélisations du panache de l'incendie pour la période 12h-13h (heures locales) le 26/09/19 - Source : Atmo Normandie – HYSPLIT NOAA Air Resources Laboratory

Ces modélisations ont permis à Atmo Normandie de situer la zone d'impact maximal prévisible pour définir la localisation de cette mesure temporaire déployée en fin de matinée (à 12h15 à Mont-Saint-Aignan - site 1 sur la carte ci-dessous).

⁷ Ce logiciel tient compte de la localisation du sinistre, de l'occupation du sol et de données météorologiques prévisionnelles, mais pas du relief. Les sorties du modèle numérique HYSPLIT (modélisation 'a priori' des rejets sans connaissance précise du terme source) donnent une idée des principales zones potentiellement impactées par le panache de l'incendie. Le modèle simule la dispersion du panache en calculant un facteur de dilution (et non une concentration).

Cet équipement supplémentaire comprenait des mesures en temps réel de CO, SO₂, H₂S, et PM₁₀. Le panache s'étant déplacé un peu plus vers l'est dans la journée, il a été décidé de transférer à 16h le moyen mobile à Bois Guillaume (site 1 bis), afin qu'il soit au maximum sous le panache. Il est resté à cet emplacement jusqu'au 30 septembre. Le 27 septembre, il a été équipé d'un instrument supplémentaire pour la mesure en temps réel des NO_x.

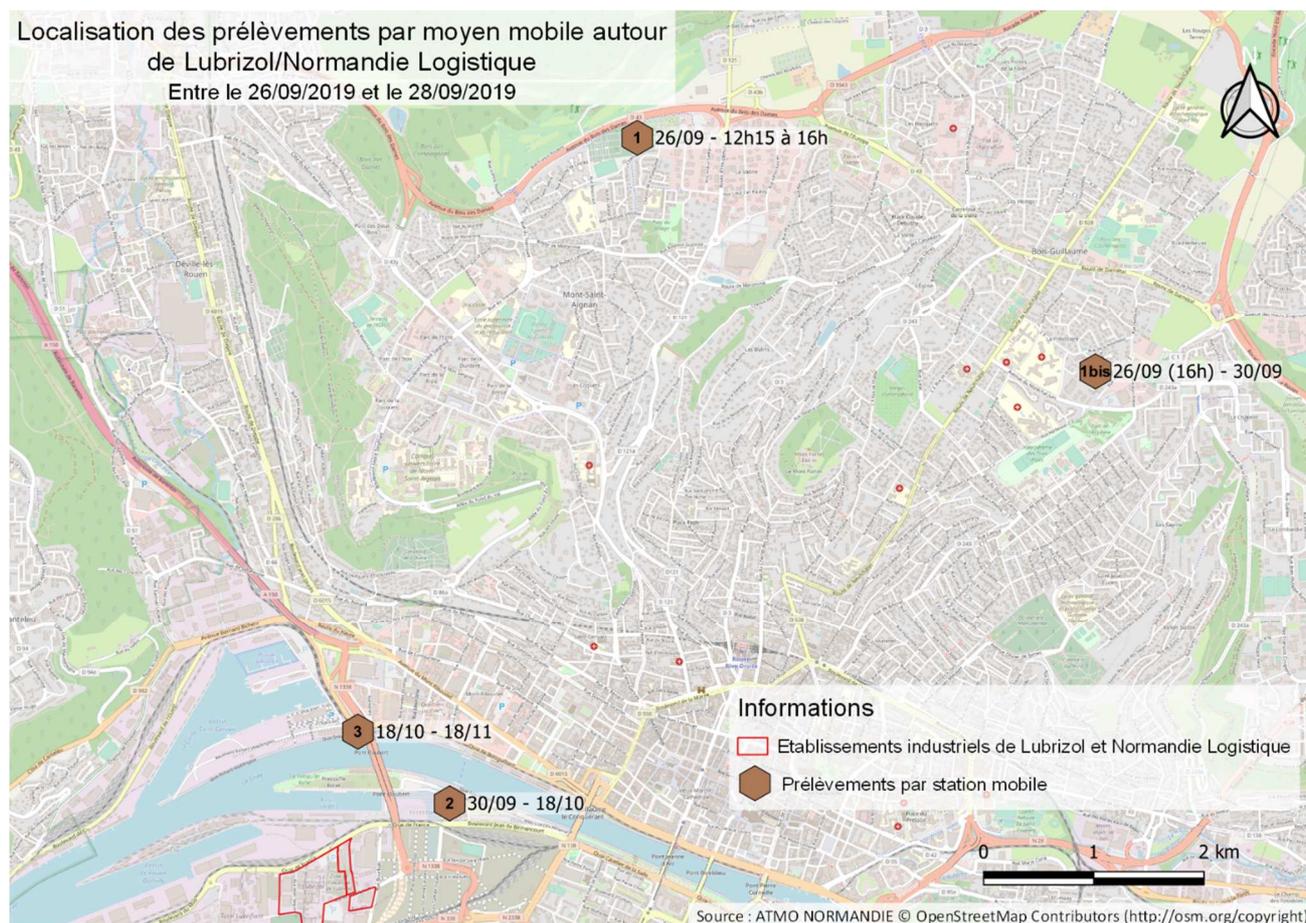


Figure 13 : Evolution chronologique de la localisation du moyen mobile de mesures automatiques en continu – source : Atmo Normandie

A partir du 30 septembre, Atmo Normandie a choisi de rapprocher le moyen mobile de la source de l'incendie. Il a donc été installé sur le parking du GPMR sur la rive gauche de Rouen (site 2 sur la carte au-dessus). Le 2 octobre un autre instrument a été ajouté pour la mesure en continu de certains composés organiques volatils, COVs (BTEX, styrène et 1,2,4-triméthylbenzène).

Pendant la période de la foire Saint Romain, le moyen mobile a été positionné à l'entrée de la foire du 18 octobre au 18 novembre (site 3), pour les mesures en continu de COVs (jusqu'au 12 novembre) et d'H₂S (jusqu'au 18 novembre).

Le 20 novembre, après la période de la foire Saint Romain, l'analyseur permettant la mesure d'H₂S a été réinstallé dans le moyen mobile sur le site du Grand Port Maritime de Rouen (GPMR). L'enregistrement des mesures H₂S s'est poursuivi jusqu'au 5 février, juste après la fin de l'évacuation des fûts sensibles sur le site de Lubrizol.

2.5.2.3. Les polluants prélevés sur filtres

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) particuliers

Atmo Normandie mesure les concentrations des HAP particuliers sur filtre dans l'air ambiant à l'aide préleveurs installés dans trois stations fixes (Le Havre, Saint Saëns et Petit-Quevilly), ainsi que dans le moyen mobile. Les filtres sont prélevés de façon périodique pour construire une moyenne annuelle comparable à la valeur cible d'un des HAP, le benzo(a)pyrène (BaP). Le 26/09 après-midi, 2 appareils ont été équipés de filtres pour réaliser des prélèvements : moyen mobile à Bois Guillaume et station fixe à Saint Saëns (voir carte ci-dessous).

Habituellement, les filtres sont changés automatiquement tous les jours, et l'analyse est réalisée sur 7 filtres consécutifs groupés. Dans le cas présent, il a été décidé de raccourcir la période de prélèvement à 12h par filtre, et d'analyser chaque filtre séparément (du 26 septembre au 30 septembre, pour les 2 stations), afin de suivre la dynamique temporelle des concentrations de ces produits de combustion.

Ces mesures ont été complétées par des prélèvements sur le site temporaire du GPMR, du 1^{er} octobre au 7 octobre, et du 8 octobre au 14 octobre. Dans ce cas, la période d'échantillonnage a été de 24h, et les filtres ont été analysés séparément.

Tous les filtres des HAP ont été analysés par le laboratoire Alpa Chimies Micropolluants (Rouen) et le Laboratoire Interrégional de Chimie situé à Schiltigheim (67).

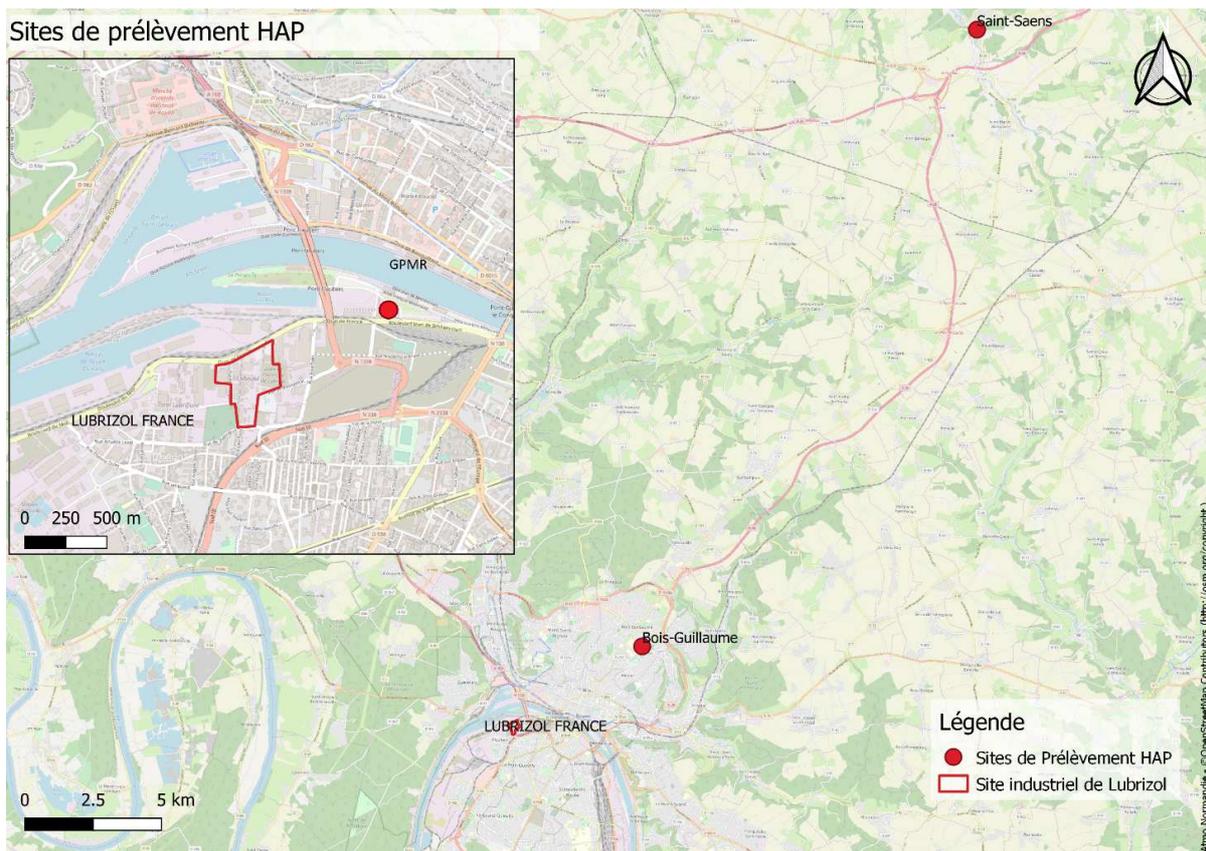


Figure 14 : Localisation des sites de prélèvements de HAP – source : Atmo Normandie

Les acides minéraux

Après l’incendie, beaucoup de signalements d’odeurs déclarés via l’outil ODO ont été associés à des symptômes santé de type « picotement du nez ou de la langue ».

Il a donc été décidé d’équiper le site temporaire du GPMR d’un préleveur permettant de piéger les acides minéraux (acide chlorhydrique, sulfurique...) afin de vérifier la présence de ces composés dans l’air potentiellement en lien avec les symptômes d’irritations décrits. Les mesures se sont déroulées entre le 2 octobre et le 12 décembre, avec une fréquence hebdomadaire de changement de filtres.

Tous les filtres dédiés aux acides minéraux ont été analysés par le laboratoire TERA.

2.5.2.4. Les tubes à diffusion passive pour un suivi sur plusieurs mois des COV et de l’H₂S autour des sites incendiés

Les dégagements gazeux potentiellement en provenance de la zone incendiée ont été suivis au moyen de tubes à diffusion passive pour la recherche de COVs et de l’H₂S, afin d’évaluer dans la durée l’exposition des habitants au regard des valeurs de référence sanitaire existantes.

Pour assurer une bonne représentativité spatiale des mesures, 9 sites de mesure ont été choisis à proximité de la zone sinistrée et d’habitations ou de circulation possible de populations. Les 9 tubes ont été répartis tout autour de la zone incendiée, permettant ainsi un suivi environnemental en continu quelle que soit la direction du vent.

A noter que le temps de prélèvement est d'une semaine pour les COVs, et de deux semaines pour l'H₂S. Ce suivi a été mis en place dès le 28 septembre et a été suspendu temporairement le 14 février 2020, deux semaines après l'arrêt de traitement des fûts sensibles sur le site de Lubrizol. Atmo Normandie a repris les mesures des COVs et de l'H₂S par tubes à diffusion passive pour suivre les impacts sur la qualité de l'air du chantier de remédiation, suite à de nouveaux signalements d'odeurs. Ce suivi a été réalisé au niveau de 6 sites sur les 9 initiaux (sites n°1, 4, 5, 7, 8 et 9 sur la figure 15). Ces mesures se sont déroulées du 30/04/20 au 01/10/20.

Deux campagnes de mesures de NH₃ ont également été organisées du 8 au 15 novembre, et du 15 au 22 novembre. Les mêmes 9 sites de prélèvements ont été choisis pour ces mesures. Ces campagnes ont été réalisées suite à des signalements faisant état de symptômes d'irritations / picotements afin de tenter de trouver une explication à ceux-ci.

Tous les tubes à diffusion passive ont été analysés par le laboratoire TERA.

Les sites de prélèvements sont les suivants :

- Site 1 : Rouen, avenue Pasteur
- Site 2 : Rouen, promenade Normandie Niemen
- Site 3 : Rouen, quai Emile Duchemin
- Site 4 : Canteleu, rue de la Vasque
- Site 5 : Rouen, quai Jean de Béthencourt
- Site 6 : Rouen, boulevard Jean de Béthencourt
- Site 7 : Petit Quevilly, rue de la Motte
- Site 8 : Petit Quevilly, rue de Stalingrad
- Site 9 : Petit Quevilly, rue Charles Legac

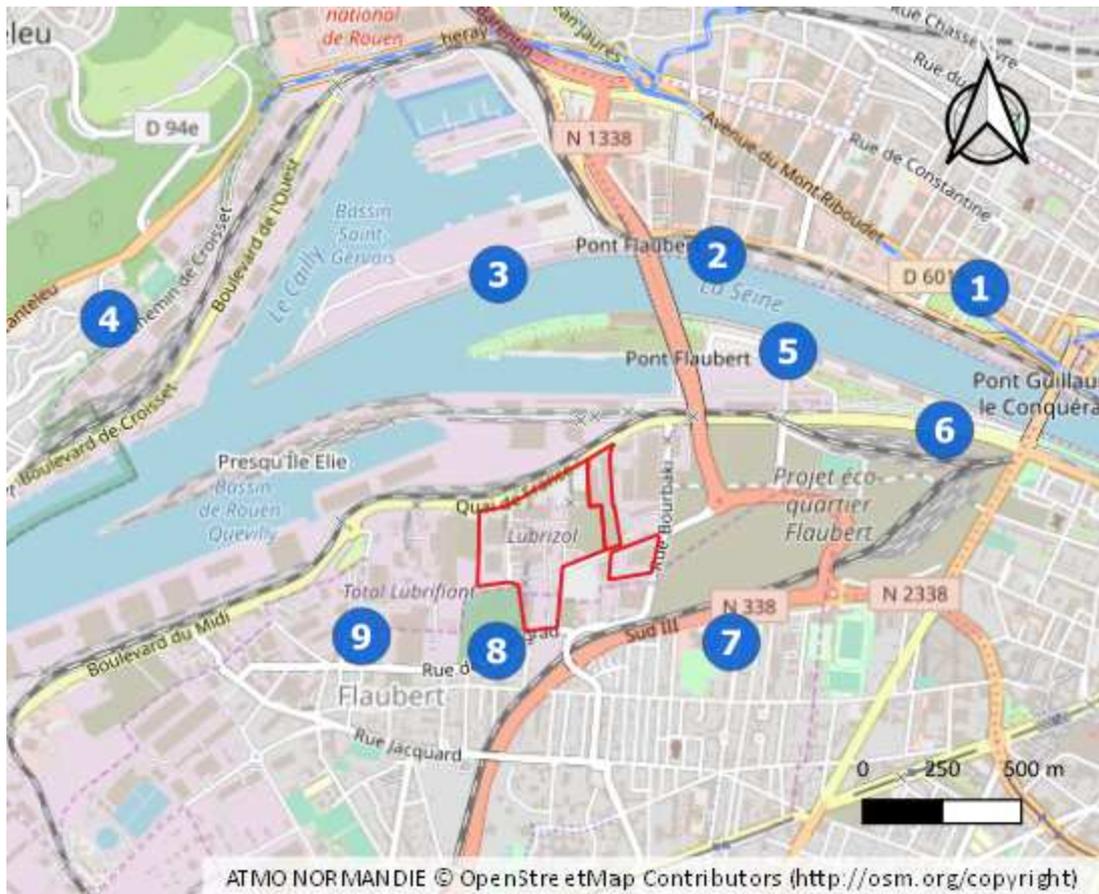


Figure 15 : Localisation des sites de mesures par tubes à diffusion passive – source : Atmo Normandie

2.5.2.5. Dispositif de recueil des retombées atmosphériques

Les retombées atmosphériques sont prélevées dans des jauges qui recueillent ce qui se dépose au sol sous forme liquide (précipitations) et de dépôt sec.

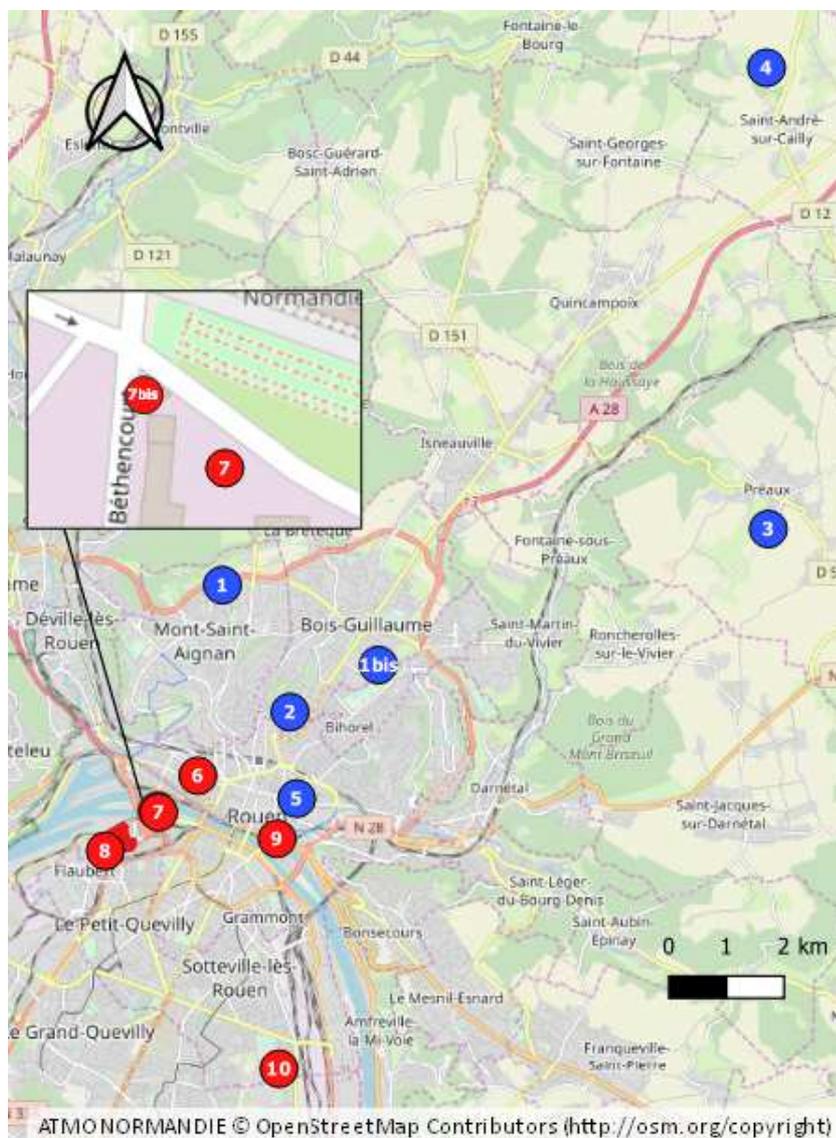
Ces mesures ont été mises en place dès le jour de l'incendie, à la fois pour la recherche de métaux toxiques, d'éléments non métalliques présents dans les fûts (phosphore et soufre) et pour la recherche de dioxines/furanes et PCB (PCB Dioxin-Like et PCB indicateurs).

Les éléments métalliques et non métalliques recherchés sont As, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Sb, V, Zn, P, S.

Concernant les dioxines/furanes l'analyse a porté sur les 17 congénères toxiques et pour les PCB sur les 12 congénères des PCB Dioxin-Like (PCBs 77, 81, 105, 114, 118, 123, 126, 156, 157, 167, 169, 189) et les 6 congénères des PCB indicateurs (PCBs 28, 52, 101, 138, 153, 180).

La première campagne de recueil des retombées a eu lieu entre le 26 septembre et le 27 septembre en 5 points de prélèvements. Les 5 sites choisis (sites 1, 1bis, 2, 3, 4 et 5 voir carte ci-dessous) se situaient majoritairement sous les vents de Lubrizol et NL Logistique sur la période de prélèvement (cf. figures 6 et 7). Les jauges exposées sur le site 1 à Mont Saint Aignan ont été déplacées sur le site 1 bis à Bois Guillaume en cours de journée, comme pour le moyen mobile, en raison du déplacement du panache plus vers l'Est.

Excepté pour le site 10 utilisé comme témoin, car situé hors de la zone d'influence directe (à Sotteville-lès-Rouen), les autres sites de la seconde campagne (sites n°6, 7, 8 et 9) ont été choisis en zone habitée à proximité de Lubrizol et de NL Logistique.



**Du 26 septembre
au 27 septembre**

- Sites 1 et 1 bis : Mont Saint Aignan et Bois Guillaume
- Site 2 : Bois Guillaume, route de Neufchâtel
- Site 3 : Préaux
- Site 4 : Saint André sur Cailly
- Site 5 : Rouen, place de la pomme d'or

**Du 26 septembre
au 6 novembre**

- Site 6 : Rouen, Préfecture
- Sites 7 et 7 bis : Rouen, allée Jean de Béthencourt
- Site 8 : Petit Quevilly, cimetière
- Site 9 : Rouen, quai de Paris
- Site 10 : Sotteville

Figure 16 : Localisation des sites de mesure des retombées atmosphériques – source : Atmo Normandie

Note sur la durée des prélèvements :

La durée de prélèvement de la première campagne était inhabituellement courte (24 heures), l'objectif étant de réaliser des mesures conservatoires pendant l'incendie et jusqu'à dissipation du panache.

La seconde campagne s'est déroulée sur un temps de recueil des retombées atmosphériques plus long utilisé classiquement par Atmo Normandie (quelques semaines d'exposition des jauges : du 26 septembre au 6 novembre).

2.5.2.6. Suivi des odeurs et recueil de symptômes santé déclarés

Recueil des signalements des nuisances odorantes

Les signalements d'odeurs des habitants ont été recueillis dès le 26 septembre, via le formulaire dédié sur internet www.atmonormandie.fr. A partir du 30 septembre, Atmo Normandie a décidé d'ouvrir la plateforme ODO (accessible par le site www.atmo-odo.fr ainsi que par l'application smartphone). Développée par Atmo Hauts-de-France, ODO permet de recueillir et de restituer sous forme cartographique les signalements odeurs géolocalisés. Les cartes des signalements reçus ont été mises en ligne en temps réel sur le site internet d'Atmo Normandie à partir du 31/10/19.

Au-delà de 5 signalements groupés sur le secteur, un bilan était envoyé à la Préfecture. Ces signalements étaient aussi transmis à la DREAL et à l'Agence Régionale de Santé, ainsi qu'à Santé Publique France, en respectant l'anonymat des personnes. En particulier, Santé Publique France a exploité les symptômes santé déclarés dans les signalements dans ses bulletins de surveillance du recours à la médecine d'urgence (voir par exemple bilan du 10 octobre 2019 (9)).

Cette information a été aussi mise à disposition des industriels, afin que des actions rapides soient prises pour limiter la durée des épisodes odorants, et du bureau d'études Osmanthe pour ses études olfactives.

Tournées olfactives

Des tournées olfactives régulières ont aussi été effectuées à partir du 27 septembre par les Nez d'Atmo Normandie, formés au « Langage des Nez® » dans le but d'objectiver les signalements à la fois en nature et en intensité. L'intérêt de cette démarche de veille réside dans son objectivité, le principe étant de caractériser les perceptions sur la base des mêmes référents odorants (qualitatifs et quantitatifs) que ceux utilisés pour l'analyse olfactive des études sur site et pour celle des échantillons odorants prélevés sur le site. Il est important de noter que le Langage des Nez® ne renseigne pas directement sur la composition chimique (nature et concentration des polluants) de l'air et, par conséquent, n'apporte pas d'information sur d'éventuels risques sanitaires et environnementaux associés. Pour faciliter le recueil des perceptions olfactives lors des tournées et les cartographier, Atmo Normandie a développé une application avec Collector for ArcGis.

Les bilans de ces tournées ont été transmis à la DREAL et aux équipes de Lubrizol et de NL Logistique en charge de la gestion du traitement des fûts. Atmo Normandie, en plus de ses propres tournées, a accompagné ponctuellement l'équipe de la cellule d'olfaction de Lubrizol, afin de consolider les résultats reportés par l'entreprise aux services de l'Etat et participer à leur interprétation, en lien avec les opérations de nettoyage menées sur les sites et les conditions météorologiques. Les Nez de l'estuaire (nez inter-entreprises du Havre et de Port-Jérôme) sont venus renforcer ponctuellement le dispositif de suivi des odeurs.

Suite à la sollicitation de la DREAL le 30/09/19, Atmo Normandie a fait appel dans la journée à la société spécialisée Osmanthe pour la réalisation de prélèvements et analyses olfactives, en lien avec Lubrizol, NL Logistique et les services de l'Etat. Des points réguliers avec Lubrizol, NL Logistique et Osmanthe sur l'évolution des signalements reçus en lien avec les travaux réalisés sur les deux sites ont été organisés à partir du 25/10/19. Atmo Normandie a aussi sollicité l'IMT Lille-Douai, spécialisée dans l'analyse des composés soufrés dont les mercaptans, composés connus pour leurs forts potentiels odorants, pour l'analyse chimique d'échantillons.

Suspendues durant le confinement, les tournées olfactives ont repris mi-mai 2020 jusqu'à la fin des travaux de remédiation, à raison d'une tournée par semaine, afin de suivre l'impact odorant du chantier.

2.6. Références pour l'interprétation des résultats

L'ensemble des méthodes et matériels de mesure et d'analyse est décrit en annexe 5.1. Sont décrites ci-après les limites de quantification et valeurs de référence sanitaire, ou repère utilisées pour situer les résultats et aider à leur interprétation.

2.6.1. Limite de quantification

La limite de quantification (LQ) correspond à la plus petite concentration qu'un appareil ou une méthode peut mesurer avec exactitude.

La limite de quantification dépend de l'espèce mesurée, de la technique d'analyse et l'appareillage utilisé.

Pour ces raisons :

- les LQ de divers composés dans un même prélèvement peuvent être différentes.
- la LQ d'un composé pourra varier d'un laboratoire à un autre, mais aussi entre deux équipements différents d'un même laboratoire.
- la LQ d'un composé pourra dépendre du mode de prélèvement de celui-ci (par exemple la LQ du benzène prélevé par canister sera différente de la LQ du benzène prélevé sur tube à diffusion passive).
- En fonction de l'expression du résultat, la LQ d'un composé pourra être différente en fonction de la durée de prélèvement.

2.6.2. Valeurs de référence sanitaire fournies par l'Agence Régionale de Santé (ARS)

Les valeurs de référence sanitaire (VRS) dépendent de la substance chimique considérée, du temps d'exposition (exposition aiguë : quelques heures à quelques jours / exposition subchronique : de quelques jours à quelques mois / exposition chronique : d'une année à la vie entière), de la voie d'exposition (respiratoire, orale, cutanée), du type d'effet (génomique ou non). A noter que les valeurs d'exposition professionnelle ne sont pas des VRS. Suite à l'incendie de Lubrizol et NL Logistique, l'ARS Normandie a répertorié une liste de valeurs de référence sanitaire les plus récentes faisant consensus selon cet organisme, au regard des composés identifiés. Ce travail est basé sur la méthodologie décrite dans la note de la Direction Générale de la Santé n° DGS/EA1/DGPR/2014/307 (7), habituellement utilisée pour évaluer les risques sanitaires par la voie inhalation.

Les VRS qui ont été privilégiées par l'ARS Normandie sont celles qui permettent de renseigner des expositions aiguës. A défaut, des VRS pour des expositions chroniques ont été utilisées (sachant qu'en général les VRS pour des expositions chroniques sont plus faibles que les VRS pour des expositions aiguës).

Selon l'ARS, si ces VRS sont respectées, les concentrations mesurées dans l'environnement ne présentent pas de risque pour la population en l'état actuel des connaissances pour la durée d'exposition considérée.

Pour résumer, Atmo Normandie a utilisé les valeurs de référence suivantes :

- VRS 1 : Valeurs de référence sanitaire pour la population générale (exposition < 15 jours)
- VRS 2 : Valeur de référence sanitaire pour la population générale (exposition > 1an).
- VR 3 : Valeur de référence correspondant au « Percentile 90 de l'étude OQAI Air extérieur⁸ » (exposition d'une semaine) (8), valeur considérée comme un « bruit de fond » observé à l'échelle nationale.

L'ensemble des valeurs de référence, issues d'un travail de compilation bibliographique réalisé par l'ARS Normandie, sont disponibles dans l'annexe 5.3.

2.6.3. Valeurs repères régionales

Pour analyser les résultats, Atmo Normandie a également utilisé des valeurs repères du réseau des AASQA : valeurs repères d'Atmo Normandie et d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes (uniquement pour les COVs).

Pour les mesures des analyseurs en stations fixes, ont été calculées des valeurs repères en station urbaine sous influence industrielle au Havre : moyennes, valeurs minimales, valeurs maximales sur 2017 et 2018.

Les résultats des BTEX par tubes à diffusion ont été comparés à des valeurs obtenues sur différents sites industriels suivis en continu par tubes passifs. Atmo Normandie a décidé d'étendre, sur la période du 11/10/19 au 31/10/19, les analyses des tubes autour des sites industriels en région à l'ensemble de la liste des COVs recherchés autour des zones incendiées pour compléter sa base de données et disposer d'éléments de comparaison.

Pour le benzo(a)pyrène, les résultats ont été comparés aux valeurs annuelles 2019 des stations de Saint Saëns et Petit Quevilly.

Pour les dioxines/furanes et PCB, et pour les métaux, les résultats ont été comparés à la médiane⁹ et au percentile 95¹⁰ des valeurs repères régionales de 2009 à 2017 à proximité de sites industriels et d'incinération. La comparaison a également été faite avec les valeurs de blanc terrain de campagnes de mesures normandes. Pour les éléments non métalliques (phosphore et soufre), il existe moins de données que pour les métaux. Sont utilisées comme repères les valeurs minimales et maximales de différents sites (urbains, ruraux et industriels) sur 2019.

Pour les acides minéraux, les résultats ont été comparés aux valeurs minimales et maximales hebdomadaires mesurées sur la commune de Grand couronne en 2018 (15).

⁸ Définition du percentile 90 de l'étude OQAI : en France, 90% des mesures effectuées aléatoirement en extérieur lors de l'étude présentaient des teneurs inférieures aux valeurs indiquées sur les graphiques.

⁹ La médiane d'un ensemble de résultats est la valeur qui permet de séparer les résultats en deux parties égales en nombre : la moitié des résultats en dessous de la médiane et la moitié des résultats en dessus de la médiane.

¹⁰ Le percentile 95 est une valeur statistique telle que 95% des valeurs mesurées sont en-dessous et 5% des valeurs mesurées sont en-dessus.

2.7. Origine des données

Les données utilisées dans le présent rapport ont la provenance suivante :

- Les mesures automatiques sont issues des analyseurs déployés par Atmo Normandie.
- Les analyses de COVs dans les canisters et sacs Tedlar ont été réalisées par les laboratoires Atmo Auvergne-Rhône-Alpes (Lyon), IMT Lille-Douai, INERIS à Verneuil en Halatte (60) et TERA Environnement à Grenoble (38).
- Les analyses de COVs, H₂S et NH₃ dans les tubes à diffusion passive, ainsi que les analyses d'acides minéraux ont été réalisées par le laboratoire TERA (Grenoble, 38).
- Les analyses de HAP ont été réalisées par les laboratoires Alpa Chimies Micropolluants (Rouen) et Laboratoire Interrégional de Chimie de SynAirGIE (Schiltigheim, 67).
- Les analyses de dioxines/furanes, PCBDioxin-Like et PCB indicateurs dans les retombées atmosphériques ont été réalisées par les laboratoires Alpa Chimies Micropolluants (Rouen) et CARSO (Vénissieux, 69).
- Les analyses de métaux et éléments non métalliques dans les retombées atmosphériques ont été réalisées par les laboratoires Alpa Chimies Micropolluants (Rouen) et INERIS (Verneuil en Halatte, 60).
- Les données météorologiques proviennent des stations de mesure météorologique de Météo France à Boos et d'Atmo Normandie (Rouen rive gauche et Sotteville-lès-Rouen).
- Les données relatives aux produits incendiés sur les sites de Lubrizol et de NL Logistique ont été relevées sur le site du gouvernement (5).
- Les signalements citoyens recueillis sur le site www.atmonormandie.fr et la plateforme ODO
- Les tournées olfactives réalisées par les nez d'Atmo Normandie
- Les deux études réalisées par le bureau d'études Osmanthe expert sur les odeurs (11) et (12).

Les résultats d'analyses fournis par les laboratoires sont généralement transformés pour être exploités par Atmo Normandie.

Pour l'air ambiant : Les résultats des analyseurs automatiques sont exprimés en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ou en mg/m^3 et en moyennes quart-horaires. Les résultats d'analyses fournis par les laboratoires sous-traitants sont exprimés en $\mu\text{g}/\text{échantillon}$, ou en $\text{ng}/\text{échantillon}$ ou $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en fonction des polluants. Les résultats en $\mu\text{g}/\text{support}$ ou $\text{ng}/\text{support}$ sont ensuite exprimés par Atmo Normandie en "unités dans l'air ambiant" en divisant par le volume réel prélevé pour obtenir des $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ou des ng/m^3 selon les polluants.

Pour les retombées atmosphériques : Les résultats d'analyses fournis par le laboratoire sont exprimés en pg WHO 2005-TEQ/échantillon (pour les dioxines/furanes et les PCB Dioxin-Like), en pg/échantillon (pour les PCB indicateurs) et en $\mu\text{g}/\text{échantillon}$ (pour les métaux et éléments non métalliques). Ces résultats sont ensuite exprimés par Atmo Normandie en "unités des dépôts de dioxines/furanes, de PCB, de métaux et éléments non métalliques" en divisant par la surface d'échantillonnage et par la durée d'exposition pour obtenir des pg WHO 2005-TEQ/m²/jour (dioxines/furanes et PCB dioxin-like), des pg/m²/jour (PCB indicateurs) et des $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$ (métaux et éléments non métalliques).

2.8. Limites

- Limite des méthodes de prélèvements par canisters et interprétations des résultats.

Le prélèvement d'échantillon par canister est une des méthodes préconisées dans le cadre du groupe de travail mis en place par l'Etat suite à l'instruction du 12 août 2014. Il a été considéré que le déploiement de « dispositifs à spectre large » (de type canisters), potentiellement activables à distance, était la solution la plus opérationnelle pour permettre la réalisation de prélèvements d'air conservatoires et une caractérisation d'une partie significative des polluants gazeux présents. En fonction des techniques utilisées, les laboratoires proposent une analyse quantitative des composés chimiques (reconnaissance et quantification des composés existants dans la base de données des laboratoires), et/ou un « screening » des composés présents (identification des composés par spectrométrie de masse, suivie le plus souvent par une analyse semi-quantitative par rapport à un étalon donné). Les résultats obtenus (notamment les espèces chimiques quantifiées) sont ainsi dépendants des savoir-faire et des méthodes déployées par les laboratoires d'analyses.

Ces dispositifs de prélèvements ne visent pas spécifiquement les incendies. En effet, comme cela avait été identifié par les AASQA dans le cadre du groupe de travail lié à l'instruction du 12 août 2014, le canister est une solution « à spectre large », mais non universelle (voir [matrice de l'instruction du 12/08/2014](#)). Outre les composés particulaires (dont les suies, les fibres d'amiante, les dioxines/furanes, les HAP particulaires et métaux), certains composés gazeux ne peuvent être facilement analysés avec ces dispositifs. Parmi eux, plusieurs acides inorganiques, dont l'acide chlorhydrique (HCl), l'acide cyanhydrique (HCN) et l'acide phosphorique (H₃PO₄), espèces ciblées pour la surveillance dans l'air ambiant par l'INERIS¹¹, ne peuvent pas être recherchés dans les canisters actuellement utilisés (volume de prélèvement insuffisant).

Pour les espèces gazeuses analysables, cette méthode comporte aussi des limites liées à la conservation des échantillons, en particulier pour les composés soufrés qui se dégradent rapidement, d'où une nécessité de limiter les temps de transport des prélèvements.

Enfin, du fait des durées généralement très courtes et des conditions non standardisées des prélèvements, la comparaison des résultats des canisters à des valeurs de référence sanitaire de qualité de l'air est à éviter et donc donnée ici à titre purement indicatif, de même que la comparaison des résultats à des valeurs repères de surveillance de qualité de l'air lorsque les prélèvements ne sont pas réalisés sur les mêmes durées.

- Limite des méthodes de mesures par tubes à diffusion passive.

Les mesures par tubes à diffusion passive étant intégrées sur une période d'une à deux semaines, cette méthode ne permet pas de renseigner sur les variations des concentrations gazeuses au cours du temps. Par ailleurs, les débits de diffusion utilisés pour calculer les concentrations peuvent être influencés par certains paramètres météorologiques (température, humidité relative, pression et vitesse du vent). Cependant, par leurs durées

¹¹ Ineris-DRC-19-200506-07144A, 4 octobre 2019, ANALYSE DE L'INERIS SUITE A LA SAISINE DU 2 OCTOBRE 2019 SUR LA GESTION POST-ACCIDENTELLE DE L'INCENDIE SUR L'USINE LUBRIZOL A ROUEN

d'échantillonnage, les résultats des tubes à diffusion sont plus adaptés pour une comparaison aux VRS que ceux issus des canisters.

- **Prélèvement des retombées atmosphériques par jauges Owen et Bergerhoff.**

En concertation avec les services de l'Etat, Atmo Normandie a fait le choix d'exposer le jour de l'incendie les jauges Owen et Bergerhoff sur environ 24 heures, contrairement aux recommandations de la norme NF X 43-014. L'objectif était de disposer de premiers résultats le plus rapidement possible et correspondant à la période durant laquelle des suies sont retombées au sol. La durée d'exposition étant faible (1 journée), les limites de quantification sont par conséquent élevées¹². En particulier, la limite de quantification en dioxines pour ce jour de prélèvement est très supérieure aux limites de quantification habituelles. Dans un second temps (du 27 septembre au 6 novembre), ce dispositif de jauges a été resserré autour de la zone sinistrée et un site témoin a été rajouté (localisé à la station de Sotteville-lès-Rouen). La durée d'exposition de ces derniers prélèvements se situe dans la tolérance de la norme NF X 43-014 en termes de durée d'exposition.

La surveillance des HAP dans les retombées atmosphériques n'a pas été mise en œuvre par Atmo Normandie, car il n'est pas possible d'analyser les HAP et les dioxines dans la même jauge. Il aurait fallu doubler le matériel à installer sur chaque site. Compte tenu du matériel disponible, Atmo Normandie a fait le choix de suivre en priorité les dioxines et les métaux dans les retombées atmosphériques.

- **Difficulté de trouver des valeurs de référence sanitaire**

L'élaboration ou la recherche de valeur de référence sanitaire ne fait pas partie des missions d'Atmo Normandie, ni de ses compétences. Un travail bibliographique réalisé par l'ARS Normandie (cf annexe 5.3) a permis de positionner les résultats obtenus pour certains composés au regard de valeurs de référence sanitaire (VRS). Le positionnement des résultats vis-à-vis de ces VRS ne constitue pas une étude quantitative de risque sanitaire (prescrite aux exploitants par arrêté préfectoral et réalisée par un bureau d'études spécialisé). Signalons aussi qu'assez peu de composés analysés sont documentés en termes de VRS.

- **Lien entre notes odorantes et substances chimiques**

Le rapprochement entre notes odorantes et analyses physico-chimiques des prélèvements est abordé avec prudence dans le paragraphe 3.3.2 compte tenu des éléments suivants :

- Pour une grande partie des composés analysés, on ne dispose pas de caractérisation olfactive précise utilisant une méthode telle que le Langage des Nez®
- Les effets d'interactions et de masquage entre composés odorants complexifient l'interprétation.
- Les limites de détection olfactive des composés soufrés, constituant a priori les principales sources potentielles de perceptions olfactives, sont peu documentées notamment par l'INRS

¹² En effet, la limite de quantification exprimée par le laboratoire d'analyse en pg/échantillon doit être transformée pour être exprimée en pg/m²/jour et pour cela divisée par :

- la surface de l'entonnoir du collecteur
- le nombre de jours d'exposition (30 jours pour un mois d'exposition, 1 pour 1 jour d'exposition)

(voir [matrice de l'instruction du 12/08/2014](#)), et l'on sait que le nez humain peut détecter certaines molécules odorantes à des niveaux de détection parfois inférieurs aux instruments de mesure.

- Les conditions de prélèvements, de conservation des échantillons et les limites de quantification des appareils de mesure ne permettent de garantir une exhaustivité des substances chimiques identifiées.

- **Représentativité spatiale et temporelle des mesures du 26/09/19**

Atmo Normandie a déployé un dispositif en fonction des moyens et des informations à sa disposition. Le paragraphe 2.5 expose les choix opérés pour documenter l'évènement en complétant le dispositif permanent. Compte tenu du délai nécessaire à l'installation et mise en route d'une partie du matériel¹³ (analyseurs, moyens mobiles et jauges), les analyses et prélèvements complémentaires ont débuté en fin de matinée et en début d'après-midi. Les résultats obtenus avec ces moyens complémentaires ne sont pas représentatifs des dix premières heures de l'incendie.

3. Présentation des résultats et discussions

L'ensemble des résultats d'analyses pour la surveillance environnementale et du suivi des odeurs sont téléchargeables sur le site d'Atmo Normandie, dans l'onglet spécifique « [Lubrizon NL Logistique](#) ».

3.1. Air ambiant

3.1.1. Signalements des nuisances odorantes et tournées olfactives

Signalements des nuisances odorantes

Dès le 26 septembre, les témoignages reçus par Atmo Normandie ont rapporté des odeurs de type hydrocarbures principalement, chimique et brûlé, accompagnées pour la plupart de symptômes de santé tels des picotements, irritations, maux de tête...

Les cartes suivantes montrent la chronologie des signalements odeurs reçus à Atmo Normandie pour les journées du 26 au 29/09/2019 (pour l'ensemble des signalements et les signalements associés à une évocation d'hydrocarbures).

¹³ Cette contrainte logistique ne concerne pas les prélèvements par canisters.

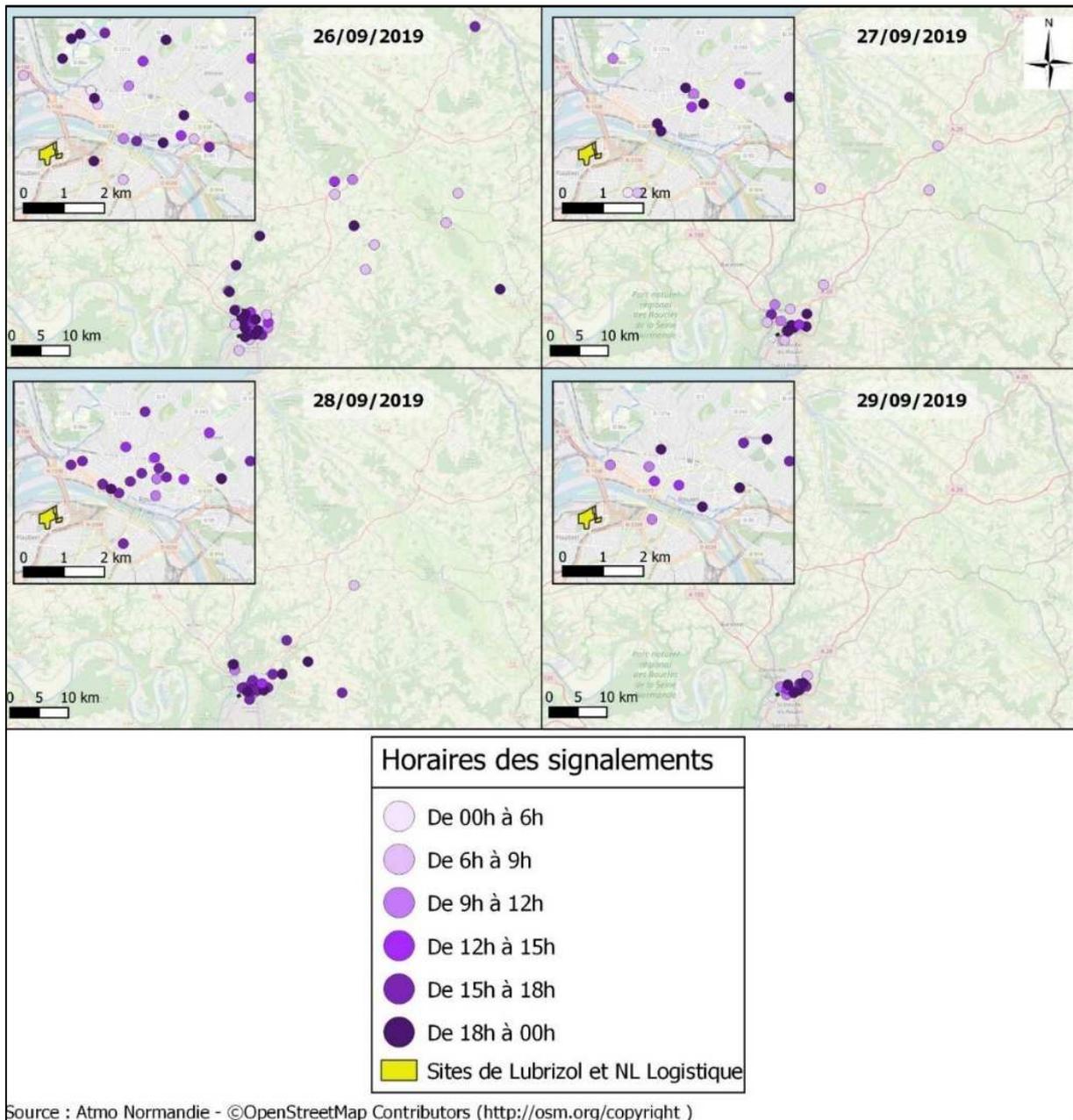


Figure 17 : Localisation des tous les signalements reçus par Atmo Normandie entre les 26 et 29/09/19 – source : Atmo Normandie

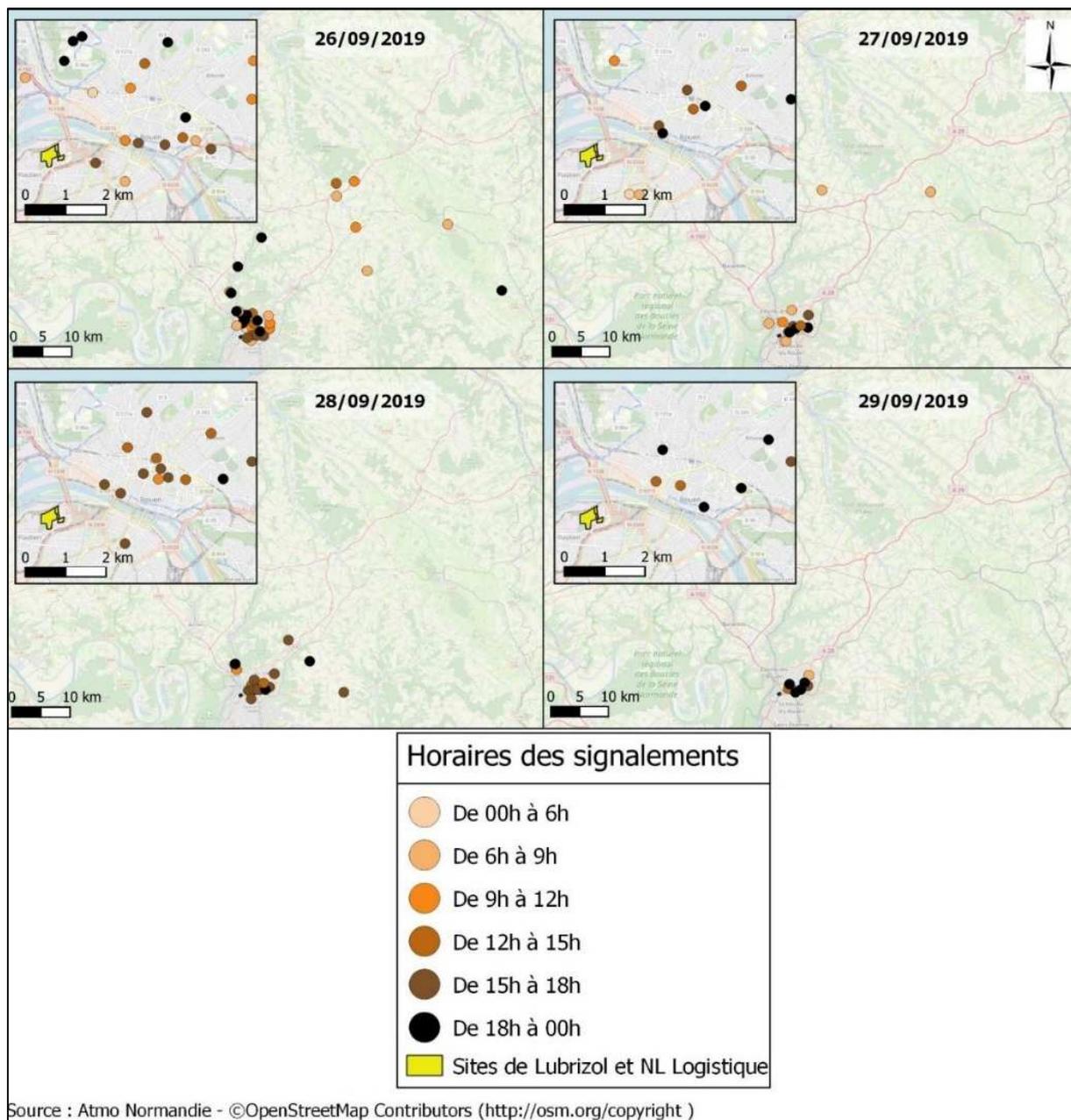


Figure 18 : Localisation des signalements avec l'évocation « hydrocarbures » reçus par Atmo Normandie entre les 26 et 29/09/19 – source : Atmo Normandie

Si le 26 septembre, les retombées de suies ont concerné principalement les communes situées sur les hauteurs de Rouen et au-delà (cf. figure 4), la localisation des signalements d'odeurs montre que la zone sous les vents de l'incendie s'étendait au-delà de la partie visible du panache de fumée, et en particulier le centre-ville de Rouen.

A partir du 30 septembre, la mise à disposition de l'application ODO a permis de géolocaliser les signalements en temps réel et de réaliser des cartographies pour suivre leur évolution spatiale.

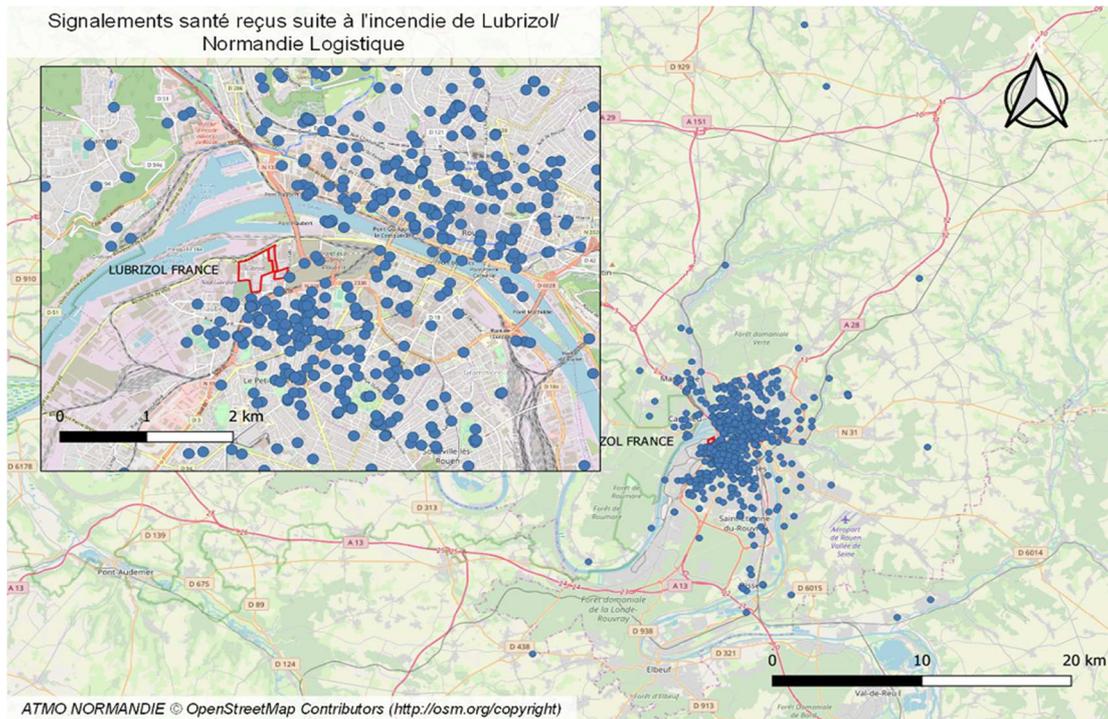


Figure 19 : Localisation des signalements olfactifs faisant état d'au moins 1 symptôme santé reçus par Atmo Normandie du 30/09/19 au 08/11/19 – source : Atmo Normandie

L'ensemble des signalements pris en compte sur la carte ci-dessus sont issus :

- des signalements reçus via le formulaire disponible sur le site www.atmonormandie.fr
- des signalements reçus via l'outil ODO Public (mis en place le 30 septembre).

Le graphique ci-dessous représente l'évolution des signalements et des symptômes santé du 26 septembre au 1 octobre 2020.

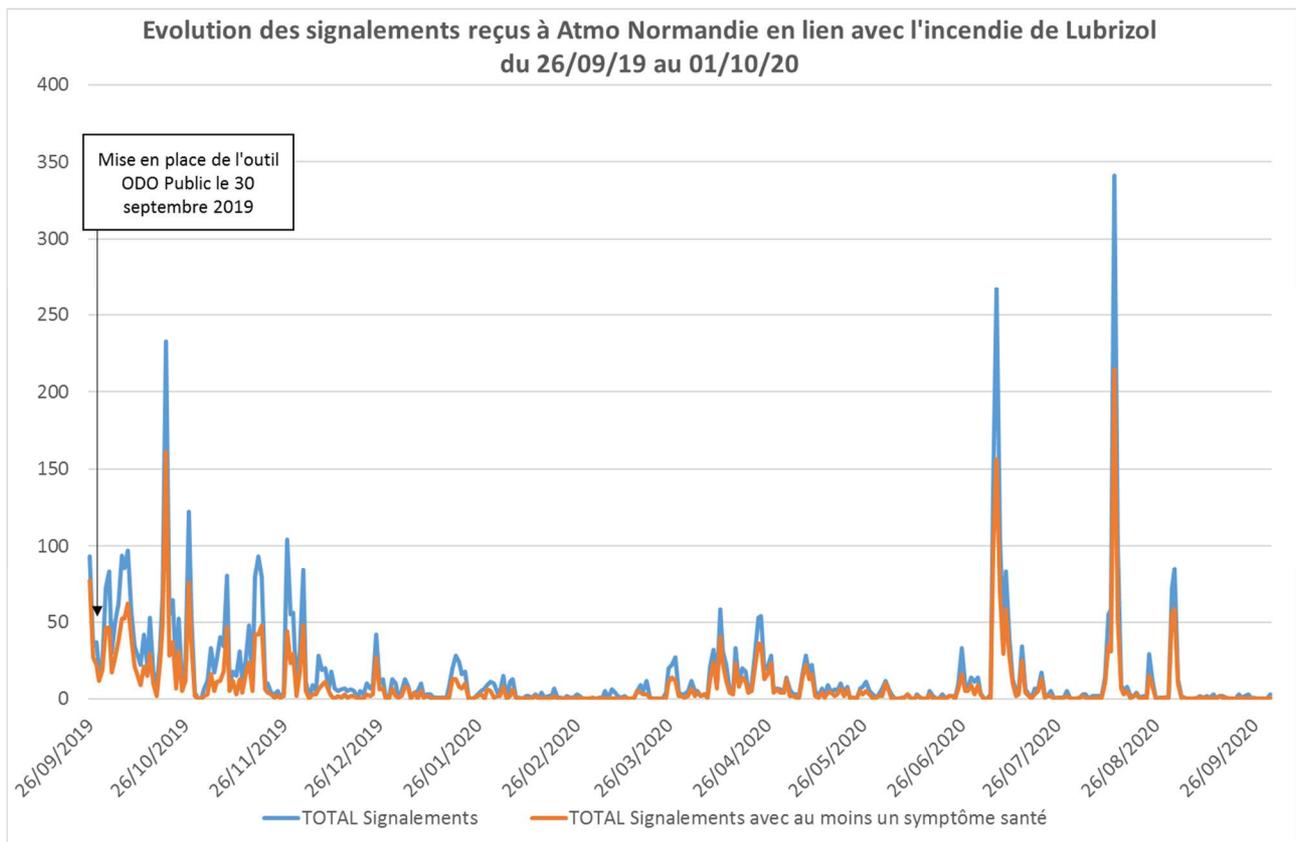


Figure 20 : Evolution du nombre de signalements olfactifs reçus par Atmo Normandie à partir du 26/09/19 jusqu'au 01/10/20 (total des signalements en bleu, avec au moins un symptôme santé en orange) – source : Atmo Normandie

Sur le graphique ci-dessus, des pics de signalements sont constatés sur certaines périodes. Le nombre de signalements par jour a fluctué selon les travaux de dépollution des zones incendiées, la météorologie dont directions et vitesses de vent, pluie, température...

Le graphique ci-après indique la répartition des signalements en fonction des symptômes santé associés (à 80% les deux premiers jours de l'incendie) du 26/09/19 au 01/10/20. 52% des 6124 signalements d'odeurs émis sur un an par les habitants de la Métropole de Rouen faisaient état d'au moins un symptôme santé.

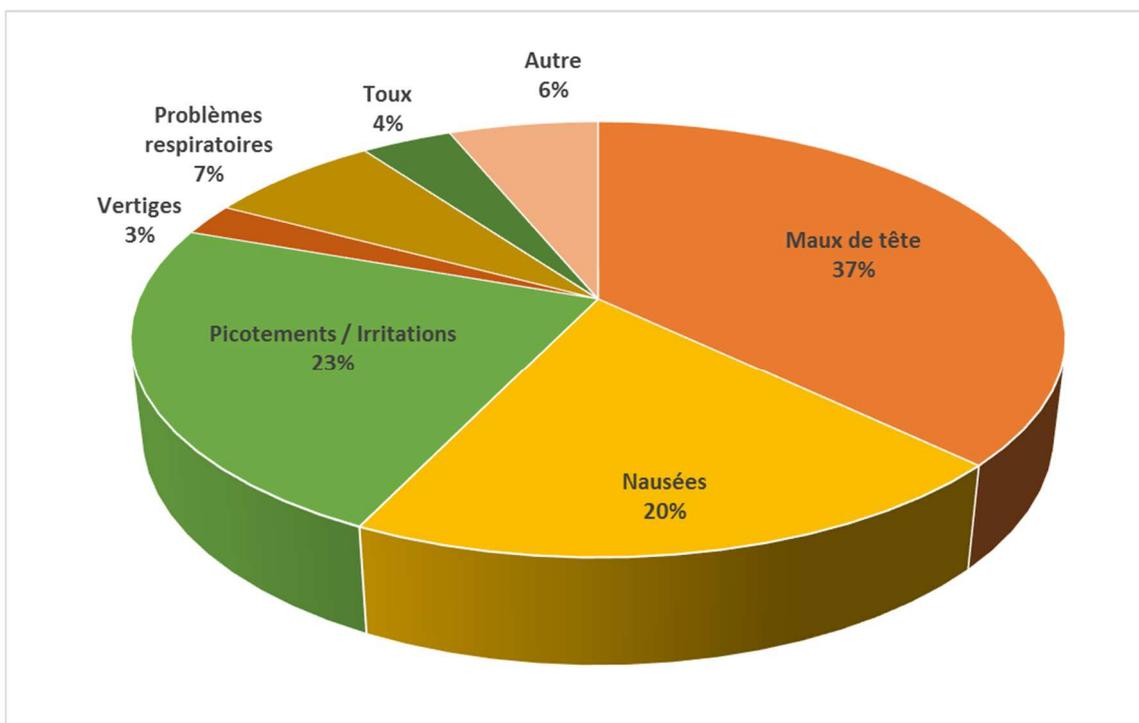


Figure 21 : Répartition des symptômes « santé » recensés par Atmo Normandie lors des signalements odeurs (du 26/09/19 au 01/10/20) – source : Atmo Normandie

Les symptômes les plus couramment cités sont : maux de tête, nausées et picotements/irritations. Il est connu que les odeurs et les mécanismes physiologiques associés sont susceptibles de provoquer des symptômes santé (voir tableau ci-dessous). L'ensemble de ces données sur les symptômes santé a été fourni à Santé Publique France (16) et (17).

| principaux mécanismes entraînant des symptômes liés aux odeurs | commentaires |
|--|--|
| aversion innée | des substances odorantes provoquent des réactions réflexes chez certains |
| exacerbation de conditions médicales préexistantes | exemples de conditions médicales : asthme, bronchite, grossesse... |
| intolérance acquise | sensibilisation conditionnée du fait d'une expérience antérieure |
| somatisation | stress associé au sentiment d'altération de l'environnement |
| stimulus intermittent | sentiment d'absence de contrôle |
| réponse du système immunitaire | lien entre les centres olfactifs du cerveau et les tissus lymphoïdes |
| effet physique direct | démonstré pour certaines molécules odorantes agissant directement sur les muqueuses nasales et respiratoires |
| effet de type phéromone | existe en inter-humains mais non démontré pour d'autres types d'odeurs |

Adapté de Doty, 1981 ; Silver, 1987 ; Shusterman, 1992 ; Manley, 1993 ; Laing et coll., 1994 ; Schiffman et coll., 1995 ; Bell et coll., 1996

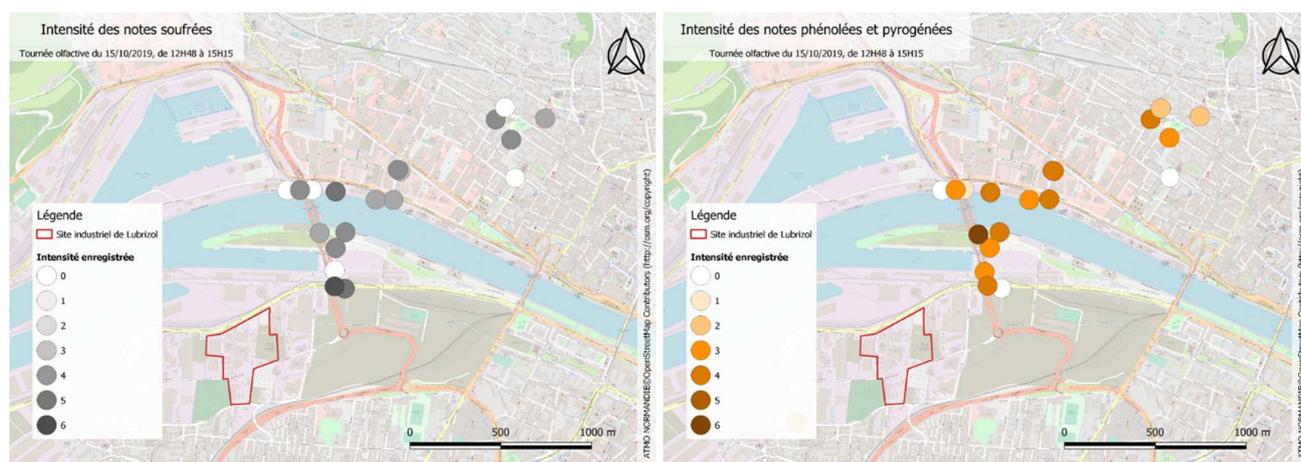
Tableau 2 : Principaux mécanismes entraînant des symptômes liés aux odeurs – source : Atmo Normandie (adapté de Doty, 1981 ; Silver, 1987 ; Shusterman, 1992 ; Manley, 1993 ; Laing et al., 1994 ; Schiffman et al., 1995 ; Bell et al., 1996)

Tournées olfactives

Afin d'objectiver les signalements à la fois en nature et en intensité et d'en suivre l'évolution, des tournées olfactives ont été régulièrement effectuées à partir du 27 septembre par les Nez d'Atmo Normandie, formés à la méthode du Langage des Nez®. Il est important de noter que cette méthode ne renseigne pas directement sur la composition chimique (nature et concentration des polluants) de l'air et, par conséquent, n'apporte pas d'information sur d'éventuels risques sanitaires associés. Dans les tournées olfactives, 33 notes odorantes ont pu être relevées selon le référentiel du Langage des Nez®. Ces notes odorantes peuvent être regroupées selon quatre grandes familles :

- les « soufrés » qui ont des seuils de détection olfactive très bas, donc très rapidement perçus par le nez humain. Des composés soufrés étaient bien contenus dans les produits stockés au sein des deux sites ayant brûlé ;
- les « alkyls/aromatiques », en grande partie liées aux neutralisants/masquants, produits largement utilisés par les entreprises pour tenter de réduire la gêne des habitants, du moins les 1^{er} temps après l'incendie ;
- les « phénolés / pyrogénés » qui sont plus communément répandus dans l'environnement. Ils sont cependant traceurs de phénomène de brûlage et de combustion.

A titre d'exemple, sur la carte de la tournée olfactive d'Atmo Normandie du 15 octobre, on observe des notes odorantes « soufrées » et « phénolées » sous les vents des sites industriels sinistrés.



Au fil des tournées olfactives, une évolution des notes a été perçue comment le montre le graphique ci-dessous.

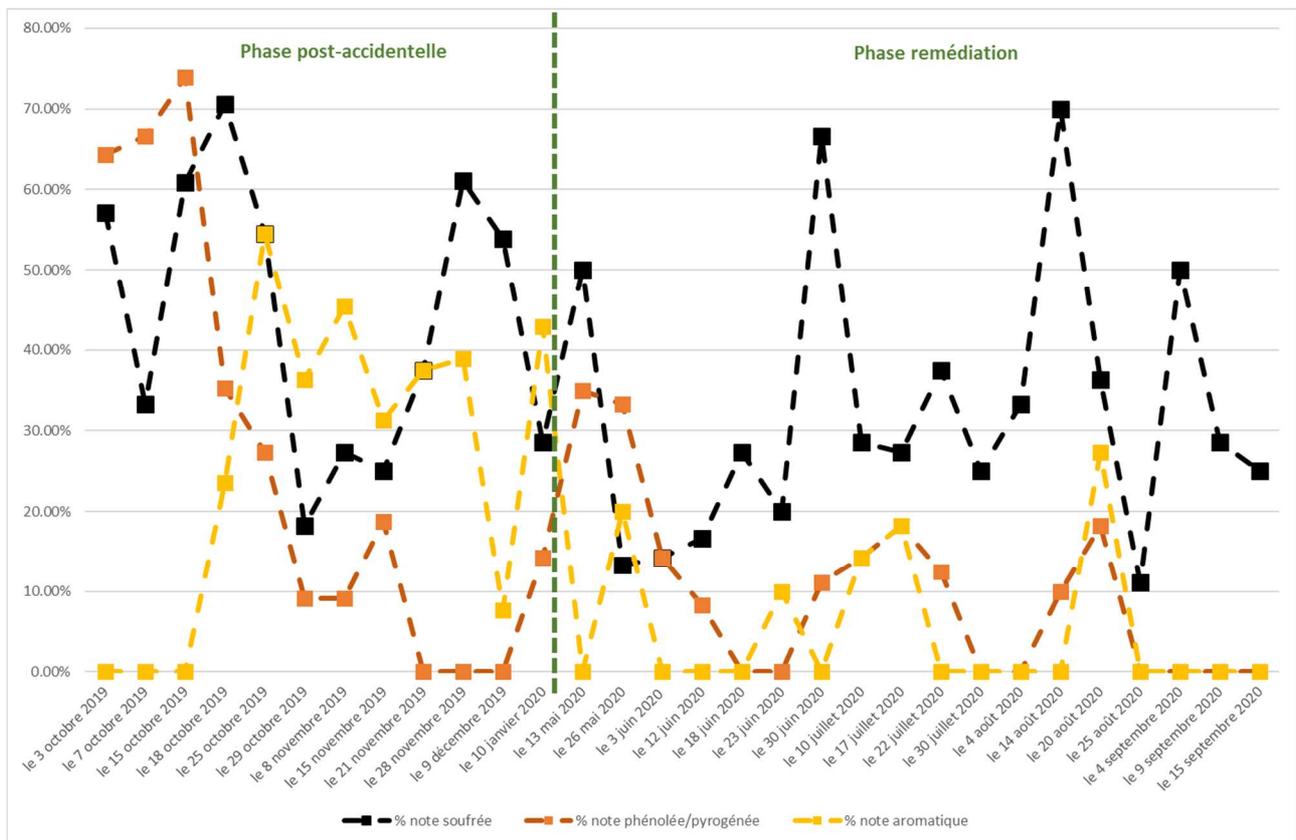


Figure 23 : Evolution des 3 principales familles repérées lors des tournées olfactives effectuées par les Nez d'Atmo Normandie (phase post-accidentelle du 03/10/19 au 10/01/20 et phase remédiation du 13/05/20 au 15/09/20) – source : Atmo Normandie

Les notes phénolées / pyrogénées, correspondant à l'aspect « brûlé » perçu lors des incendies, sont les premières à s'estomper. Inversement, les notes alkyls / aromatiques ont été davantage perçues après l'incendie du fait de l'utilisation importante de produits neutralisant et/ou masquant par les deux exploitants. Quant aux notes soufrées, elles restent dominantes dans les tournées olfactives et sont fonction des travaux réalisés sur les sites et des conditions météorologiques. Ces notes soufrées deviennent même majoritaires pendant la phase de remédiation.

La société Osmanthe, bureau d'études spécialisé sur la thématique des odeurs, a aussi exploité des campagnes de veille olfactive dans l'environnement des sites incendiés réalisées par différents nez formés au Langage des Nez® (cellule olfaction de Lubrizol, Atmo Normandie, Osmanthe) sur la période du 03/10/2019 au 31/12/2019 (12). L'analyse fournie par Osmanthe a permis d'apporter des éléments d'explication de certains phénomènes odorants perçus en lien avec des opérations/événements concomitants (voir paragraphe 3.3.1).

Le traitement des signalements reçus par les différents canaux (site internet, téléphone, mail et ODO), ainsi que les tournées olfactives réalisées par les nez formés au Langage des Nez®, ont fait l'objet en juin 2020 d'une publication spécifique de la [Gazette des Nez](#) (10) disponible sur le site internet d'Atmo Normandie.

3.1.2. Composés organiques volatils et soufrés (hors H₂S)

Les analyses des canisters prélevés les premiers jours ont mis en évidence la présence des composés de différentes natures (voir tableaux ci-après) : des soufrés, des aromatiques, des alcanes, des alcènes, des chlorés, des terpènes, des phénolés, des aldéhydes et d'autres composés (acétone, acide acétique, etc.) ne faisant pas partie des familles précédemment citées. Les composés ainsi détectés dans les canisters ont ensuite été recherchés dans les tubes à diffusion passive disposés dès le 28 septembre 2019 autour des sites dans l'environnement. Ce dispositif de mesure passive a eu pour objectif de suivre les impacts sur la qualité de l'air des suites de l'incendie et des émanations des produits restants, jusqu'à la fin des travaux de remédiation des zones incendiées.

Mesures instantanées

Les tableaux de résultats détaillés des canisters sont disponibles en annexe 5.2.1. Ont été extraits de ces tableaux et présentés ci-après, les résultats des substances pour lesquelles des VRS ou des valeurs repères régionales étaient disponibles.

Les informations sont classées, selon 3 grandes périodes (Période « incendie » du 26 au 30/09/19, Période « post incendie » du 5 au 18/10/19 et Période « Foire Saint Romain » du 21 au 27/10/19) de la manière suivante :

- Les substances chimiques détectées dans les échantillons sur les sites non accessibles au public et dans l'environnement,
- Les concentrations maximales mesurées dans l'environnement, ainsi que leurs localisations,
- A titre indicatif et à défaut d'autres éléments de comparaison (cf. paragraphe 2.8 sur les limites), les valeurs de référence sanitaire (VRS)¹⁴
- Des gammes de concentrations mesurées au niveau des stations urbaines au Havre (station de Massillon¹⁵) d'Atmo Normandie et à Grenoble (station Les Frênes) fournies par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes¹⁶.

Période « incendie » du 26 au 30/09/19 (résultats synthétiques - tableau 2 et détaillés - annexe 5.2.1)

Dès les premières heures de l'incendie et le lendemain, plusieurs prélèvements d'échantillons d'air ont été réalisés par canisters par le SDIS 76. Ces échantillons analysés par l'INERIS avaient pour but de détecter des substances chimiques émises par les produits incendiés et de comparer les analyses à des valeurs de référence sanitaire pour des expositions court terme. Afin de rechercher des composés complémentaires à ceux trouvés par l'INERIS, Atmo Normandie a fait analyser ces mêmes canisters par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes.

Une fois l'incendie éteint, mais avec une combustion toujours présente, en particulier de la gomme arabique sur le site de NL Logistique, quatre nouveaux prélèvements par canisters ont été opérés le 30/09/19 sur les sites

¹⁴ Pour une exposition entre 1 et 14 jours

¹⁵ Atmo Normandie dispose d'un historique de mesures réalisées sur des sites urbains sous influence industrielle. La station Le Havre Massillon dispose d'un appareil mesurant les COV à un pas de temps de 30 minutes.

¹⁶ Les valeurs de référence d'ATMO Auvergne-Rhône-Alpes ont été utilisées pour comparer les résultats des canisters de la Foire Saint Romain, dont la durée de prélèvement a été allongée jusqu'à 24h grâce à l'ajout d'un dispositif complémentaire (voir prélèvements du 21 au 27/10/19).

industriels sinistrés. Ces prélèvements avaient pour objectif de voir l'évolution des espèces chimiques émises par les matériaux calcinés, d'où continuaient à émerger des nuisances odorantes.

Le tableau ci-dessous synthétise les résultats des substances chimiques mesurées du 26 au 30/09/19 sur les sites ou dans l'environnement. Les cases vides correspondent à des substances chimiques non détectées ou dont la concentration est inférieure à la limite de quantification des laboratoires d'analyses.

| Substances chimiques | numéro CAS | Prélèvements réalisés sur sites | | Prélèvements réalisés dans l'environnement | | | Valeurs de référence sanitaires pour la population générale en µg/m3 (exposition < 15 jours) | Sources | Gamme de concentrations mesurées au niveau d'une station urbaine sous influence industrielle au Havre | |
|-------------------------------|--------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--|------------------|--|--|-------------------|---|-------------------|
| | | 2 canisters sur sites les 26 et 27/09 | 4 canisters sur sites du 30/09 | 10 canisters + 5 sacs Tedlar entre les 26 et 27/09 | | | | | Années 2017-2018 | |
| | | Nb échantillons avec espèce détectée | Nb échantillons avec espèce détectée | Nb échantillons avec espèce détectée | Conc max (µg/m3) | Echantillon avec conc max | | | 30 minutes | moyenne sur 2 ans |
| Composés soufrés | | | | | | | | | | |
| Hydrogène sulfuré (H2S) | 7783-06-4 | 1 | | | | | 100 | ASTDR, 2006 | | |
| Sulfure de carbonyle (COS) | 463-58-1 | 1 | | | | | 660 | OEHHA, 2017 | | |
| Dioxyde de soufre | 7446-09-5 | 1 | | 2 | 30.00 | RP Apollinaire Rouen (analyse INERIS) | 30 | ATSDR, 1998 | 0 - 218.2 | 3.38 |
| Disulfure de carbone | 75-15-0 | 1 | 2 | | | | 6200 | OEHHA, 1999 | | |
| Composés aromatiques | | | | | | | | | | |
| Benzène | 71-43-2 | 1 | 4 | 1 | 10.04 | Accès SENALIA - allée Jean de Bethencourt, Rouen rive gauche | 30 | ANSES, 2008 | 0.1 - 45.8 | 0.79 |
| Toluène | 108-88-3 | 1 | 4 | 2 | 11.36 | Accès SENALIA - allée Jean de Bethencourt, Rouen rive gauche | 21000 | ANSES, 2017 | 0.1 - 101.9 | 2.31 |
| Ethylbenzène | 100-41-4 | 1 | 3 | 2 | 6.07 | Accès SENALIA - allée Jean de Bethencourt, Rouen rive gauche | 22000 | ANSES, 2016 | 0.1 - 56.7 | 0.6 |
| m+p-xylène | 108-38-3/ 106-42-3 | 1 | 4 | 2 | 7.66 | Accès SENALIA - allée Jean de Bethencourt, Rouen rive gauche | 8800 | ATSDR, 2007 | 0.1 - 88.6 | 1.66 |
| o-xylène | 95-47-6 | 1 | 2 | 2 | 2.83 | Accès SENALIA - allée Jean de Bethencourt, Rouen rive gauche | 8800 | ATSDR, 2007 | 0.1 - 34.2 | 0.63 |
| Styrène | 100-42-5 | 1 | 1 | | | | 21000 | OEHHA, 1999 | 0.1 - 29.6 | 0.2 |
| 1,2,4-triméthylbenzène | 95-63-6 | 1 | 2 | | | | | | 0.1 - 49.9 | 0.85 |
| Naphthalène | 91-20-3 | | 1 | | | | 37 | ANSES, 2013 | | |
| Alcanes / cycloalcanes | | | | | | | | | | |
| Ethane | 74-84-0 | 1 | | | | | | | 0.1 - 285.38 | 4.19 |
| Propane | 74-98-6 | 1 | | | | | | | 0.1 - 703.49 | 17.14 |
| 2-méthylpropane (isobutane) | 75-28-5 | 1 | | | | | | | 0.1 - 60.13 | 2.29 |
| n-butane | 106-97-8 | 1 | | | | | | | 0.24 - 381.15 | 6.91 |
| 2-méthylbutane (isopentane) | 78-78-4 | 1 | | | | | | | 0.1 - 200.72 | 4.9 |
| n-pentane | 109-66-0 | 1 | | | | | | | 0.1 - 155.58 | 2.78 |
| n-hexane | 110-54-3 | 1 | 3 | 3 | 11.00 | Sous le pont Flaubert, Rouen rive droite | | | 0.1 - 44.45 | 1.45 |
| Alcènes / insaturés | | | | | | | | | | |
| Ethylène | 74-85-1 | 1 | | | | | | | 0.1 - 979.25 | 4.83 |
| Acétylène | 74-86-2 | 1 | | | | | | | 0.1 - 9.12 | 0.75 |
| Propène | 115-07-1 | 1 | | | | | | | 0.1 - 373.32 | 1.87 |
| 1-butène | 106-98-9 | 1 | | | | | | | 0.1 - 6.28 | 0.27 |
| cis-2-butène | 590-18-1 | 1 | | | | | | | 0.1 - 4.95 | 0.21 |
| trans-2-butène | 624-64-6 | 1 | | | | | | | 0.1 - 7.2 | 0.22 |
| 1,3-butadiène | 106-99-0 | 1 | | | | | 660 | (OEHHA 2013) | 0.1 - 51.79 | 0.26 |
| Isoprène | 78-79-5 | 1 | | | | | | | 0.1 - 2.74 | 0.15 |
| Composés chlorés | | | | | | | | | | |
| Trichlorométhane | 67-66-3 | 1 | | | | | 150 | OEHHA 1999 | | |
| Tétrachlorométhane | 56-23-5 | 1 | 1 | | | | 1900 | OEHHA, 1999 | | |
| 1,2-dichloroéthane | 107-06-2 | 1 | | | | | 700 | AQG (24h)OMS 2000 | | |
| 1,1,1-Trichloroéthane | 71-55-6 | 1 | | | | | 11000 | ASTDR 2006 | | |
| 1,4-Dichlorobenzène | 106-46-7 | 1 | | | | | 2ppm (12240 µg/m3) | (ASTDR 2006) | | |
| Autres composés | | | | | | | | | | |
| Acétone | 67-64-1 | | | 1 | 10.00 | Mairie de Bihorel (analyse INERIS) | 62954 | ATSDR, 1994 | | |
| Méthanol | 67-56-1 | 1 | | 2 | 40.00 | Mairie de Bihorel (analyse INERIS) | 28000 | OEHHA, 1999 | | |

Tableau 3 : Substances chimiques présentes dans les canisters sur les sites et dans l'environnement (26 au 30/09/19) et comparaison à des valeurs de référence sanitaire et repères régionales – source : Atmo Normandie et ARS Normandie (pour les VRS)

La comparaison avec les données de l'analyseur du Havre Massillion montre que les résultats pour les composés aromatiques (dont benzène), alcanes et alcènes des canisters prélevés dans l'environnement sont dans la gamme

de valeurs sur 30 minutes pour les années 2017-2018 de cette station. Il en est de même pour le dioxyde de soufre.

Tous les résultats des composés détectés dans les analyses des canisters prélevés dans l'environnement sont inférieurs aux VRS existantes fournies par l'ARS Normandie, à l'exception du dioxyde de soufre dont la concentration maximale relevée le jour de l'incendie est égale à la valeur sanitaire court-terme de l'ATSDR (1998).

Période « post incendie » du 05/10 au 19/11/19 (résultats synthétiques - tableau 3 et détaillés - annexe 5.2.1)

Pendant cette période « post incendie », des prélèvements par canisters ont continué à être réalisés. Atmo Normandie a en effet mis à disposition des canisters pour répondre notamment à des questions d'exposition professionnelle de la part des intervenants sur les sites pollués (site de la darse ou Bassin aux Bois où des nappes d'hydrocarbures étaient présentes) ou d'entreprises voisines des sites incendiés (site de TRIADIS). Les analyses de ces canisters ont confirmé la liste des espèces à suivre dans l'environnement, établie suite aux premiers prélèvements.

Durant cette période, des prélèvements sur les sites de Lubrizol et NL Logistique ont aussi été réalisés en particulier dans la tente de traitement des fûts avant passage dans l'unité de traitement des effluents gazeux. Les analyses de ces prélèvements ont mis en évidence la présence de composés soufrés, dont H₂S et mercaptans (voir résultats détaillés en annexe 5.2.1). Ces résultats ont justifié la poursuite des mesures dans l'environnement de l'H₂S, notamment par tubes à diffusion passive, ainsi que la recherche de mercaptans par l'IMT Lille Douai.

Le tableau ci-dessous synthétise les résultats des substances chimiques mesurées sur les sites ou dans l'environnement. Dans ce tableau, n'apparaissent que les résultats pour lesquels Atmo Normandie dispose d'une VRS fournie par l'ARS ou d'une valeur repère régionale.

| Substances chimiques | numéro CAS | Prélèvements réalisés sur sites | | | Prélèvements réalisés dans l'environnement | | | Valeurs de référence sanitaires pour la population générale en µg/m3 (exposition < 15 jours) | Sources | Gamme de concentrations mesurées au niveau d'une station urbaine sous influence industrielle au Havre | |
|--|---------------------|--|--|--|--|------------------|---------------------------------|--|-------------|---|-------------------|
| | | 4 canisters sur le site de la darse le 10/10 | 4 canisters sur le site de TRIADIS entre les 10 et 18/10 | 4 canisters sur les sites de Lubrizol et NL Logistique entre les 5/10 et 19/11 | 7 canisters entre les 5 et 11/10 | | | | | Années 2017-2018 | |
| | | Nb échantillons avec espèce détectée | Nb échantillons avec espèce détectée | Nb échantillons avec espèce détectée | Nb échantillons avec espèce détectée | Conc max (µg/m3) | Echantillon avec conc max | | | 30 minutes | moyenne sur 2 ans |
| Composés soufrés | | | | | | | | | | | |
| Hydrogène sulfuré (H2S) | 7783-06-4 | | | 1 | | | | 100 | ASTDR, 2006 | | |
| Dioxyde de soufre | 7446-09-5 | | | | 1 | 16.53 | Accès SENALIA | 30 | ATSDR, 1998 | 0 - 218.2 | 3.38 |
| Composés aromatiques | | | | | | | | | | | |
| Benzène | 71-43-2 | 4 | 2 | 4 | 5 | 3.01 | Accès SENALIA | 30 | ANSES, 2008 | 0.1 - 45.8 | 0.79 |
| Toluène | 108-88-3 | 4 | 4 | 4 | 6 | 4.28 | Port autonome allée Béthencourt | 21000 | ANSES, 2017 | 0.1 - 101.9 | 2.31 |
| Ethylbenzène | 100-41-4 | 3 | 3 | 4 | 5 | 1.45 | Port autonome allée Béthencourt | 22000 | ANSES, 2016 | 0.1 - 56.7 | 0.6 |
| m+p-xylène | 108-38-3 / 106-42-3 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5.18 | Port autonome allée Béthencourt | 8800 | ATSDR, 2007 | 0.1 - 88.6 | 1.66 |
| o-xylène | 95-47-6 | 3 | 3 | 4 | 5 | 1.89 | Port autonome allée Béthencourt | 8800 | ATSDR, 2007 | 0.1 - 34.2 | 0.63 |
| Styrène | 100-42-5 | 1 | 2 | | 1 | 5.85 | Port autonome allée Béthencourt | 21000 | OEHHA, 1999 | 0.1 - 29.6 | 0.2 |
| 1,2,4-triméthylbenzène | 95-63-6 | 2 | 3 | 2 | 6 | 2.35 | Parc presqu'île de Rollet | | | 0.1 - 49.9 | 0.85 |
| Naphthalène | 91-20-3 | | 2 | 1 | 3 | 14.52 | Parc presqu'île de Rollet | 37 | ANSES, 2013 | | |
| Alcanes / cycloalcanes | | | | | | | | | | | |
| n-hexane | 110-54-3 | 3 | 2 | 2 | 4 | 1.98 | Port autonome allée Béthencourt | | | 0.1 - 44.45 | 1.45 |
| Phénol et dérivés | | | | | | | | | | | |
| Phénol | 108-95-2 | | 1 | 1 | 2 | 17.99 | Parc presqu'île de Rollet | 5800 | OEHHA, 1999 | | |
| Autres composés | | | | | | | | | | | |
| Acétone | 67-64-1 | | 2 | | | | | 62954 | ATSDR, 1994 | | |
| MEK (méthyl éthyl cétone / 2-butanone) | 78-93-3 | | 2 | | | | | 13000 | OEHHA, 1999 | | |

Tableau 4 : Substances chimiques présentes dans les canisters sur les sites et dans l'environnement (05/10 au 19/11/19) et comparaison à des valeurs de référence sanitaire et repères régionales – source : Atmo Normandie et ARS Normandie (pour les VRS)

Les résultats des canisters dans l'environnement sur la période considérée sont inférieurs aux VRS (lorsque disponibles). Les concentrations maximales des espèces prélevées par canisters (BTEX, styrène, 1,2,4-triméthylbenzène et n-hexane) sont dans la gamme des valeurs 30 minutes de la station Massillon du Havre d'Atmo Normandie.

Période « post incendie – Foire Saint Romain » du 21 au 27/10/19 (résultats synthétiques - tableau 4 et détaillés - annexe 5.2.1)

Les services de l'Etat ont sollicité Atmo Normandie afin de suivre la qualité de l'air aux abords de la Foire Saint Romain. Dans le cadre de ce suivi, une station temporaire équipée d'un appareil de mesure automatique des COVs a été disposée à l'entrée de la foire côté Pont Flaubert et des prélèvements par canisters ont également été réalisés pour compléter la liste des COVs suivis. Ces canisters ont été équipés d'un système permettant un prélèvement sur 24 heures. Atmo Auvergne-Rhône-Alpes ayant déjà conduit ce type de prélèvements, les analyses ont été réalisées par leurs soins et les résultats ont pu être comparés aux valeurs repères de la station urbaine de Grenoble et aux VRS.

| Substances chimiques | numéro CAS | Prélèvements réalisés dans l'environnement | | | Valeurs de référence sanitaires pour la population générale en µg/m ³ (exposition < 15 jours) | Sources | Gamme de concentrations mesurées au niveau d'une station urbaine (site de mesures de Grenoble - source : ATMO AURA) | |
|--------------------------------------|-----------------------|--|-------------------------------|---------------------------|--|------------------|---|--------------------|
| | | 5 canisters entre les 21 et 27/10 tous prélevés sur le site de la foire, entrée côté pont Flaubert | | | | | janvier à septembre 2019 | |
| | | Nb échantillons avec espèce détectée | Conc max (µg/m ³) | Echantillon avec conc max | | | 24 heures | moyenne sur 7 mois |
| Composés aromatiques | | | | | | | | |
| Benzène | 71-43-2 | 5 | 0.78 | canister 4 | 30 | ANSES, 2008 | 0 - 2.56 | 0.79 |
| Toluène | 108-88-3 | 5 | 12.97 | canister 1424 | 21000 | ANSES, 2017 | 0 - 6.16 | 1.48 |
| Ethylbenzène | 100-41-4 | 5 | 0.66 | canister 4 | 22000 | ANSES, 2016 | 0 - 1.72 | 0.59 |
| m+p-xylène | 108-38-3/ 106-42-3 | 5 | 2.25 | canister 4 | 8800 | ATSDR, 2007 | 0 - 6.3 | 1.98 |
| o-xylène | 95-47-6 | 5 | 0.79 | canister 4 | 8800 | ATSDR, 2007 | 0 - 4.81 | 0.81 |
| 1,2,3-triméthylbenzène | 526-73-8 | 5 | 0.50 | canister 4 | | | 0 - 2.44 | 0.66 |
| 1,2,4-triméthylbenzène | 95-63-6 | 5 | 0.70 | canister 4 | | | 0 - 1.8 | 0.71 |
| 1,3,5-triméthylbenzène | 108-67-8 | 5 | 0.35 | canister 4 | | | 0 - 1.35 | 0.35 |
| 3 Ethyltoluène | 620-14-4 | 5 | 0.45 | canister 4 | | | 0 - 1.25 | 0.29 |
| Alcanes / cycloalcanes | | | | | | | | |
| Ethane | 74-84-0 | 5 | 3.17 | canister 1728 | | | 0 - 21 | 2.96 |
| Propane | 74-98-6 | 5 | 3.55 | canister 4 | | | 0 - 18.4 | 2.86 |
| 2-méthylpropane (isobutane) | 75-28-5 | 5 | 1.42 | canister 1728 | | | 0 - 3.38 | 1.09 |
| n-butane | 106-97-8 | 5 | 2.75 | canister 1728 | | | 0 - 40.4 | 1.87 |
| 2-méthylbutane (isopentane) | 78-78-4 | 5 | 1.56 | canister 1728 | | | 0 - 5.9 | 0.78 |
| n-pentane | 109-66-0 | 5 | 1.20 | canister 1728 | | | 0 - 198 | 2.62 |
| Cyclohexane | 110-82-7 | 5 | 0.84 | canister 1424 | | | 0 - 1.68 | 0.21 |
| n-hexane | 110-54-3 | 5 | 1.86 | canister 4 | | | 0 - 14.4 | 0.37 |
| n-heptane | 142-82-5 | 5 | 3.12 | canister 1424 | | | 0 - 26.6 | 0.5 |
| Iso-octane (2,2,4-triméthyl pentane) | 540-84-1 | 5 | 0.85 | canister 1424 | | | 0 - 3.98 | 0.32 |
| n-octane | 111-65-9 | 5 | 0.33 | canister 1424 | | | 0 - 2.8 | 0.3 |
| Alcènes / insaturés | | | | | | | | |
| Ethylène | 74-85-1 | 5 | 2.19 | canister 1424 | | | 0 - 14 | 1.41 |
| Acétylène | 74-86-2 | 5 | 0.78 | canister 1424 | | | 0 - 2.69 | 0.43 |
| Propène | 115-07-1 | 5 | 0.89 | canister 1424 | | | 0 - 14.5 | 0.57 |
| 1-butène | 106-98-9 | 3 | 0.33 | canister 4 | | | 0 - 4.66 | 0.26 |
| 1,3-butadiène | 106-99-0 | 2 | 0.31 | canister 4 | 660 | (OEHHA 2013) | 0 - 1.48 | 0.1 |
| 1-pentène | 109-67-1 | 1 | 0.12 | canister 4 | | | 0 - 1.86 | 0.08 |
| Isoprène | 78-79-5 | 1 | 0.11 | canister 1424 | | | 0 - 3.53 | 0.25 |
| 1-hexène | 592-41-6 | 2 | 0.10 | canister 4 | | | 0.03 - 1.82 | 0.1 |
| Composés chlorés | | | | | | | | |
| Trichlorométhane | 67-66-3 | 4 | 9.09 | canister 1728 | 150 | OEHHA 1999 | 0.05 - 4.27 | 0.66 |
| Tétrachlorométhane | 56-23-5 | 5 | 7.51 | canister 1424 | 1900 | OEHHA, 1999 | 0 - 21.5 | 1 |
| 1,1-dichloroéthane | 75-34-3 | 3 | 0.53 | canister 1423 | | | 0 - 19 | 0.37 |
| 1,2-dichloroéthane | 107-06-2 | 5 | 0.86 | canister 1424 | 700 | QG (24h)OMS 2000 | 0 - 3.58 | 0.51 |
| 1,1,1-Trichloroéthane | 71-55-6 | 5 | 1.33 | canister 4 | 11000 | ASTDR 2006 | 0 - 3.11 | 0.52 |
| 1,1,2-trichloroéthane | 79-00-5 | 5 | 1.50 | canister 4 | | | 0 - 2.39 | 0.6 |
| Trichloroéthylène | 79-01-6 | 3 | 4.60 | canister 1424 | | | 0 - 8.71 | 0.4 |
| Tétrachloroéthylène | 127-18-4 | 5 | 0.76 | canister 1424 | 1380 | ANSES 2018 | 0 - 4.69 | 0.45 |
| Chlorobenzène | 108-90-7 | 5 | 0.51 | canister 4 | | | 0 - 3.84 | 0.55 |
| 1,4-Dichlorobenzène | 106-46-7 | 5 | 0.67 | canister 4 | 2ppm (12240 µg/m ³) | (ASTDR 2006) | 0.04 - 36.6 | 0.9 |
| Terpènes | | | | | | | | |
| Limonène | 138-86-3 | 1 | 0.17 | canister 4 | | | 0.06 - 2.09 | 0.2 |

Tableau 5 : Substances chimiques présentes dans les canisters à l'entrée de la Foire Saint Romain (21 au 27/10/19) et comparaison à des valeurs de référence sanitaire et repères régionales – sources : Atmo Normandie, ATMO Auvergne-Rhône-Alpes et ARS Normandie (pour les VRS)

Le tableau ci-dessus synthétise les résultats des substances chimiques mesurées dans l'environnement à l'entrée de la foire. Les résultats complets sont disponibles en annexe 5.2.1.

Le toluène et le trichlorométhane sont les deux composés qui présentent des maxima supérieurs aux maxima enregistrés sur 24 heures par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes¹⁷. Ces résultats restent néanmoins très inférieurs aux VRS de ces composés.

¹⁷ Sur une période de 7 mois

L'appareil de mesure automatique des COVs a été disposé à l'entrée de la foire du 18 octobre au 12 novembre. Cet appareil de mesure des composés aromatiques, notamment les BTEX, le styrène et le 1,2,4-triméthylbenzène. Cet analyseur avait été précédemment installé du 2 au 18 octobre à environ 900m au nord-est de la zone sinistrée.

| Concentrations en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | Gamme de concentrations mesurées à Rouen rive gauche – allée Béthencourt | | Gamme de concentrations mesurées à Rouen rive droite – entrée foire | | Gamme de concentrations mesurées au niveau d'une station urbaine sous influence industrielle au Havre | |
|--|--|---------|---|---------|---|-------------------|
| | Du 2/10 15h30 au 18/10 6h | | Du 18/10 12h00 au 12/11 9h30 | | Années 2017-2018 | |
| | 30 min | moyenne | 30 min | moyenne | 30 min | moyenne sur 2 ans |
| Benzène | 0.1 – 1.8 | 0.36 | 0.1 – 5.4 | 0.61 | 0.1 – 45.8 | 0.79 |
| Toluène | 0.1 – 28.8 | 1.98 | 0.1 – 131.9 | 3.61 | 0.1 – 101.9 | 2.31 |
| Ethylbenzène | 0.1 – 5.4 | 0.45 | 0.1 – 10.46 | 0.51 | 0.1 – 56.7 | 0.6 |
| mp-xylènes | 0.1 – 15.5 | 1.33 | 0.1 – 30.9 | 1.41 | 0.1 – 88.6 | 1.66 |
| o-xylène | 0.1 – 6.2 | 0.53 | 0.1 – 11.32 | 0.52 | 0.1 – 34.2 | 0.63 |
| styrène | 0.1 – 1.6 | 0.15 | 0.1 – 3.0 | 0.15 | 0.1 – 29.6 | 0.2 |
| 1,2,4 triméthylbenzène | 0.1 – 7.07 | 0.67 | pas de données du 31/10 14h au 5/11 9h | | 0.1 – 49.9 | 0.85 |

Tableau 6 : Résultats de la surveillance en continu des COV (du 2/10 au 12/11/19) et comparaison à des valeurs repères régionales – source : Atmo Normandie

Les mesures réalisées pendant ces deux périodes consécutives en deux sites distincts montrent des valeurs comparables aux gammes de concentrations mesurées au niveau de la station urbaine de Massillon au Havre, le toluène présentant des concentrations maximales 30 minutes légèrement supérieures. Pour les autres composés, notamment le benzène, les valeurs maximales sont toutes largement inférieures aux maxima 30 minutes de la station Massillon.

Dispositif de suivi à long terme et comparaisons aux VRS

Afin de suivre dans la durée les concentrations des COVs et des composés soufrés dans l'environnement à proximité de la zone incendiée, des tubes à diffusion passive ont été disposés de façon à couvrir l'ensemble des directions de vents. Comme indiqué précédemment, la liste des COVs et des composés soufrés à suivre a été établie suite aux prélèvements par canisters réalisés au niveau des zones incendiées.

Le suivi par tubes à diffusion passive s'est déroulé pendant 43 campagnes de mesure d'une semaine entre le 28 septembre 2019 et le 1^{er} octobre 2020.

Par ailleurs, Atmo Normandie a disposé 5 tubes à diffusion passive pour le suivi des composés organiques et soufrés dans ou en bordure des sites incendiés du 15/11 au 22/11/19. L'objectif de ces mesures était de voir si

les composés détectés dans ces tubes pouvaient être différents de ceux identifiés dans les canisters afin d'ajuster, si nécessaire, la liste des espèces à suivre dans l'environnement.

La liste des sites de mesure dans l'environnement est la suivante :

- Site 1 : Rouen, avenue Pasteur
- Site 2 : Rouen, promenade Normandie Niemen
- Site 3 : Rouen, quai Emile Duchemin
- Site 4 : Canteleu, rue de la Vasque
- Site 5 : Rouen, quai Jean de Béthencourt
- Site 6 : Rouen, boulevard Jean de Béthencourt
- Site 7 : Petit Quevilly, rue de la Motte
- Site 8 : Petit Quevilly, rue de Stalingrad
- Site 9 : Petit Quevilly, rue Charles Legac



Figure 24 : Localisation des sites de mesures par tubes à diffusion passive – source : Atmo Normandie

Le tableau ci-dessous synthétise les résultats des substances chimiques mesurées par tubes à diffusion passive sur les sites industriels incendiés ou dans l'environnement, pendant la période post-accidentelle (du 28/09/19 au 14/02/20). Les concentrations obtenues dans l'environnement ont été comparées à des valeurs de référence sanitaire fournies par l'ARS Normandie pour une exposition supérieure à 1 an, quand elles existent. Ces valeurs ont aussi été comparées aux résultats de trois campagnes de mesures d'Atmo Normandie (entre les 10/10 et 31/10/19) sur 7 sites en région sous influence industrielle. Pour ces tubes à diffusion, Atmo Normandie a demandé une analyse complète au laboratoire Tera pour disposer d'éléments de comparaison.

Dans le tableau suivant, n'apparaissent donc que les résultats des campagnes de suivi correspondant aux mêmes périodes que les valeurs repères régionales. Les cases vides correspondent à des substances chimiques non détectées ou dont la concentration est inférieure à la limite de quantification. Les résultats détaillés sont disponibles en annexe 5.2.2.

| Substances chimiques | numéro CAS | Tubes à diffusion passive exposés pendant 7 jours à l'intérieur des sites Lubrizol et NL Logistique | Tubes à diffusion passive exposés pendant 7 jours à l'extérieur des sites Lubrizol et NL Logistique | | | | Tubes à diffusion passive exposés pendant 7 jours en région (hors Rouen) | | | | Valeurs de référence sanitaires pour la population générale en µg/m3 (exposition < 15 jours) | Sources | Valeur de référence sanitaires pour la population générale en µg/m3 (exposition > 1an) | Sources | |
|---|---------------------|---|---|----------------------|------------------|-------------------------------------|--|----------------------|------------------|-----------------------------------|--|-------------|--|--------------|--|
| | | 5 sites suivis entre les 15/11 et 22/11/19 Nombre total d'échantillons : 5 échantillons | 9 sites suivis entre les 11/10/19 et 31/10/19 Nombre total d'échantillons : 27 échantillons | | | | 7 sites suivis entre les 10 et 31/10/19 Nombre total d'échantillons : 15 échantillons | | | | | | | | |
| | | Nb échantillons avec espèce détectée | Nb échantillons avec espèce détectée | Conc médiane (µg/m3) | Conc max (µg/m3) | Echantillon avec conc max | Nb échantillons avec espèce détectée | Conc médiane (µg/m3) | Conc max (µg/m3) | Echantillon avec conc max | | | | | |
| Composés soufrés | | | | | | | | | | | | | | | |
| Disulfure de carbone CS2 | 75-15-0 | 4 | 22 | 0.15 | 0.82 | Petit-Quevilly, rue de Stalingrad | 6 | 0.55 | 0.89 | Port-Jérôme-sur-Seine Rue Prévert | | | | | |
| Dioxyde de soufre SO2 | 7446-09-5 | 5 | 26 | 3.16 | 17.50 | Petit-Quevilly, rue Charles Legac | 13 | 0.92 | 20.37 | Gonfreville station de mesure | 30 | ATSDR, 1998 | | | |
| Composés aromatiques benzéniques | | | | | | | | | | | | | | | |
| Benzène | 71-43-2 | 5 | 27 | 1.13 | 1.49 | Rouen, quai Emile Duchemin | 13 | 1.68 | 11.20 | Gonfreville Côte Blanche | 30 | Anses, 2008 | 10 | Anses, 2008 | |
| Toluène | 108-88-3 | 5 | 27 | 3.36 | 9.96 | Petit-Quevilly, rue de Stalingrad | 13 | 2.01 | 4.94 | Gonfreville Pissotière | 21000 | Anses, 2017 | 19000 | Anses, 2017 | |
| Ethylbenzène | 100-41-4 | 5 | 27 | 0.38 | 0.61 | Petit-Quevilly, rue de la Motte | 13 | 0.32 | 1.34 | Gonfreville Côte Blanche | 22000 | Anses, 2016 | 1500 | Anses, 2016 | |
| m+p - Xylène | 108-38-3 / 106-42-3 | 5 | 27 | 0.51 | 0.97 | Petit-Quevilly, rue de la Motte | 13 | 0.28 | 0.95 | Gonfreville Côte Blanche | 8800 | ATSDR, 2007 | 200 | ATSDR, 2007 | |
| o - Xylène | 95-47-6 | 5 | 27 | 0.41 | 0.78 | Petit-Quevilly, rue de la Motte | 13 | 0.21 | 0.75 | Gonfreville Côte Blanche | 8800 | ATSDR, 2007 | 200 | ATSDR, 2007 | |
| Styène | 100-42-5 | 5 | 27 | 0.1 | 0.20 | Petit-Quevilly, rue de Stalingrad | 13 | 0.09 | 0.62 | Gonfreville Côte Blanche | 21000 | OEHHA, 1999 | 860 | ATSDR, 2010 | |
| n-propylbenzène | 103-65-1 | 5 | 26 | 0.07 | 0.14 | Petit-Quevilly, rue Charles Legac | 8 | 0.05 | 0.19 | Quillebeuf Rue Ferret | | | | | |
| 3 Ethyltoluène | 620-14-4 | 5 | 26 | 0.11 | 0.27 | Petit-Quevilly, rue Charles Legac | 8 | 0.06 | 0.39 | Quillebeuf Rue Ferret | | | | | |
| 4 Ethyltoluène | 622-96-8 | 5 | 25 | 0.04 | 0.10 | Rouen, quai Jean de Bethencourt MRN | 7 | 0.05 | 0.18 | Quillebeuf Rue Ferret | | | | | |
| 1,3,5-Triméthylbenzène | 108-67-8 | 5 | 25 | 0.06 | 0.13 | Petit-Quevilly, rue Charles Legac | 7 | 0.05 | 0.18 | Quillebeuf Rue Ferret | | | 60 | US EPA, 2016 | |
| 2 Ethyltoluène | 611-14-3 | 5 | 26 | 0.06 | 0.15 | Petit-Quevilly, rue Charles Legac | 9 | 0.02 | 0.29 | Quillebeuf Rue Ferret | | | | | |
| 1,2,4-Triméthylbenzène | 95-63-6 | 5 | 27 | 0.13 | 0.45 | Rouen, quai Jean de Bethencourt MRN | 9 | 0.03 | 0.43 | Quillebeuf Rue Ferret | | | 60 | US EPA, 2016 | |
| 1,2,3-Triméthylbenzène | 526-73-8 | 5 | 25 | 0.04 | 0.12 | Petit-Quevilly, rue Charles Legac | 6 | 0.065 | 0.13 | Quillebeuf Rue Ferret | | | 60 | US EPA, 2016 | |
| Cumène | 98-82-8 | 5 | 18 | 0.02 | 0.05 | Petit-Quevilly, rue Charles Legac | 6 | 0.025 | 0.08 | Quillebeuf Rue Ferret | | | 400 | US EPA, 1997 | |
| aromatiques C10H14 | | 5 | 27 | 0.25 | 0.95 | Canteleu, rue de la Vasque | 7 | 0.31 | 0.51 | Gonfreville Côte Blanche | | | 1000 | TPHCWG, 2003 | |

| Substances chimiques | numéro CAS | Tubes à diffusion passive exposés pendant 7 jours à l'intérieur des sites Lubrizol et NL Logistique | Tubes à diffusion passive exposés pendant 7 jours à l'extérieur des sites Lubrizol et NL Logistique | | | | Tubes à diffusion passive exposés pendant 7 jours en région (hors Rouen) | | | | Valeurs de référence sanitaires pour la population générale en µg/m3 (exposition < 15 jours) | Sources | Valeur de référence sanitaires pour la population générale en µg/m3 (exposition > 1an) | Sources | |
|-------------------------|------------|---|---|----------------------|------------------|--------------------------------------|--|----------------------|------------------|-----------------------------------|--|---------|--|--------------|--|
| | | 5 sites suivis entre les 15/11 et 22/11/19 Nombre total d'échantillons : 5 échantillons | 9 sites suivis entre les 11/10/19 et 31/10/19 Nombre total d'échantillons : 27 échantillons | | | | 7 sites suivis entre les 10 et 31/10/19 Nombre total d'échantillons : 15 échantillons | | | | | | | | |
| | | Nb échantillons avec espèce détectée | Nb échantillons avec espèce détectée | Conc médiane (µg/m3) | Conc max (µg/m3) | Echantillon avec conc max | Nb échantillons avec espèce détectée | Conc médiane (µg/m3) | Conc max (µg/m3) | Echantillon avec conc max | | | | | |
| Alcanes | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2-méthylbutane | 78-78-4 | | 26 | 1.015 | 14.33 | Rouen, quai Jean de Bethencourt MRN | 13 | 0.97 | 6.29 | Quillebeuf Rue Ferret | | | | | |
| n-pentane | 109-66-0 | 4 | 27 | 0.85 | 2.22 | Petit-Quevilly, rue de Stalingrad | 13 | 2.5 | 8.18 | Quillebeuf Rue Ferret | | | | | |
| Pentane,2-méthyl | 107-83-5 | 5 | 26 | 1.625 | 4.60 | Petit-Quevilly, rue de Stalingrad | 13 | 5.68 | 15.48 | Quillebeuf Rue Ferret | | | | | |
| Pentane,3-méthyl | 96-14-0 | 5 | 27 | 0.76 | 1.61 | Petit-Quevilly, rue de Stalingrad | 13 | 2.46 | 5.41 | Quillebeuf Rue Ferret | | | | | |
| Butane,2,2-diméthyl | 75-83-2 | 5 | 9 | 0.22 | 0.37 | Petit-Quevilly, rue de Stalingrad | 13 | 0.4 | 1.61 | Quillebeuf Rue Ferret | | | | | |
| n-hexane | 110-54-3 | 5 | 27 | 1.03 | 2.08 | Petit-Quevilly, rue Charles Legac | 13 | 3.97 | 5.74 | Gonfreville Côte Blanche | | | 3000 | Anses, 2014 | |
| Hexane, 2-méthyl | 591-76-4 | 5 | 27 | 1.67 | 11.80 | Petit-Quevilly, rue de Stalingrad | 13 | 0.69 | 2.76 | Gonfreville Pissotière | | | | | |
| Hexane, 3-méthyl | 589-34-4 | 5 | 27 | 2.01 | 11.90 | Petit-Quevilly, rue de Stalingrad | 13 | 0.68 | 2.67 | Gonfreville Côte Blanche | | | | | |
| n-heptane | 142-82-5 | 5 | 27 | 0.86 | 4.63 | Petit-Quevilly, rue de Stalingrad | 13 | 0.67 | 4.30 | Gonfreville Pissotière | | | 18400 | TPHCWG, 1999 | |
| Hexane,2,2-diméthyl | 590-73-8 | 5 | 9 | 0.37 | 0.54 | Rouen, avenue Pasteur | 13 | 0.24 | 2.17 | Quillebeuf Rue Ferret | | | | | |
| Pentane,2,3,3-triméthyl | 560-21-4 | 5 | 9 | 0.47 | 0.83 | Petit-Quevilly, rue Charles Legac | 13 | 0.26 | 1.77 | Quillebeuf Rue Ferret | | | | | |
| n-octane | 111-65-9 | 5 | 26 | 0.195 | 0.82 | Petit-Quevilly, rue Charles Legac | 13 | 0.11 | 1.64 | Gonfreville Pissotière | | | 18400 | TPHCWG, 2000 | |
| n-nonane | 111-84-2 | 5 | 26 | 0.15 | 0.79 | Petit-Quevilly, rue Charles Legac | 9 | 0.06 | 1.15 | Quillebeuf Rue Ferret | | | 1000 | TPHCWG, 2001 | |
| n-decane | 124-18-5 | 5 | 22 | 0.075 | 1.36 | Rouen, Boulevard Jean de Bethencourt | 7 | 0.31 | 0.51 | Gonfreville Côte Blanche | | | 1000 | TPHCWG, 2002 | |
| n-undecane | 1120-21-4 | 1 | 10 | 0.06 | 0.13 | Rouen, Boulevard Jean de Bethencourt | 5 | 0.04 | 0.06 | Port-Jérôme-sur-Seine Rue Prévart | | | 1000 | TPHCWG, 2004 | |
| n-dodecane | 112-40-3 | 5 | 19 | 0.25 | 1.47 | Rouen, Boulevard Jean de Bethencourt | 10 | 0.34 | 1.01 | Gonfreville Pissotière | | | 1000 | TPHCWG, 2005 | |
| méthylclopentane | 96-37-7 | 4 | 27 | 0.36 | 1.01 | Petit-Quevilly, rue Charles Legac | 13 | 0.79 | 1.82 | Quillebeuf Rue Ferret | | | | | |
| méthylcyclohexane | 108-87-2 | 5 | 23 | 0.68 | 2.41 | Petit-Quevilly, rue Charles Legac | 13 | 0.71 | 2.30 | Gonfreville Pissotière | | | | | |
| Ethylcyclohexane | 1678-91-7 | 5 | 9 | 0.09 | 0.43 | Petit-Quevilly, rue Charles Legac | 13 | 0.06 | 0.51 | Quillebeuf Rue Ferret | | | | | |
| n-tétradécane | 629-59-4 | 5 | 9 | 0.48 | 2.44 | Rouen, Promenade Normandie Niemen | 11 | 0.25 | 0.89 | Gonfreville Côte Blanche | | | | | |

| Substances chimiques | numéro CAS | Tubes à diffusion passive exposés pendant 7 jours à l'intérieur des sites Lubrizol et NL Logistique | Tubes à diffusion passive exposés pendant 7 jours à l'extérieur des sites Lubrizol et NL Logistique | | | Tubes à diffusion passive exposés pendant 7 jours en région (hors Rouen) | | | | Valeurs de référence sanitaires pour la population générale en µg/m3 (exposition < 15 jours) | Sources | Valeur de référence sanitaires pour la population générale en µg/m3 (exposition > 1an) | Sources | |
|--|------------|---|---|----------------------|------------------|--|--------------------------------------|----------------------|------------------|--|---------|--|---------|---------------------------|
| | | 5 sites suivis entre les 15/11 et 22/11/19 Nombre total d'échantillons : 5 échantillons | 9 sites suivis entre les 11/10/19 et 31/10/19 Nombre total d'échantillons : 27 échantillons | | | 7 sites suivis entre les 10 et 31/10/19 Nombre total d'échantillons : 15 échantillons | | | | | | | | |
| | | Nb échantillons avec espèce détectée | Nb échantillons avec espèce détectée | Conc médiane (µg/m3) | Conc max (µg/m3) | Echantillon avec conc max | Nb échantillons avec espèce détectée | Conc médiane (µg/m3) | Conc max (µg/m3) | | | | | Echantillon avec conc max |
| Phénols, crésols... | | | | | | | | | | | | | | |
| Phénol | 13127-88-3 | | 1 | 0.02 | 0.02 | Rouen, Promenade Normandie Niemen | | | | | 5800 | OEHHA, 1999 | 200 | OEHHA, 2000 |
| Autres composés organiques volatils | | | | | | | | | | | | | | |
| 2-Butène | 107-01-7 | 5 | 26 | 1.2 | 2.46 | Rouen, Promenade Normandie Niemen | 13 | 1.09 | 2.08 | Gonfreville Pissotière | | | | |
| Acétone | 67-64-1 | 5 | 18 | 0.46 | 1.26 | Rouen, quai Jean de Bethencourt MRN | 13 | 0.24 | 0.41 | Port-Jérôme-sur-Seine Rue Prévert | 62954 | ATSDR, 1994 | 30840 | ATSDR, 1994 |
| Acide acétique | 64-19-7 | 5 | 20 | 8.395 | 53.86 | Rouen, quai Jean de Bethencourt MRN | 5 | 0.61 | 1.01 | Port-Jérôme-sur-Seine Rue Prévert | | | | |
| Benzothiazole | 95-16-9 | 4 | 5 | 0.02 | 0.03 | Canteleu, rue de la Vasque | 2 | 0.065 | 0.09 | Port-Jérôme-sur-Seine Rue Prévert | | | | |
| 2-Butanone | 78-93-3 | 5 | 24 | 0.245 | 1.40 | Rouen, quai Jean de Bethencourt MRN | 11 | 0.25 | 0.45 | Gonfreville Côte Blanche | 13000 | OEHHA, 1999 | 5000 | US EPA, 2003 |
| Acétate d'éthyle | 141-78-6 | 5 | 25 | 0.44 | 2.87 | Petit-Quevilly, rue de Stalingrad | 12 | 0.14 | 0.46 | Port-Jérôme-sur-Seine Rue Prévert | | | 6400 | Anses, 2015 |
| Chlorobenzène | 108-90-7 | 5 | 27 | 0.09 | 0.17 | Petit-Quevilly, rue Charles Legac | 12 | 0.035 | 0.11 | Palais de Justice station de mesure | | | 1000 | OEHHA, 2001 |
| Tétrachlorométhane | 56-23-5 | 5 | 18 | 0.45 | 1.17 | Petit-Quevilly, rue Charles Legac | 13 | 0.13 | 0.31 | Port-Jérôme-sur-Seine Rue Prévert | | | | |
| Naphthalène | 91-20-3 | 4 | 15 | 0.02 | 0.05 | Petit-Quevilly, rue Charles Legac | 4 | 0.025 | 0.06 | Port-Jérôme-sur-Seine Rue Prévert | 37 | Anses, 2013 | 1.8 | Anses, 2013 |

Tableau 7 : Substances chimiques présentes dans les tubes à diffusion sur les sites et dans l'environnement et comparaison à des valeurs de référence sanitaire et repères régionales (période du 11/10 au 31/10/19) – source : Atmo Normandie et ARS Normandie (pour les VRS)

Une comparaison des résultats entre les tubes positionnés autour de Lubrizol et NL Logistique et les tubes disposés en région peut être réalisée pour 46 espèces chimiques. Les résultats du tableau ci-dessus indiquent que, sur la période du 11/10/19 au 31/10/19, 12 composés sur les 46 présentent des valeurs maximales plus de 2 fois supérieures à celles des sites régionaux de référence (du 10/10/19 au 31/10/19). L'acide acétique présente le plus gros écart avec un maximum 50 fois plus élevé. Compte tenu du manque de connaissance des sources potentielles de ces composés dans la zone industrielle rouennaise, il est difficile de conclure à ce stade sur la contribution des émissions des zones incendiées aux concentrations mesurées. Les concentrations de ces substances sont inférieures aux VRS fournies par l'ARS si disponibles.

Le tableau ci-dessous synthétise les résultats des substances chimiques mesurées par tubes à diffusion passive dans l'environnement, pendant la période de déblaiement des sites incendiés (du 30/04/20 au 01/10/20). Les concentrations obtenues dans l'environnement ont été comparées aux VRS fournies par l'ARS Normandie, quand elles existent.

| Substances chimiques | numéro CAS | Tubes à diffusion passive exposés pendant 7 jours à l'extérieur des sites Lubrizol et NL Logistique | | | | Valeurs de référence sanitaires pour la population générale en µg/m3 (exposition < 15 jours) | Sources | Valeur de référence sanitaires pour la population générale en µg/m3 (exposition > 1an) | Sources |
|--|---------------------|---|----------------------|------------------|-------------------------------------|--|-------------|--|--------------|
| | | 6 sites suivis entre les 30/04/20 et 01/10/20 - 132 échantillons | | | | | | | |
| | | Nb échantillons avec espèce détectée | Conc médiane (µg/m3) | Conc max (µg/m3) | Echantillon avec conc max | | | | |
| Composés soufrés | | | | | | | | | |
| Dioxyde de soufre SO2 | 7446-09-5 | 129 | 0.34 | 3.75 | Petit-Quevilly, rue de Stalingrad | 30 | ATSDR, 1998 | | |
| Composés aromatiques benzéniques | | | | | | | | | |
| Benzène | 71-43-2 | 131 | 0.79 | 4.13 | Rouen, quai Jean de Bethencourt MRN | 30 | Anses, 2008 | 10 | Anses, 2008 |
| Toluène | 108-88-3 | 130 | 5.37 | 34.04 | Petit-Quevilly, rue de Stalingrad | 21000 | Anses, 2017 | 19000 | Anses, 2017 |
| Ethylbenzène | 100-41-4 | 130 | 0.42 | 1.72 | Petit-Quevilly, rue de la Motte | 22000 | Anses, 2016 | 1500 | Anses, 2016 |
| m+p - Xylène | 108-38-3 / 106-42-3 | 130 | 1.24 | 5.45 | Petit-Quevilly, rue de la Motte | 8800 | ATSDR, 2007 | 200 | ATSDR, 2007 |
| o - Xylène | 95-47-6 | 130 | 0.5 | 1.89 | Petit-Quevilly, rue de la Motte | 8800 | ATSDR, 2007 | 200 | ATSDR, 2007 |
| Styrène | 100-42-5 | 130 | 0.14 | 0.75 | Petit-Quevilly, rue de la Motte | 21000 | OEHHA, 1999 | 860 | ATSDR, 2010 |
| 1,3,5-Triméthylbenzène | 108-67-8 | 120 | 0.09 | 0.43 | Petit-Quevilly, rue de la Motte | | | 60 | US EPA, 2016 |
| 1,2,4-Triméthylbenzène | 95-63-6 | 129 | 0.4 | 2.15 | Petit-Quevilly, rue de la Motte | | | 60 | US EPA, 2016 |
| 1,2,3-Triméthylbenzène | 526-73-8 | 115 | 0.16 | 0.88 | Petit-Quevilly, rue de la Motte | | | 60 | US EPA, 2016 |
| Cumène | 98-82-8 | 81 | 0.03 | 2.57 | Rouen, quai Jean de Bethencourt MRN | | | 400 | US EPA, 1997 |
| aromatiques C10H14 | | 122 | 0.55 | 3.22 | Petit-Quevilly, rue Charles Legac | | | 1000 | TPHCWG, 2003 |
| Alcanes | | | | | | | | | |
| n-hexane | 110-54-3 | 128 | 0.96 | 6.75 | Rouen, quai Jean de Bethencourt MRN | | | 3000 | Anses, 2014 |
| n-heptane | 142-82-5 | 130 | 1.47 | 18.22 | Petit-Quevilly, rue de Stalingrad | | | 18400 | TPHCWG, 1999 |
| n-octane | 111-65-9 | 129 | 0.25 | 3.99 | Petit-Quevilly, rue de Stalingrad | | | 18400 | TPHCWG, 2000 |
| n-nonane | 111-84-2 | 125 | 0.33 | 1.68 | Petit-Quevilly, rue de la Motte | | | 1000 | TPHCWG, 2001 |
| n-decane | 124-18-5 | 129 | 0.83 | 11.50 | Rouen, avenue Pasteur | | | 1000 | TPHCWG, 2002 |
| n-undecane | 1120-21-4 | 84 | 0.10 | 0.56 | Petit-Quevilly, rue de la Motte | | | 1000 | TPHCWG, 2004 |
| n-dodecane | 112-40-3 | 126 | 0.66 | 36.38 | Rouen, quai Jean de Bethencourt MRN | | | 1000 | TPHCWG, 2005 |
| Phénols, crésols... | | | | | | | | | |
| Phénol | 13127-88-3 | 13 | 0.11 | 4.31 | Petit-Quevilly, rue de la Motte | 5800 | OEHHA, 1999 | 200 | OEHHA, 2000 |
| Autres composés organiques volatils | | | | | | | | | |
| Acétone | 67-64-1 | 130 | 1.00 | 2.68 | Rouen, quai Jean de Bethencourt MRN | 62954 | ATSDR, 1994 | 30840 | ATSDR, 1994 |
| 2-Butanone | 78-93-3 | 124 | 1.08 | 3.59 | Petit-Quevilly, rue de la Motte | 13000 | OEHHA, 1999 | 5000 | US EPA, 2003 |
| Acétate d'éthyle | 141-78-6 | 93 | 0.74 | 3.95 | Rouen, avenue Pasteur | | | 6400 | Anses, 2015 |
| Chlorobenzène | 108-90-7 | 95 | 0.08 | 0.78 | Rouen, avenue Pasteur | | | 1000 | OEHHA, 2001 |
| 2-éthylhexan-1-ol | 104-76-7 | 2 | 0.08 | 0.08 | Petit-Quevilly, rue de Stalingrad | | | 4 | US EPA, 2019 |
| Naphthalène | 91-20-3 | 111 | 0.09 | 1.30 | Petit-Quevilly, rue Charles Legac | 37 | Anses, 2013 | 1.8 | Anses, 2013 |

Tableau 8 : Substances chimiques présentes dans les tubes à diffusion dans l'environnement et comparaison à des valeurs de référence sanitaire (période du 30/04 au 01/10/20) – source : Atmo Normandie et ARS Normandie (pour les VRS)

Les résultats obtenus sont tous inférieurs aux VRS. Atmo Normandie n'a pas réalisé d'analyse complète sur cette période de remédiation pour d'autres sites en région. Seuls les BTEX pourront faire l'objet d'une comparaison avec des valeurs repères régionales sur la période complète de mesure (voir paragraphe ci-après).

Distribution détaillée des résultats pour les BTEX

Les concentrations des BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène, m+p xylène et o-xylène) peuvent être comparées aux résultats des sites suivis en continu influencés par des activités industrielles, actuelles (sites de Gonfreville l'Orcher et de Port-Jérôme) ou passées (nappe polluée aux hydrocarbures de Petit-Couronne).

Le graphique ci-dessous représente les moyennes obtenues sur la période post-accidentelle par BTEX et pour chacun des 9 sites de mesure. Ces moyennes sont comparées aux moyennes minimales et maximales de l'ensemble des sites de référence en proximité industrielle.

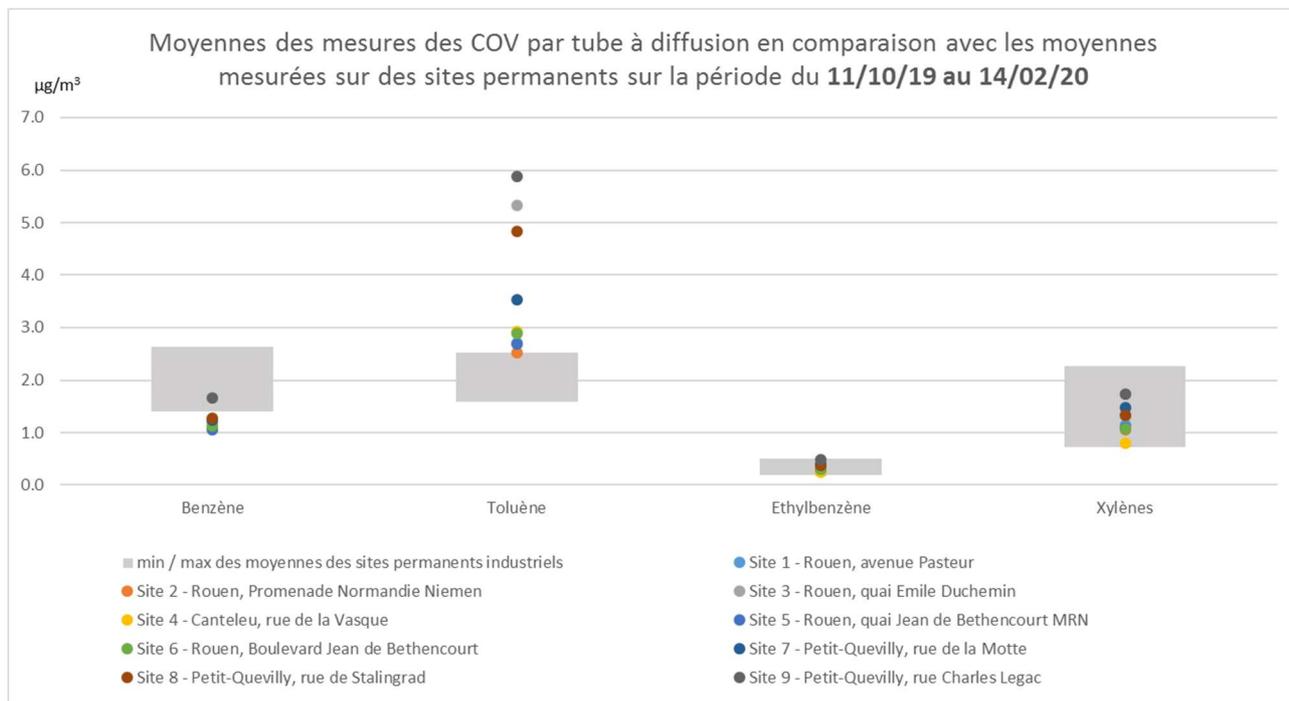


Figure 25 : Moyennes des mesures de COV par tube à diffusion en comparaison avec les moyennes mesurées sur des sites permanents sur la période du 11/10/19 au 14/02/20 – source : Atmo Normandie

Les mesures par tubes à diffusion passive ont repris à partir du 30/04/20 jusqu'à la fin des travaux de remédiation, soit le 01/10/20. Les sites 2, 3 et 6 n'apportant pas d'informations supplémentaires au cours des premières campagnes, ils ont donc été arrêtés. Sur le même principe que la phase post-accidentelle, le graphique ci-dessous synthétise cette comparaison des moyennes par site sur la période de remédiation.

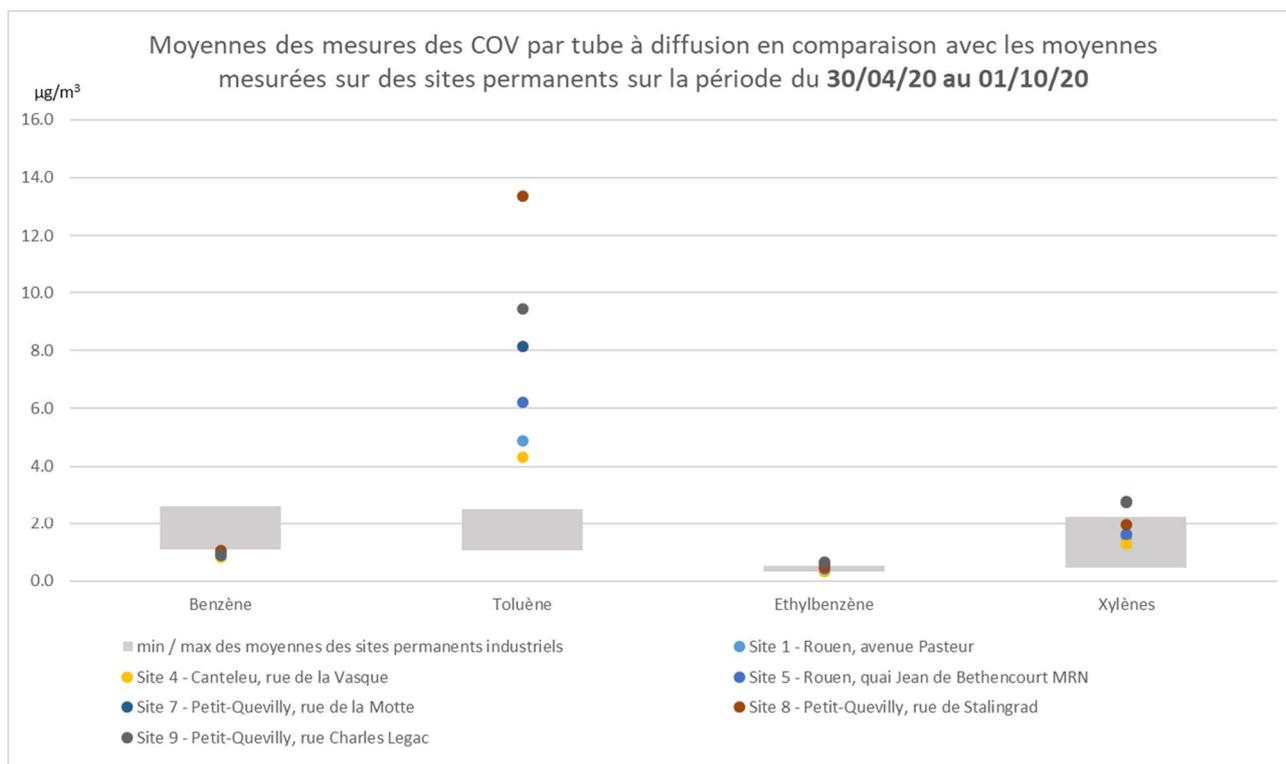


Figure 26 : Moyennes des mesures de COV par tube à diffusion en comparaison avec les moyennes mesurées sur des sites permanents sur la période du 30/04/20 au 01/10/20 – source : Atmo Normandie

Concernant le benzène, seul polluant réglementé dans l'air ambiant, l'ensemble des résultats se situe en-dessous des valeurs minimales ou dans le bas de la gamme des sites repères régionaux, que ce soit pendant la période post-accidentelle ou de remédiation. Les moyennes de l'ensemble des campagnes hebdomadaires de tous les sites de mesure restent en-dessous de la valeur limite¹⁸ et de l'objectif de qualité¹⁹ pour ce polluant.

Les valeurs d'éthylbenzène présentent une faible variabilité. Les résultats des sites sont dans la gamme des points de repères pour l'éthylbenzène et les xylènes.

Pour les xylènes, seul le site n°9 présente une moyenne au-dessus de la moyenne maximale des sites repères régionaux.

Enfin pour le toluène, bien que les neuf sites présentent des moyennes supérieures au maximum des points repères, les résultats restent largement inférieurs à la valeur de référence sanitaire de 19000 µg/m³ (ANSES 2017²⁰).

Des résultats détaillés, concernant les mesures du toluène, ont été représentés graphiquement dans les pages suivantes. L'abscisse correspond aux semaines des campagnes, et l'ordonnée à la concentration du COV en µg/m³. Chaque point représente un site de mesures.

¹⁸ Valeur limite du benzène = 5 µg/m³ en moyenne annuelle

¹⁹ Objectif de qualité du benzène = 2 µg/m³ en moyenne annuelle

²⁰ Valeur de références sanitaires pour la population générale en µg/m³ (exposition > 1an)

Cas du toluène

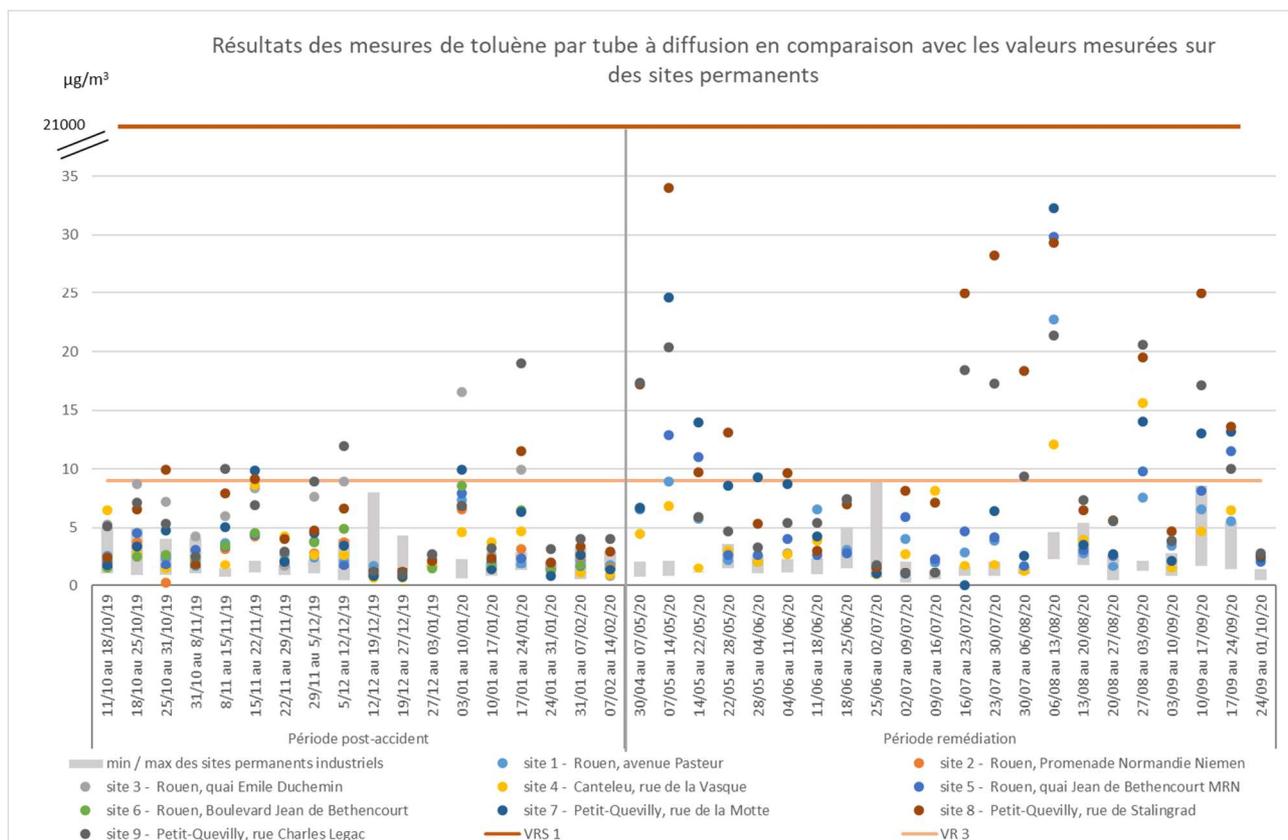


Figure 27 : Concentrations en toluène par campagne de mesure et par site, comparaison avec des valeurs de référence sanitaire et mesurées sur des sites permanents – source : Atmo Normandie

Contrairement au benzène, plusieurs sites de mesure présentent des résultats en toluène au-dessus du maximum régional. Seules trois campagnes (du 12/12/19 au 19/12/19, du 19/12/19 au 27/12/19 et du 25/06/20 au 02/07/20) sont dans la gamme des valeurs observées pour des sites en proximité industrielle. Beaucoup de résultats sont supérieurs à la valeur de référence de l'OQAI en air extérieur (9 µg/m³ en moyenne sur une semaine), en particulier lors de la phase de remédiation des zones incendiées. Rappelons que la valeur de référence de l'OQAI est considérée comme un « bruit de fond » observé à l'échelle nationale.

Les résultats des analyses pour le toluène sont néanmoins tous largement inférieurs à la VRS 1 (seuil de 21 000 µg/m³), ainsi qu'à la valeur guide de l'OMS sur une semaine de 260 µg/m³ (18).

Une analyse plus fine de plusieurs campagnes de mesures est donnée ci-dessous. Les numéros entourés correspondent aux sites de mesure présentant les valeurs les plus élevées pendant les périodes considérées. Durant la phase du chantier de remédiation, les sites de mesure 2, 3 et 6 de la période de suivi post-accidentelle n'ont pas été conservés.

Campagne du 5/12/19 au 12/12/19 : site 9

Pendant la période, les directions de vents étaient de secteurs sud-ouest et sud-est (figure ci-dessous). Compte tenu des conditions de vent (absence de vent de secteur nord-est) et de sa localisation, le site n°9 n'a pas été influencé par de potentielles émissions provenant de la zone incendiée, ni de la darse. D'autres sources présentes dans la zone industrielle rouennaise au sud-ouest du site n°9 sont donc à privilégier pour expliquer la valeur observée.

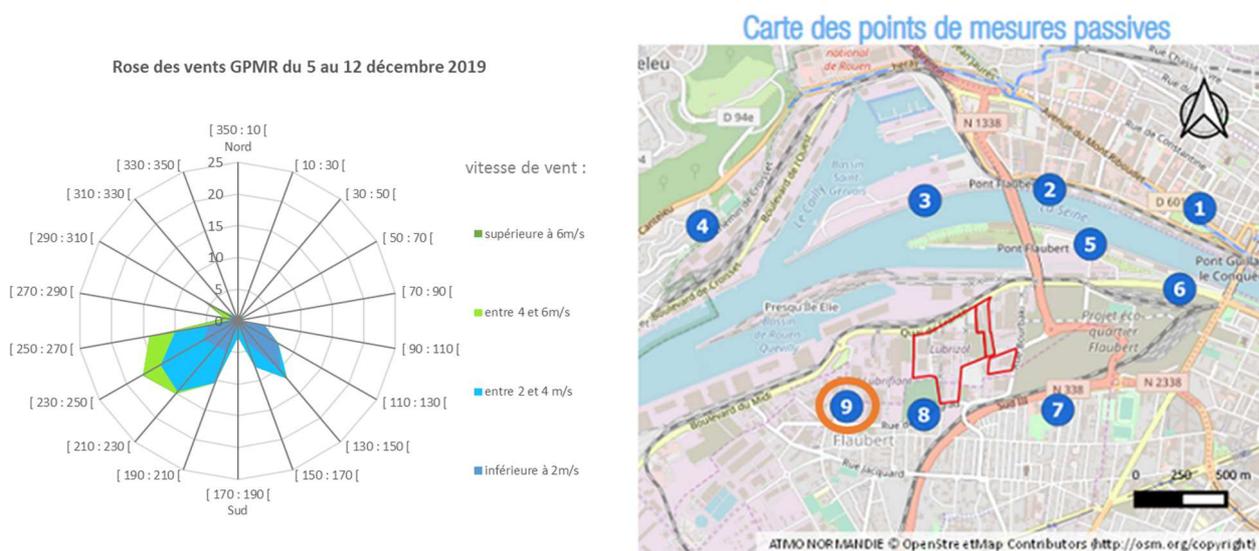


Figure 28 : Rose des vents du 5 au 12/12/19 (à gauche) et localisation des sites concernés (à droite) – source : Atmo Normandie

Campagne du 17/01/20 au 24/01/20 : sites 3, 8 et 9

Pendant cette campagne de mesure, les directions de vents étaient principalement de secteurs sud-ouest jusqu'à 6 m/s et nord-est entre 2 et 4 m/s. Le site n°9 a enregistré la plus forte valeur de la période post-accidentelle ($18.97 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur une semaine). Compte tenu des directions de vents, les sites 8 et 9 ont été sous l'influence de la zone industrielle et des sites incendiés sans pouvoir conclure sur l'origine et la contribution de ces deux zones aux concentrations relevées. Le site de mesure n°3, présentant la 3^{ème} valeur la plus élevée de cette campagne, n'a pas été sous les vents de la zone incendiée, ni de la darse. Ainsi, l'influence d'autres sources ne sont donc pas à exclure, en particulier au sud-ouest de la zone incendiée.

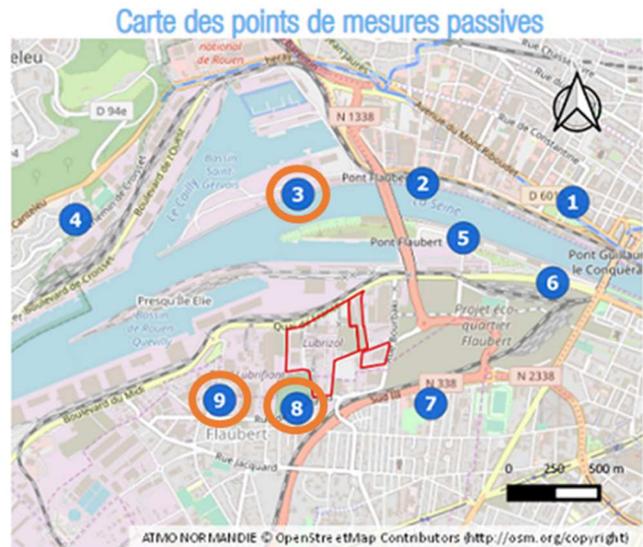
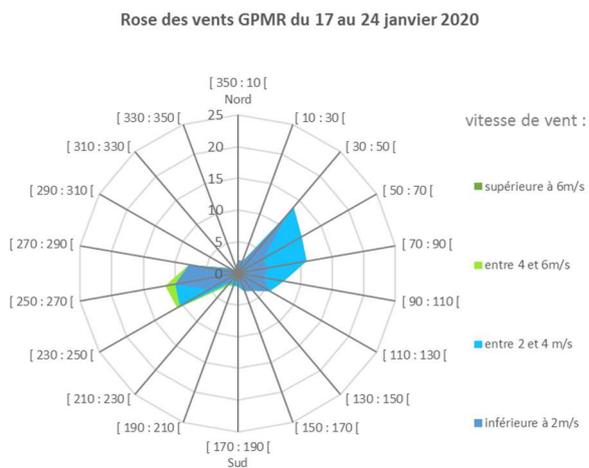


Figure 29 : Rose des vents du 17 au 24/01/20 (à gauche) et localisation des sites concernés (à droite) – source : Atmo Normandie

Campagne du 07/05/20 au 14/05/20 : sites 5, 7, 8 et 9

Les concentrations les plus élevées ont été mesurées au niveau des points 5, 7, 8 et 9 (concentration de $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ au site n°8, valeur maximale de toluène de toutes les campagnes de mesure hebdomadaires). Les directions de vents pendant la période étaient majoritairement de secteur nord-est au-delà de 6 m/s, avec une petite occurrence du secteur ouest-nord-ouest. Les sites 7, 8 et 9 pourraient avoir été influencés par des sources de toluène provenant de ces directions (dont la zone incendiée). Compte tenu des directions de vent et de sa localisation, le site n°5 n'a pas été influencé par de potentielles émissions provenant de la zone industrielle et des sites incendiés. D'autres sources locales sont donc à privilégier pour expliquer les valeurs observées.

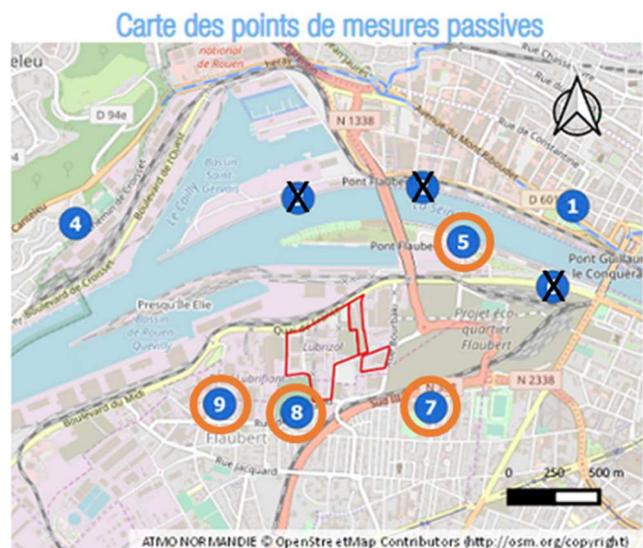
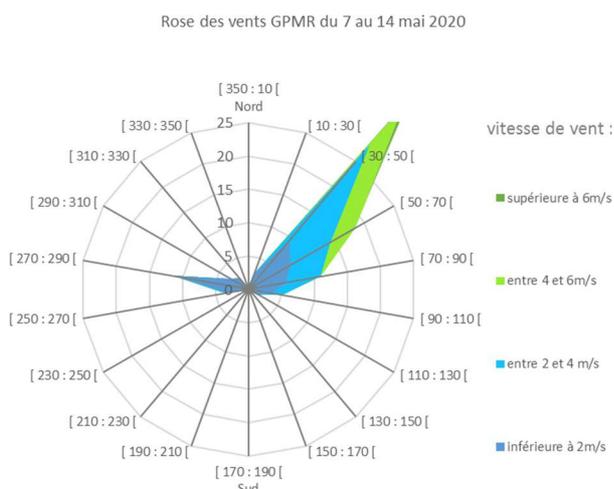


Figure 30 : Rose des vents du 7 au 14/05/20 (à gauche) et localisation des sites concernés (à droite) – source : Atmo Normandie

Distribution détaillée des résultats pour l'acide acétique

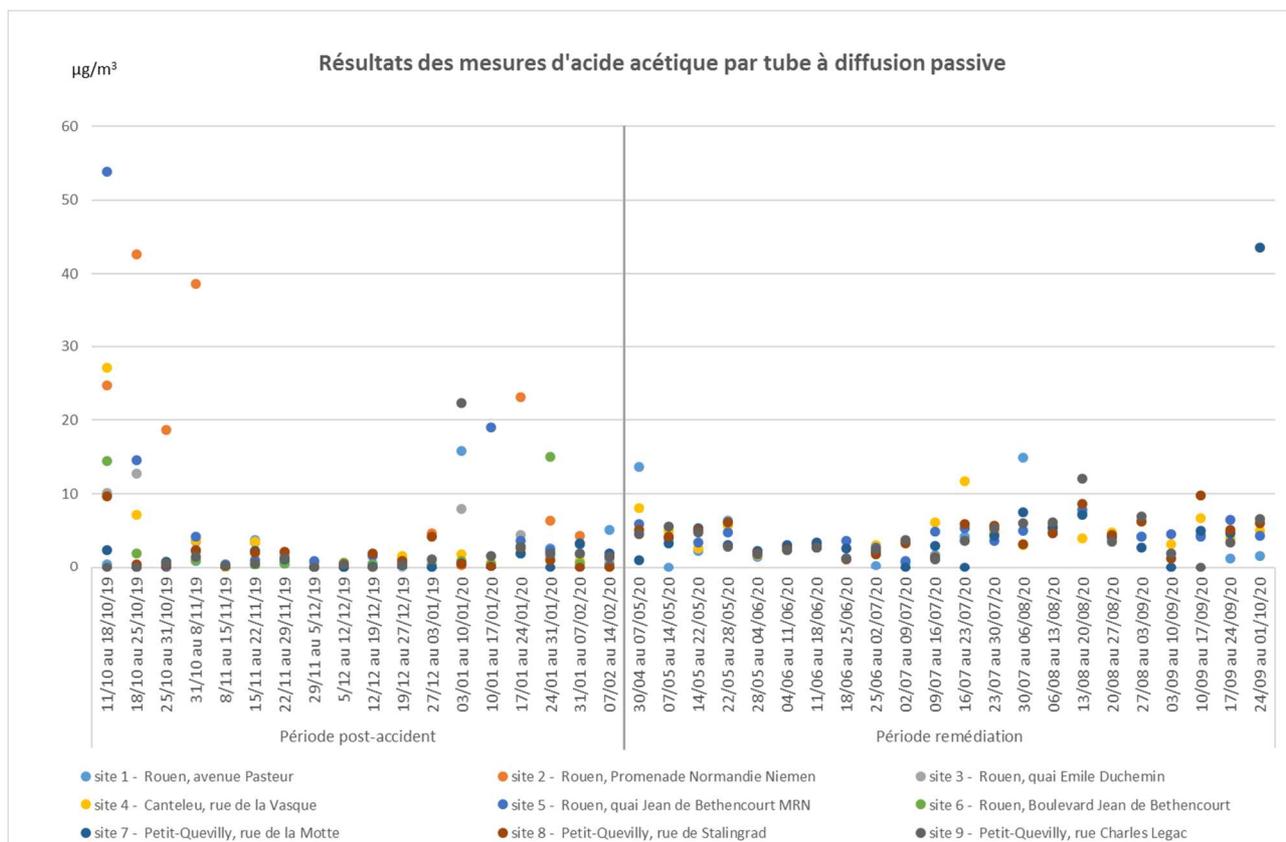


Figure 31 : Concentrations en acide acétique par campagne de mesure et par site – source : Atmo Normandie

Plusieurs campagnes (notamment du 11/10/19 au 18/10/19, du 18/10/19 au 25/10/19, du 24/09/20 au 01/10/20) présentent des valeurs plus élevées que les autres résultats.

Campagne du 11/10/19 au 18/10/19 : sites 2, 4, 5 et 6

Pendant la période, les directions de vents étaient de secteurs sud-ouest et sud-est (figure ci-dessous). Les concentrations les plus élevées ont été mesurées au niveau des points 2, 4, 5 et 6 (concentration de 53,86 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ au site n°5, valeur maximale d'acide acétique de toutes les campagnes de mesure hebdomadaires). A contrario, les points n° 3, 7, 8 et 9, présentant des valeurs plus faibles que les autres sites de mesure, ne sont pas sous les vents de la zone incendiée. Le point n°1 situé rive droite semble trop éloigné des zones d'émission. Compte tenu des directions de vent (voir carte ci-après), des émissions provenant du secteur où se trouve les zones incendiées ont pu contribuer aux concentrations mesurées au niveau des sites 2, 4, 5 et 6. En analysant les résultats par campagne de mesure, il reste néanmoins difficile de savoir si l'incendie et ses suites ont pu contribuer et dans quelles proportions aux concentrations observées, car d'autres sources sont possibles sur le secteur.

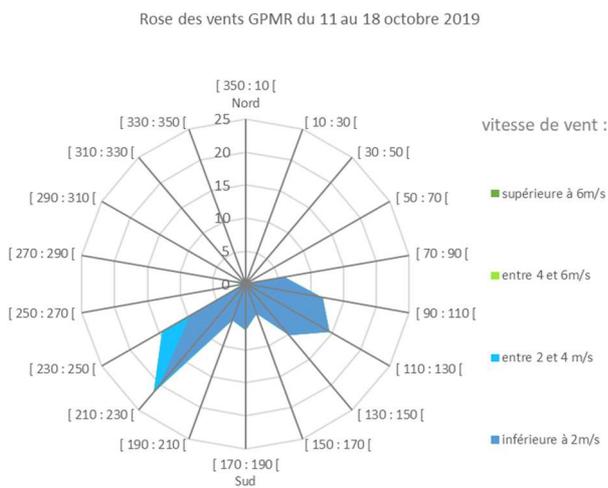


Figure 32 : Rose des vents du 11/10 au 18/10/19 (à gauche) et localisation des sites concernés (à droite) – source : Atmo Normandie

3.1.3. Sulfure d'hydrogène – H₂S

Pendant la période post-accidentelle, toutes les valeurs obtenues sont inférieures à la limite de quantification pour toutes les périodes de mesure. Durant la phase de remédiation de la zone incendiée, des campagnes de mesure présentent des résultats supérieurs aux limites de quantification. La valeur de référence sanitaire de l'H₂S est de 100 µg/m³ pour une exposition inférieure à 15 jours, durée de chaque campagne de mesure. Tous les résultats obtenus sont largement inférieurs à ce seuil sanitaire.

| Concentrations en µg/m ³ | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|-----|------|------|-----------------|------|------|-----|---------------------|---------------------|-----------|
| Période / n° du site | n°1 | n°2 | n°3 | n°4 | n°5 | n°6 | n°7 | n°8 | n°9 | LQ |
| du 28/09/19 au 04/10/19 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | à partir du 4/10 | à partir du 4/10 | 1.04 |
| du 04/10/19 au 11/10/19 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | 0.9 |
| du 11/10/19 au 18/10/19 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | 0.9 |
| du 18/10/19 au 25/10/19 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | 0.9 |
| du 25/10/19 au 8/11/2019 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | 0.5 |
| du 08/11/19 au 22/11/19 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | 0.6 à 1.0 |
| du 22/11/19 au 05/12/19 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | 0.5 |
| du 05/12/19 au 19/12/19 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | 0.45 |
| du 19/12/19 au 03/01/20 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | 0.45 |
| du 03/01/20 au 17/01/20 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | 0.46 |
| du 17/01/20 au 31/01/20 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | 0.48 |
| du 31/01/20 au 14/02/20 | 0.6 | 0.61 | 0.58 | tube disparu | 0.71 | 0.59 | 0.6 | 0.67 | 0.68 | 0.47 |

| Concentrations en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | | | | | | | | | | |
|--|------|-------------|-------------|------|------|-------------|------|------|------|------|
| du 23/04/20 au 7/05/20 | 0.45 | Site arrêté | Site arrêté | <LQ | <LQ | Site arrêté | <LQ | <LQ | <LQ | 0.43 |
| du 7/05/20 au 22/05/20 | <LQ | | | <LQ | <LQ | | <LQ | <LQ | 0.4 | 0.4 |
| du 22/05/20 au 04/06/20 | <LQ | | | <LQ | <LQ | | <LQ | <LQ | 0.43 | 0.43 |
| du 04/06/20 au 18/06/20 | 0.45 | | | <LQ | <LQ | | <LQ | <LQ | 0.49 | 0.43 |
| du 18/06/20 au 02/07/20 | 0.54 | | | <LQ | <LQ | | <LQ | 0.38 | 0.46 | 0.38 |
| du 02/07/20 au 16/07/20 | <LQ | | | <LQ | <LQ | | <LQ | 0.46 | 0.51 | 0.42 |
| du 16/07/20 au 30/07/20 | <LQ | | | <LQ | <LQ | | <LQ | <LQ | <LQ | 0.4 |
| du 30/07/20 au 13/08/20 | 0.41 | | | 0.46 | 0.39 | | 0.42 | 0.49 | 0.56 | 0.38 |
| du 13/08/20 au 27/08/20 | 0.4 | | | <LQ | 0.4 | | <LQ | <LQ | 0.44 | 0.4 |
| du 27/08/20 au 10/09/20 | <LQ | | | <LQ | <LQ | | <LQ | <LQ | 0.42 | 0.42 |
| du 10/09/20 au 24/09/20 | <LQ | | | <LQ | <LQ | | <LQ | <LQ | <LQ | 0.4 |

Tableau 9 : Résultats de la surveillance du sulfure d'hydrogène par tubes à diffusion passive (du 28/09/19 au 24/09/20) – source : Atmo Normandie

Un analyseur automatique d'H₂S a été utilisé en trois sites lors de trois campagnes différentes. Cet analyseur a permis d'évaluer les concentrations en temps réel de ce polluant pendant et après l'incendie.

| Concentration en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ | | | |
|---|---------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|
| Sites de mesures | Période | Court terme 30 minutes | Moyen terme Moyenne sur 24 heures |
| Bois Guillaume | 26 au 30 septembre 2019 | 0 – 3.2 | Pas de valeur |
| Rouen Allée Jean de Béthencourt | 30 septembre au 18 octobre 2019 | 0 – 2.45 | 0 – 0.7 |
| Rouen, entrée de la foire Saint Romain | 18 octobre au 18 novembre 2019 | 0 – 3.8 | 0 – 1.8 |

Tableau 10 : Résultats de la surveillance en continu du sulfure d'hydrogène (du 26/09 au 18/11/19) – source : Atmo Normandie

La valeur de recommandation de l'OMS relative à la santé humaine est de 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur 24 heures. Les résultats obtenus sont tous inférieurs à cette recommandation, ainsi qu'à la valeur de référence pour une exposition aigue (100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ – ATSDR, 2006).

3.1.4. Ammoniac – NH₃

| Concentrations en µg/m ³ | | | | | | | | | | |
|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Période / n° du site | n°1 | n°2 | n°3 | n°4 | n°5 | n°6 | n°7 | n°8 | n°9 | LQ |
| du 8/11/19 au 15/11/19 | 1.25 | 2.20 | 2.30 | 0.65 | 1.51 | 1.27 | 1.44 | 2.21 | 2.06 | 0.12 |
| du 15/11/19 au 22/11/19 | 1.73 | 1.37 | 5.62 | 0.88 | 1.36 | 1.23 | 1.45 | 1.58 | 1.26 | 0.12 |

Tableau 11 : Résultats de la surveillance de l'ammoniac par tubes à diffusion passive (du 8/11 au 22/11/19) – source : Atmo Normandie

Les résultats des deux campagnes de mesure d'ammoniac montrent des valeurs relativement homogènes sur l'ensemble des sites. Les valeurs de référence sanitaire de l'ammoniac sont de 500 µg/m³ pour une exposition subchronique (de 15 jours à un an) et de 5900 µg/m³ pour une exposition aiguë (< 15 jours) (source : [ANSES NH3 2017](#)). Tous les résultats obtenus sont largement inférieurs à ces seuils sanitaires.

3.1.5. Acides minéraux

Des prélèvements sur filtres sur des périodes successives de 7 jours ont été réalisés sur le site de mesure temporaire allée Jean de Béthencourt à Rouen (rive gauche) entre le 25/10 et le 21/11/19. L'analyse en laboratoire ne permet pas de différencier les acides de leurs anions. Les résultats présentés ci-dessous sont exprimés en équivalent acide, majorant ainsi les résultats spécifiques des acides.

| Site de Rouen, allée Jean de Béthencourt (résultats exprimés en équivalent acide microgrammes/m ³) | | | | | | | | | |
|--|----------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|------|--|
| Début prélèvement | 25/10/19 | 1/11/19 | 8/11/19 | 15/11/19 | 22/11/19 | 29/11/19 | 06/12/19 | LQ | min - max des concentrations hebdomadaires 2018, site Grand-Couronne |
| Fin prélèvement | 31/10/19 | 7/11/19 | 14/11/19 | 21/11/19 | 28/11/19 | 05/12/19 | 12/12/19 | | |
| Acide Bromhydrique | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | 0.20 | / |
| Acide Chlorhydrique | 0.70 | 1.57 | 0.71 | 0.34 | 0.66 | 0.76 | 2.77 | 0.06 | 0.25 – 2.51 |
| Acide Fluorhydrique | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | 0.06 | <LQ |
| Acide nitreux | 0.17 | 0.06 | 0.17 | 0.14 | 0.10 | 0.60 | 0.09 | 0.06 | / |
| Acide nitrique | 4.44 | 1.44 | 1.78 | 3.92 | 2.93 | 9.24 | 1.71 | 0.06 | 1.08 – 9.88 |
| Acide Phosphorique | 0.12 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | 0.09 | 0.11 | 0.06 | 0.02 – 0.14 |
| Acide sulfurique | 2.16 | 1.49 | 0.78 | 1.25 | 2.10 | 2.99 | 2.25 | 0.06 | 0.72 – 4.34 |

Tableau 12 : Résultats de la surveillance des acides minéraux (du 25/10 au 22/11/19) – source : Atmo Normandie

Ces valeurs sont dans la gamme des concentrations hebdomadaires mesurées sur le site de Grand-Couronne en 2018, à l'exception d'une valeur « d'acide chlorhydrique » qui se situe juste au-dessus du maximum des concentrations hebdomadaires de Grand Couronne.

Comme indiqué précédemment, pour chacun de ces acides, le résultat d'analyse est un équivalent acide qui fait la somme de l'acide et de ses anions, ici « l'acide chlorhydrique » intègre tous les chlorures (dont le chlorure de sodium qui entre dans la composition des sels marins). A titre indicatif, ces résultats ont été comparés aux valeurs

de référence sanitaire existantes pour les acides. Ces valeurs restent bien inférieures aux valeurs sanitaires de référence court terme liées à des expositions aiguës.

3.1.6. HAP

Des prélèvements sur filtres de 12 heures ont été effectués du jeudi 26 après-midi au dimanche 29 septembre.

| Site de Bois-Guillaume (résultats exprimés en nanogrammes/m ³) | | | | | | | | |
|--|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------|
| Date de début | 26/09/19 12:30 | 27/09/19 0:30 | 27/09/19 12:30 | 28/09/19 0:30 | 28/09/19 12:30 | 29/09/19 0:30 | 29/09/19 12:30 | LQ |
| Date de fin | 27/09/19 0:30 | 27/09/19 12:30 | 28/09/19 0:30 | 28/09/19 12:30 | 29/09/19 0:30 | 29/09/19 12:30 | 30/09/19 0:30 | |
| Benzo (a) anthracène | <LQ | 0.09 |
| Benzo (a) pyrène | 0.06 | 0.03 | 0.11 | 0.03 | 0.04 | 0.03 | <LQ | 0.02 |
| Benzo (b) fluoranthène | 0.06 | <LQ | 0.17 | <LQ | 0.07 | <LQ | <LQ | 0.04 |
| Benzo (g,h,i) pérylène | <LQ | <LQ | 0.31 | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | 0.23 |
| Benzo (j) fluoranthène | <LQ | 0.24 |
| Benzo (k) fluoranthène | 0.03 | <LQ | 0.07 | <LQ | 0.03 | <LQ | <LQ | 0.03 |
| Chrysène | <LQ | 0.23 |
| Dibenzo (a,h) anthracène | <LQ | 0.02 |
| Indéno (1,2,3-c,d) pyrène | <LQ | 0.23 |

Tableau 13 : Résultats de la surveillance des HAP à Bois-Guillaume (du 26/09 au 30/09/19) – source : Atmo Normandie

| Site de Saint-Saëns (résultats exprimés en nanogrammes/m ³) | | | | | | | | |
|---|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------|
| Date de début | 26/09/19 15 :32 | 27/09/19 3:32 | 27/09/19 15:32 | 28/09/19 3:32 | 28/09/19 15:32 | 29/09/19 3:32 | 29/09/19 15:32 | LQ |
| Date de fin | 27/09/19 3:32 | 27/09/19 15:32 | 28/09/19 3:32 | 28/09/19 15:32 | 29/09/19 3:32 | 29/09/19 15:32 | 30/09/19 3:32 | |
| Benzo (a) anthracène | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | 0.09 |
| Benzo (a) pyrène | <LQ | <LQ | 0.02 | 0.02 | 0.04 | <LQ | <LQ | 0.02 |
| Benzo (b) fluoranthène | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | 0.04 | <LQ | <LQ | 0.04 |
| Benzo (g,h,i) pérylène | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | 0.23 |
| Benzo (j) fluoranthène | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | 0.24 |
| Benzo (k) fluoranthène | <LQ | <LQ | <LQ | <LQ | 0.02 | <LQ | <LQ | 0.03 |

| Site de Saint-Saëns (résultats exprimés en nanogrammes/m ³) | | | | | | | | |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Chrysène | <LQ | 0.23 |
| Dibenzo (a,h) anthracène | <LQ | 0.02 |
| Indéno (1,2,3-c,d) pyrène | <LQ | 0.23 |

Tableau 14 : Résultats de la surveillance des HAP à Saint-Saëns (du 26/09 au 30/09/19) – source : Atmo Normandie

Puis, la station mobile a été rapprochée de la zone incendiée et du 1^{er} au 14 octobre, des prélèvements sur filtres de 24 heures ont été effectués sur le site de mesure temporaire allée Jean de Béthencourt à Rouen (rive gauche).

| Site de Rouen, allée Jean de Béthencourt (résultats exprimés en nanogrammes/m ³) | | | | | | | |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------|
| date de début | 01/10/2019 09:20 | 02/10/2019 09:20 | 03/10/2019 09:20 | 04/10/2019 09:20 | 05/10/2019 09:20 | 06/10/2019 09:20 | LQ |
| date de fin | 02/10/2019 09:20 | 03/10/2019 09:20 | 04/10/2019 09:20 | 05/10/2019 09:20 | 06/10/2019 09:20 | 07/10/2019 09:20 | |
| Benzo(a)anthracène | 0.04 | 0.09 | 0.07 | < LQ | < LQ | < LQ | 0.04 |
| Benzo(a)pyrène | 0.04 | 0.15 | 0.07 | 0.04 | < LQ | 0.04 | 0.04 |
| Benzo(b)fluoranthène | 0.22 | 0.18 | 0.13 | 0.09 | 0.05 | 0.05 | 0.04 |
| Benzo(e)pyrène | 0.2 | 0.13 | 0.11 | 0.09 | 0.04 | 0.05 | 0.04 |
| Benzo(g,h,i)pérylène | 0.2 | 0.16 | 0.09 | 0.07 | 0.04 | 0.05 | 0.04 |
| Benzo(j)fluoranthène | 0.11 | 0.11 | 0.07 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.04 |
| Benzo(k)fluoranthène | 0.09 | 0.09 | 0.05 | 0.04 | < LQ | < LQ | 0.04 |
| Chrysène | 0.04 | 0.15 | 0.09 | 0.04 | 0.05 | 0.07 | 0.04 |
| Dibenzo(a,h)anthracène | < LQ | 0.04 |
| Indéno(1,2,3-cd)pyrène | 0.22 | 0.16 | 0.09 | 0.07 | 0.04 | 0.05 | 0.04 |

Tableau 15 : Résultats de la surveillance des HAP à Rouen (du 01/10 au 07/10/19) – source : Atmo Normandie

| Site de Rouen, allée Jean de Béthencourt (résultats exprimés en nanogrammes/m ³) | | | | | | | | |
|--|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|------|
| date de début | 08/10/19 | 09/10/19 | 10/10/19 | 11/10/19 | 12/10/19 | 13/10/19 | 14/10/19 | LQ |
| date de fin | 0 à 24h | |
| Benzo(a)anthracène | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | < LQ | < LQ | 0.04 |
| Benzo(a)pyrène | < LQ | < LQ | 0.04 | 0.04 | < LQ | < LQ | < LQ | 0.04 |
| Benzo(b)fluoranthène | 0.04 | 0.07 | 0.07 | 0.05 | 0.07 | 0.05 | 0.04 | 0.04 |

| Site de Rouen, allée Jean de Béthencourt (résultats exprimés en nanogrammes/m ³) | | | | | | | | |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Benzo(e)pyrène | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.04 |
| Benzo(g,h,i)pérylène | 0.04 | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.04 |
| Benzo(j)fluoranthène | 0.04 | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | < LQ | 0.04 |
| Benzo(k)fluoranthène | < LQ | 0.05 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | < LQ | < LQ | 0.04 |
| Chrysène | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.05 | 0.07 | 0.05 | 0.05 | 0.04 |
| Dibenzo(a,h)anthracène | < LQ | 0.04 |
| Indeno(1,2,3-cd)pyrène | < LQ | 0.04 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.04 | < LQ | 0.04 |

Tableau 16 : Résultats de la surveillance des HAP à Rouen (du 08/10 au 14/10/19) – source : Atmo Normandie

Atmo Normandie n'a pas réalisé dans le passé de mesure de HAP sur 12h et 24h qui permettraient des comparaisons directes. Néanmoins, les valeurs observées se situent dans la gamme des données repères régionales (mesures hebdomadaires).

Cette conclusion est cependant à relativiser : bien que le site de Bois-Guillaume ait été choisi pour être dans le panache de l'incendie (témoignages visuels + prévisions météorologiques), les prélèvements n'ont commencé qu'en début d'après-midi, ils n'intègrent pas l'impact des premières heures de l'incendie.

A titre indicatif, les résultats obtenus au niveau du site de Rouen ont été comparés à des estimations de valeurs de référence sanitaire (voir annexe 5.3). Les valeurs mesurées restent bien inférieures aux valeurs de référence sanitaire.

A noter que sur l'ensemble de l'année 2019, la valeur cible pour le benzo(a)pyrène de 1ng/m³ en moyenne annuelle a été largement respectée sur les sites permanents de Saint Saëns, de Petit-Quevilly et du Havre (respectivement 0,19 ng/m³, 0,09 ng/m³ et 0,06 ng/m³) (14).

3.1.7. Autres polluants réglementés

La station permanente située à Rouen Palais de Justice (voir tableau ci-dessous) a fonctionné en continu pendant tout l'évènement et a permis le suivi des oxydes d'azote (NO et NO₂) et des particules en suspension (PM10 et PM2,5). Ces polluants réglementés sont communément surveillés par Atmo Normandie.

| Rouen Palais de Justice Du 26/09 au 30/09 | NO µg/m ³ | NO ₂ µg/m ³ | PM10 µg/m ³ | PM2,5 µg/m ³ |
|--|-------------------------|--------------------------------------|---------------------------|----------------------------|
| Moyenne | 1.043 | 11.757 | 8.683 | 4.749 |
| Maximum horaire | 15.4 | 40.2 | 18 | 8.1 |
| Date du maximum horaire | 27/09 | 27/09 | 30/09 | 26/09 |

| Rouen Palais de Justice Du 26/09 au 30/09 | NO µg/m³ | NO₂ µg/m³ | PM10 µg/m³ | PM2,5 µg/m³ |
|--|--------------------------------------|--|--|---|
| Maximum journalier | 2.2 | 15 | 10.7 | 5.6 |
| Date du maximum journalier | 27/09 | 27/09 | 27/09 | 27/09 |

Tableau 17 : Résultats de la surveillance en continu (CO, NO, NO₂, PM10) à Rouen Palais de Justice (du 26/09 au 30/09/19) – source : Atmo Normandie

Le suivi en continu pour les polluants CO, NO, NO₂, SO₂, PM10 a été aussi réalisé d'abord à Bois-Guillaume, puis Allée Jean de Béthencourt à Rouen.

| Bois Guillaume Du 26/09 au 30/09 | CO mg/m³ | NO µg/m³ | NO₂ µg/m³ | PM10 µg/m³ | SO₂ µg/m³ |
|---|--------------------------------------|--------------------------------------|--|--|--|
| Moyenne | 0.093 | 0.4 | 5.4 | 11.1 | 0.6 |
| Maximum horaire | 0.155 | 3.5 | 19.7 | 20.2 | 1.9 |
| Date du maximum horaire | 27/09 | 30/09 | 28/09 | 29/09 | 29/09 |
| Maximum journalier | 0.117 | 0.3 | 5.8 | 11.9 | 0.7 |
| Date du maximum journalier | 27/09 | 28/09 | 28/09 | 27/09 | 29/09 |

Tableau 18 : Résultats de la surveillance en continu (CO, NO, NO₂, SO₂, PM10) à Bois-Guillaume (du 26/09 au 30/09/19) – source : Atmo Normandie

| Allée Béthencourt Rouen Du 30/09 au 18/10 | CO mg/m³ | NO µg/m³ | NO₂ µg/m³ | PM10 µg/m³ | SO₂ µg/m³ |
|--|--------------------------------------|--------------------------------------|--|--|--|
| Moyenne | 0.114 | 4.6 | 19.1 | 13.9 | 1.1 |
| Maximum horaire | 0.387 | 99.4 | 62.6 | 41.1 | 4.6 |
| Date du maximum horaire | 13/10 | 03/10 | 02/10 | 04/10 | 07/10 |
| Maximum journalier | 0.195 | 20.6 | 26.5 | 20.3 | 1.8 |
| Date du maximum journalier | 03/10 | 03/10 | 03/10 | 04/10 | 05/10 |

Tableau 19 : Résultats de la surveillance en continu (CO, NO, NO₂, SO₂, PM10) à Rouen Allée Béthencourt (du 30/09 au 18/10/19) – source : Atmo Normandie

L'ensemble de ces résultats se situe dans la gamme des valeurs habituellement mesurées par Atmo Normandie (voir rubrique [Bilans](#) sur le site d'Atmo Normandie) et en-dessous des valeurs d'information du public existantes pour le NO₂ (seuil d'information et de recommandations de 200 µg/m³ en moyenne horaire et seuil d'alerte à la population de 400 µg/m³ en moyenne horaire), les PM10 (seuil d'information et de recommandations de 50 µg/m³ en moyenne 24 heures et seuil d'alerte à la population de 80 µg/m³ en moyenne 24 heures) et le SO₂ (seuil d'information et de recommandations de 300 µg/m³ en moyenne horaire et seuil d'alerte à la population de 500 µg/m³ en moyenne horaire sur 3 heures consécutives).

3.2. Retombées atmosphériques

On entend par retombées atmosphériques les dépôts secs et humides (précipitations) collectés dans des jauges et qui représentent les dépôts au sol (voir annexe 5.1.1 pour plus de détails).

3.2.1. Métaux et éléments non métalliques

Première série de mesures du 26/09 au 27/09/19

La première série de mesures a été réalisée sur un temps de prélèvement court (soit 24h du 26/09 après-midi au 27/09/19 après-midi), afin de disposer de premiers résultats très rapidement. Cependant, le temps de prélèvement étant plus court que les préconisations habituelles pour ce type de prélèvement (1 à 2 mois), les limites de quantification sont beaucoup plus importantes.

| Retombées atmosphériques ($\mu\text{g}/\text{m}^3/\text{jour}$) | Concentrations des prélèvements du 26 au 27/09/2019 | | | | | Blanc pour un prélèvement d'un jour | Limite de quantification pour un prélèvement d'un jour |
|--|---|---------------------------------------|--------|------------------------|---------------------------------|---|--|
| | Mont Saint Aignan/Bois Guillaume | Bois Guillaume Route de Neufchâtel | Préaux | Saint André sur Cailly | Rouen Place de la Pomme d'Or | | |
| Éléments métalliques | | | | | | | |
| Antimoine | < 16 | < 16 | < 16 | < 16 | < 16 | < 16 | 16 |
| Arsenic | < 16 | < 16 | < 16 | < 16 | < 16 | < 16 | 16 |
| Cadmium | < 8 | < 8 | < 8 | < 8 | < 8 | < 8 | 8 |
| Chrome | < 16 | < 16 | < 16 | < 16 | < 16 | < 16 | 16 |
| Cobalt | < 16 | < 16 | < 16 | < 16 | < 16 | < 16 | 16 |
| Cuivre | < 80 | < 80 | < 80 | < 80 | < 80 | < 80 | 80 |
| Manganèse | < 80 | < 80 | < 80 | < 80 | < 80 | < 80 | 80 |
| Nickel | < 16 | < 16 | < 16 | < 16 | < 16 | < 16 | 16 |
| Plomb | < 16 | < 16 | < 16 | < 16 | < 16 | 20 | 16 |
| Vanadium | < 16 | < 16 | < 16 | < 16 | 32 | < 16 | 16 |
| Zinc | 964 | < 482 | < 482 | < 482 | < 482 | 611 | 482 |
| Éléments non métalliques recherchés spécifiquement suite à l'incendie | | | | | | | |
| Phosphore | < 402 | < 402 | < 402 | < 402 | 603 | < 402 | 402 |
| Soufre | 2 443 | 1 575 | 2 572 | 2 186 | 2 588 | 844 | 804 |

Tableau 20 : Résultats des jauges exposées du 26 septembre (entre 14h et 16h45) au 27 septembre (entre 13h et 16h) –

source : Atmo Normandie

Sur cette première série de mesures sur 24h pour les éléments métalliques des retombées :

Les sites de Bois Guillaume Route de Neufchâtel, Préaux et Saint André sur Cailly présentent des concentrations inférieures ou égales au blanc pour tous les métaux analysés. Le site de Rouen Place de la Pomme d'Or est le seul à présenter une concentration de vanadium supérieure à la valeur du blanc. Ce composé n'apparaît pas dans la distribution des éléments présents (>0,05%) dans l'ensemble des produits impliqués dans l'incendie (voir figure 8). Le site de Mont Saint Aignan/Bois Guillaume est le seul à présenter une concentration de zinc supérieure à la valeur du blanc. Le zinc est un des éléments impliqué dans l'incendie (voir figure 8).

Pour les éléments non métalliques :

Pour le soufre, les concentrations sont hétérogènes et toutes supérieures au blanc. Pour le phosphore, seul le site de Rouen Place de la Pomme d'Or présente une concentration supérieure au blanc. Le phosphore et le soufre sont des éléments impliqués dans l'incendie (voir figure 8).

Deuxième série de mesures du 26/09 au 06/11/19

Une seconde série de mesures a été réalisée sur un secteur rapproché sur un pas de temps conforme aux préconisations (durée minimale d'un mois).

| Retombées atmosphériques (µg/m ² /jour) | Concentrations des prélèvements | | Concentrations des prélèvements du 4/10 au 6/11/19 | | | | percentile 95 régional 2009-2017 µg/m ² /jour | Médiane µg/m ² /jour | LQ µg/m ² /jour |
|--|--|--|--|---|---------------------------------|----------------------------|---|------------------------------------|-------------------------------|
| | Site 10 Sotteville du 26/09 au 6/11/19 | Site 7 GPMR site annuel Rouen, allée Jean de Béthencourt du 27/09 au 6/11/19 | Site 6 Rouen Préfecture | Site 7 bis GPMR (moyen mobile), Rouen allée Béthencourt | Site 8 Cimetière Petit Quevilly | Site 9 Rouen quai de Paris | | | |
| Éléments métalliques | | | | | | | | | |
| Antimoine | 0.42 | 3.46 | 0.69 | 0.85 | 0.67 | 1.99 | 3.2 | 0.3 | 0.01 |
| Arsenic | 0.23 | 0.71 | 0.21 | 0.19 | 0.39 | 0.30 | 1.4 | 0.2 | 0.03 |
| Cadmium | 0.13 | 0.23 | 0.12 | 0.07 | 0.09 | 0.25 | 0.4 | 0.1 | 0.03 |
| Chrome | 4.21 | 3.61 | 1.60 | 1.20 | 1.54 | 3.07 | 6.7 | 0.9 | 0.03 |
| Cobalt | 0.26 | 0.49 | 0.22 | 0.18 | 0.23 | 0.31 | 2.5 | 0.2 | 0.01 |
| Cuivre | 5.59 | 25.28 | 6.89 | 8.17 | 8.26 | 25.31 | 75.6 | 6.4 | 0.01 |
| Etain | 0.59 | 2.53 | 1.75 | 0.87 | 0.83 | 3.78 | / | / | 0.01 |
| Manganèse | 39.41 | 28.53 | 10.89 | 8.86 | 13.67 | 13.92 | 67.6 | 16.0 | 0.01 |
| Nickel | 5.11 | 3.92 | 2.17 | 1.35 | 1.97 | 2.71 | 27.7 | 2.1 | 0.01 |
| Plomb | 1.72 | 8.14 | 7.36 | 2.25 | 4.61 | 6.23 | 23.3 | 3.0 | 0.01 |
| Vanadium | 1.31 | 3.04 | 1.32 | 1.27 | 1.12 | 1.79 | 5.7 | 1.4 | 0.01 |
| Zinc | 21.0 | 90.3 | 24.6 | 24.4 | 36.1 | 48.0 | 301.1 | 39.2 | 0.1 |

| Retombées atmosphériques (µg/m ² /jour) | Concentrations des prélèvements | | Concentrations des prélèvements du 4/10 au 6/11/19 | | | | min / max 2019 µg/m ² /jour | LQ µg/m ² /jour |
|--|--|--|--|---|---------------------------------|----------------------------|---|-------------------------------|
| | Site 10 Sotteville du 26/09 au 6/11/19 | Site 7 GPMR site annuel Rouen, allée Jean de Bethencourt du 27/09 au 6/11/19 | Site 6 Rouen Préfecture | Site 7 bis GPMR (moyen mobile), Rouen allée Bethencourt | Site 8 Cimetière Petit Quevilly | Site 9 Rouen quai de Paris | | |
| Éléments non métalliques | | | | | | | | |
| Phosphore | 1003 | 214 | 136 | 71.5 | 193 | 53.0 | 3.6 / 4449 | 5 |
| Soufre | 1613 | 1515 | 1167 | 693 | 1235 | 1052 | 288 / 3932 | 5 |

Tableau 21 : Résultats des jauges exposées du 26 septembre au 6 novembre (sites 7 et 10) et du 4 octobre au 6 novembre (sites 6, 7bis, 8 et 9) – source : Atmo Normandie

Pour les éléments métalliques des retombées :

Les résultats de ces six prélèvements sont très inférieurs aux percentiles 95²¹ respectifs de chaque métal (à l'exception d'une mesure d'antimoine qui est du même ordre de grandeur que le percentile 95). Les résultats les

²¹ Percentile 95 : le 95ème percentile est la valeur telle que 95% de toutes les valeurs mesurées se situent au-dessous et 5% au-dessus. Les résultats supérieurs à ce seuil peuvent donc être considérés comme rarement observés sur la Région.

plus forts sont, pour une majorité de métaux, observés pour le site 7, situé allée de Béthencourt à Rouen (période 26/09 à 6/11) et pour le site 9, quai de Paris à Rouen, en proximité du trafic routier (période 4/10 au 6/11). Une jauge a été placée à l'écart de la zone majoritairement concernée par l'incendie pour servir de témoin, le site 10 à Sotteville-lès-Rouen. Les résultats de ce prélèvement témoin ne sont pas significativement plus faibles que les autres points de mesure. Pour certains métaux, le site n°10 présente même des valeurs plus élevées.

Pour les éléments non métalliques (phosphore et soufre) des retombées :

Atmo Normandie dispose de moins de données de référence pour ces retombées d'éléments non métalliques. Les données sont comparées aux concentrations minimales et maximales, mesurées en 2019 sur différents sites (urbains, ruraux et industriels). Les résultats de cette seconde série de prélèvements se retrouvent dans la gamme des valeurs obtenues en 2019.

3.2.2. Dioxines/furanes et PCB

Première série de mesures du 26/09 au 27/09/19

| Retombées atmosphériques | Concentrations des prélèvements du 26 au 27/09/2019 | | | | | Blanc (sur base 1j) | Limite de quantification prélèvement d'un jour |
|--|---|--|--------|------------------------------|---------------------------------------|------------------------|---|
| | Mont Saint Aignan/Bois Guillaume | Bois Guillaume/ Route de Neufchâtel | Préaux | Saint André sur Cailly | Rouen Place de la Pomme d'Or | | |
| Somme des Dioxines, Furanes (pg/m ² /jour I-TEQ) | <LQ | <LQ | 12.7 | <LQ | <LQ | 13.0 à 16.0 | 12.6 |
| Somme des PCB DL (pg/m ² /jour I-TEQ) | 7.3 | 7.3 | <LQ | <LQ | <LQ | 7.3 | 7.3 |
| Somme des PCB indicateurs (pg/m ² /jour) | 5 338 | 15 566 | <LQ | <LQ | 1 567 | 3 778 à 32 605 | 1 326 |

Tableau 22 : Résultats des jauges exposées du 26 septembre (entre 14h et 16h45) au 27 septembre (entre 13h et 16h) – source : Atmo Normandie

La première série de mesures a été réalisée sur un temps de prélèvement court (soit 24h du 26/09 après-midi au 27/09/19 après-midi), afin de disposer de premiers résultats très rapidement. Cependant, le temps de prélèvement étant plus court que les préconisations habituelles pour ce type de prélèvement (1 à 2 mois), les limites de quantification sont beaucoup plus importantes. Dans le tableau ci-dessus, une comparaison est donc réalisée avec un historique des blancs terrain obtenu par Atmo Normandie sur d'autres sites en 2018-2019. Les concentrations mesurées pour ces 3 familles de polluants sur ces 5 sites sont dans la fourchette des blancs et donc très faibles.

Deuxième série de mesures du 26/09 au 06/11/19

La seconde série de mesures a été réalisée sur une durée « classique » de mesures des retombées atmosphériques (entre 35 jours et 45 jours). Les points de prélèvement correspondent aux sites 7 à 10.

| date début de prélèvement | 27-sept.-19 | 4-oct.-19 | 4-oct.-19 | 4-oct.-19 | 26-sept.-19 | Valeurs repères régionales | | | |
|---|----------------------------------|-----------------------------|------------------|----------------------|----------------------|----------------------------|---------|---------------|---------------------|
| date fin de prélèvement | 6-nov.-19 | 6-nov.-19 | 6-nov.-19 | 6-nov.-19 | 6-nov.-19 | | | | |
| numéro site | 7 | 8 | 6 | 9 | 10 | | | | |
| nom du site | Rouen, allée Jean de Bethencourt | Cimetière de Petit-Quevilly | Rouen Préfecture | Rouen, quai de Paris | Notteville-lès-Rouen | BLANC (sur base 35 j) | médiane | percentile 95 | nombre échantillons |
| Somme des Dioxines, furanes (pg/m ² /jour I-TEQ) | 1.1 | 0.7 | 0.9 | 1.9 | 0.4 | 0.2 | 1.2 | 5.5 | 486 |
| Somme des PCB DL (pg/m ² /jour I-TEQ) | 0.15 | 0.15 | 0.38 | 0.40 | 0.04 | 0.021 à 0.03 | 0.29 | 2.36 | 23 |
| Somme des PCB indicateurs (pg/m ² /jour) | 1 797 | 1 065 | 8 321 | 3 167 | 387 | 124 à 810 | 4 406 | 33 255 | 30 |

Tableau 23 : Résultats des jauges exposées du 26 septembre au 6 novembre 2019, et du 4 octobre au 6 novembre 2019 – source : Atmo Normandie

Le site n°10 est considéré comme « témoin », car il était à l'écart de la zone incendiée et plus généralement de la zone industrielle où se trouvent des sources industrielles connues de dioxines/furanes (19). Il n'était pas non plus situé sous le panache de fumées le jour de l'incendie.

Dans le tableau, ont été ajoutées des valeurs repères régionales (valeurs accumulées entre 2009 et 2017 à proximité de sites industriels et d'incinération). Pour les dioxines et furanes, le blanc terrain correspond à celui de la campagne de mesures du 24/09/19 au 19/11/19 sur le site témoin rural de la Coulonche. Pour les PCB, le blanc terrain correspond à ceux des campagnes de mesures entre 2014 et 2019 sur la zone industrielle de Grand Couronne, zone industrielle et zone urbaine du Havre, et site témoin trafic au bord de l'A13.

Le site témoin (n°10) présente les valeurs les plus faibles. Les résultats des autres sites (pour les dioxines/furanes, PCB-DL et PCB indicateurs) se situent autour de la médiane, et toujours inférieurs aux percentiles 95.

3.3. Liens entre odeurs, perceptions et substances chimiques

3.3.1. Etude de l'impact odorant des sites Lubrizol et NL Logistique

A partir du 30/09/19, une étude du volet olfactif de l'impact de l'incendie a été conduite par le bureau d'études Osmanthe (17). Cette étude avait pour objectif de rechercher quelles relations il était possible d'établir entre les sources odorantes identifiées sur les sites et leurs projections dans l'environnement. Des analyses olfactives ont été effectuées sur des échantillons prélevés le 30/09/19 par Osmanthe sur la zone incendiée, ainsi que des canisters pour des analyses physico-chimiques (5 points de prélèvements). Les résultats ont ensuite été rapprochés :

- des signalements des habitants,
- des relevés olfactifs effectués par des nez experts sur l'agglomération rouennaise,
- des résultats d'analyses physico-chimiques effectuées par des laboratoires spécialisés, sur les échantillons prélevés sur la zone incendiée

Ils sont synthétiquement présentés ci-après.

Analyse des signalements olfactifs des habitants par Osmanthe

300 signalements ont été recensés par Atmo Normandie entre le 26 septembre et le 04 octobre mentionnant des odeurs ainsi que d'autres manifestations physiologiques (irritations, maux de tête, nausées ...). La qualification des perceptions olfactives (hors irritations et autres manifestations physiologiques) des habitants non formés à l'olfaction est exprimée d'après les principales évocations suivantes :

| Evocation | Nombre de signalements (%) |
|-------------------------|----------------------------|
| Essence/hydrocarbures | 83 |
| Solvant/chimique | 14 |
| Egout/Œuf pourri/Soufre | 9 |
| Gaz | 8 |
| Brûlé | 5 |
| Autre | 2 |

Tableau 24 : Distribution des principales évocations exprimées dans les signalements – source : Osmanthe

Analyse des relevés olfactifs effectués par les nez formés au Langage des Nez® d'Atmo Normandie

51 relevés olfactifs ont été effectués par le personnel d'Atmo Normandie entre le 26 septembre et le 4 octobre 2019 dans l'agglomération rouennaise. La qualification des perceptions olfactives est exprimée à l'aide des référents du Langage des Nez®. Le graphique ci-après présente la distribution des notes odorantes relevées.

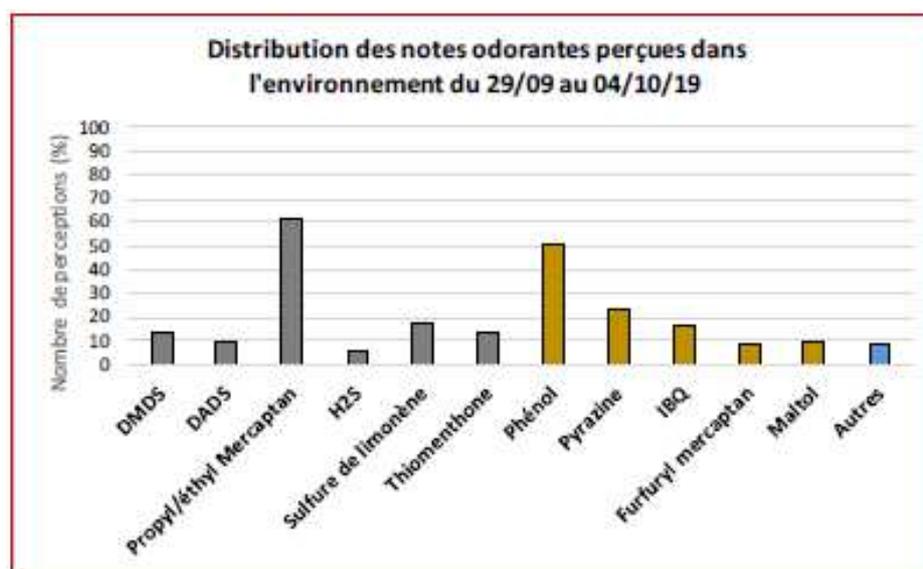


Figure 33 : Caractérisation des odorités perçues lors des relevés olfactifs dans l'agglomération rouennaise du 26/09/19 au 04/04/19 – source : Osmanthe

Analyses olfactives des échantillons par Osmanthe

Les résultats des analyses olfactives des échantillons gazeux et de produits prélevés sur les sites incendiés ont fait ressortir majoritairement les notes odorantes suivantes du Langage des Nez® : DMDS, DADS, propyl mercaptan, phénol/crésol et sulfure de limonène.

Ces différentes analyses ont permis de faire les constats suivants :

- Les signalements des habitants correspondent en majorité à des évocations de type « essence-hydrocarbures » dont l'odorité est connue pour être généralement très soufrée. L'odorité des produits répandus sur le site incendié peut tout à fait évoquer celle de carburants, en raison de la présence très significative de substances soufrées dans la composition des produits. On n'observe par ailleurs peu de signalements mentionnant des odeurs de brûlé. Ceci peut indiquer que la gêne des habitants est surtout focalisée sur les odeurs plus « industrielles », dans les jours qui ont suivi l'incendie. Mêmes perçues, les odeurs de brûlé n'ont pas fait systématiquement l'objet de signalements car pouvant être considérées par les habitants comme « normales » après un incendie.
- Le profil des notes odorantes perçues sur l'agglomération par les observateurs formés au « Langage des Nez® » est très proche de celui des analyses olfactives effectuées par Osmanthe sur les échantillons prélevés. La note soufrée propyl mercaptan est dominante, perçue dans 60% des points odorants observés. On relève également une forte proportion de la note phénol, plutôt associée aux phénomènes de combustion.

Au regard de ces éléments, cette étude olfactive a mis en évidence une bonne cohérence globale entre, d'une part, les signalements des riverains et les relevés olfactifs des nez formés d'Atmo Normandie et, d'autre part, les résultats des analyses olfactives effectuées par Osmanthe à partir des échantillons prélevés.

Parallèlement à cette étude, une veille olfactive à l'extérieur des limites des sites incendiés a été mise en place par la cellule olfaction de Lubrizol et Atmo Normandie. Les objectifs en étaient les suivants :

- Suivre au quotidien l'impact olfactif dans l'environnement proche et sur l'agglomération de Rouen des émanations odorantes générées après l'incendie,
- Préciser les signalements des habitants,
- Etablir un lien entre les opérations réalisées sur les sites et les perceptions dans l'environnement,
- Permettre l'adaptation en temps réel des actions de remédiation de Lubrizol et NL Logistique lors d'épisodes particulièrement odorants (optimisation du confinement ou report d'opérations par exemple).

Osmanthe a été sollicité dans ce contexte pour :

- Optimiser et harmoniser les protocoles permettant d'assurer un suivi efficace et objectif sous la forme d'un accompagnement bihebdomadaire des équipes de veille d'octobre à décembre 2019.
- Analyser les résultats de ces premiers mois de campagne et en dégager un bilan. L'analyse prend en compte les résultats des olfactions effectuées sur la base de la méthode du « Langage des Nez® » (1211 olfactions), discutés au regard des principaux paramètres susceptibles d'avoir impacté les perceptions

et de la gêne olfactive des riverains, exprimée par les signalements effectués sur la plate-forme ODO d'Atmo Normandie.

Ainsi, **au cours du mois d'octobre 2019**, les signalements ont pu être rapprochés des perceptions :

- Soufrées et phénolées / pyrogénées, plus importantes en début et milieu de période dont l'origine peut être attribuée :
 - Aux opérations réalisées au niveau de la darse (pompage de la nappe d'hydrocarbures et nettoyage des berges). Ces opérations ont probablement contribué à la survenue des pics de signalements, plus particulièrement lors des étapes de démarrage et d'arrêt de chantier (entre le 05 et le 09 octobre, correspondant à la fin du chantier de pompage de la nappe et au démarrage des opérations de nettoyage des berges).
 - A la fin de la combustion des points chauds sur le site de NL Logistique, associée à des perceptions phénolées / pyrogénées (contribution potentielle à la survenue des pics de signalements majoritaires du 05 au 09 octobre, parallèlement aux opérations menées au niveau de la darse).
 - Aux opérations de traitement de fûts sur le site de Lubrizol (contribution aux perceptions soufrées),
 - Aux opérations de curage d'égouts qui ont pu contribuer ponctuellement à la survenue de pics de signalements, en lien avec des perceptions soufrées et probablement phénolées / pyrogénées (15 octobre).
- Soufrées et/ou « neutralisant » : l'installation de la tente de traitement des fûts sur le site de Lubrizol (début de chantier le 21/10) qui a nécessité de déplacer des fûts et a entraîné des mouvements de matières présentes au sol, suivie d'une période d'utilisation des neutralisants, ont très certainement été à l'origine des perceptions importantes de notes soufrées et « neutralisant » observées, en particulier les 21 et 22 octobre. En outre, un incident de colmatage au niveau de la SOCREMATIC (l'unité de traitement des effluents gazeux en sortie de tente) pourrait avoir contribué à la survenue de deux pics de signalements majoritaires les 20 et 27 octobre.

Au cours du mois de novembre 2019, les perceptions des notes soufrées, « neutralisant » et plus ponctuellement phénolées/pyrogénées (non perçues fin novembre) ont été dans la majorité des cas concomitantes et perçues à des intensités équivalentes avec une contribution majoritaire :

- Des opérations de traitement de fûts, majoritaires sur cette période et l'utilisation de neutralisants, dont l'impact est potentiellement renforcé lors de la réalisation d'opérations ou événements ayant entraîné la mise à l'atmosphère de la tente : nettoyages, ouvertures prolongées, sorties de bennes, défauts d'étanchéité susceptibles d'avoir contribué à la survenue de pics de signalements importants (05, 07, 08, 12, 15, 19 et 28 novembre).
- Des opérations de pompage réalisées Quai de France à partir du 05/11, susceptibles de générer des notes odorantes principalement associées aux neutralisants, ainsi que dans une moindre mesure soufrées pourraient avoir contribué à la survenue des pics importants observés à partir du 05 novembre, en association avec des opérations de pompage ou de nettoyage réalisées à l'intérieur des sites (contributions

potentielles de ces opérations au pic majeur de signalements survenu le 19 novembre, ainsi qu'aux pics plus faibles survenus les 03 et 04 novembre).

Au cours du mois de décembre 2019, les perceptions ont été principalement associées à des notes soufrées (de faible intensité), pouvant être liées à certains des évènements/opérations suivants :

- L'installation des sas matériel et personnels les 05 et 09 décembre, qui ont entraîné des ouvertures de la tente certainement à l'origine des pics de signalements importants survenus du 07 au 09 décembre.
- Aux opérations de traitements de fûts, encore soutenues lors de cette période de fin de chantier mais avec une nette diminution du risque de mise à l'atmosphère (présence des sas).
- Aux opérations de nettoyage, notamment au niveau de la tente, pouvant être associées à de petits pics de signalements (14 et 19 décembre).
- A des opérations de sorties de bennes ou d'ouvertures de la tente (mais d'impact plus faible étant donné la présence des sas), ayant pu contribuer aux signalements survenus les 11, 20 et 27 décembre.

Indépendamment des opérations, la contribution aux perceptions olfactives des émissions surfaciques issues des zones impactées en attente de remédiation a pu être significative, en particulier concernant les notes odorantes soufrées. Par ailleurs, la note acide butyrique, probablement liée à des dégradations de matières organiques (gomme arabique stockée sur le site de NL Logistique) a également été observée lors de certaines tournées olfactives. Cependant, la faible perception de ces notes odorantes dans l'environnement des sites indique une portée plutôt faible et donc une contribution probablement mineure aux signalements observés.

Zoom sur les perceptions de « neutralisant »

Relevées dans l'environnement à partir de la mi-octobre, ces perceptions sont principalement dues à l'utilisation des produits pour le traitement des odeurs, par brumisation et sous forme de gel broyé, en périphérie des zones incendiées des sites de Lubrizol et NL Logistique ainsi qu'au niveau de la tente et de la SOCREMATIC. La plupart des pics de signalements survenus concomitamment à des perceptions de neutralisant dans l'environnement ont été observés lors de l'utilisation de ces produits sur les sites ou à l'intérieur de la tente. Une diminution des intensités maximales des notes odorantes associées a été observée dès l'arrêt de l'utilisation de neutralisants dans les dispositifs de brumisation des sites (à partir du 20/11, quelques utilisations ponctuelles ayant été réalisées au-delà de cette date : sur la tente, du 27 au 29 novembre et le 1er décembre ainsi que sur les sites, les 1er, 09 décembre et du 16 au 19 décembre).

3.3.2. Rapprochement avec les analyses physico-chimiques des prélèvements sur les sites incendiés

Le « Langage des Nez® » (voir annexe 5.1.3 pour une brève description de la méthode) autorise certaines interprétations sur la base des référents odorants supportés par des molécules chimiquement définies. Cependant, le rapprochement de l'analyse olfactive des échantillons avec les analyses physico-chimiques des prélèvements par canisters, réalisés sur les sites industriels par Osmanthe, a été abordé par Osmanthe de manière globale, pour les raisons suivantes :

- Pour une grande partie des composés analysés, on ne dispose pas de caractérisation olfactive précise utilisant une méthode telle que le Langage des Nez®,
- Les conditions de prélèvements, de conservation des échantillons et les limites de quantification des appareils de mesure ne permettent de garantir une exhaustivité des substances chimiques identifiées.

Osmanthe indique que les analyses physico-chimiques des canisters prélevés sur site ont mis en évidence la présence de 8 composés soufrés, dont certains pourraient potentiellement être responsables des odeurs soufrées perçues sur le site. Les composés de type butyl mercaptan, sulfures et disulfures sont notamment susceptibles de présenter des odeurs proches de celles des référents odorants DMDS, DADS, propyl mercaptan du Langage des Nez®. L'odorité du CS₂ n'est pas connue mais le potentiel irritant de ce composé est très probable.

Les autres composés identifiés sont principalement des hydrocarbures aromatiques, polyaromatiques et linéaires, ainsi que des furannes. Ceci pourrait correspondre aux notes phénolées et alkyl perçues lors de l'olfaction de certains échantillons gazeux.

3.3.3. Analyses d'échantillons d'air lors d'épisodes d'odeurs

Les résultats de l'étude olfactive d'Osmanthe ont permis d'identifier des composés ou des groupes de composés chimiques susceptibles d'avoir un impact odorant et d'alimenter la liste des substances à rechercher dans l'environnement (cf. paragraphe 3.3.2).

Des prélèvements par canisters ont été réalisés les 27/09, 5, 7, 10/10 certains lors de tournées olfactives, afin de tenter d'établir une relation entre les composés mesurés dans l'environnement et les notes odorantes perçues lors des tournées olfactives. Compte tenu des limites énoncées au paragraphe 2.8, les rapprochements entre notes odorantes et substances chimiques n'ont été effectués que sur la base de groupes de substances chimiques.

Analyse des canisters et de la tournée olfactive du 27/09/19

La tournée olfactive réalisée par Atmo Normandie le 27 septembre après-midi a permis de rechercher les notes odorantes susceptibles d'être perçues dans l'environnement, sur la base du Langage des Nez® (voir tableau ci-dessous). Il est important de rappeler que cette méthode ne renseigne pas directement sur la composition chimique de l'air (nature et concentration des polluants).

| Rue | Date | Heure | Référent odorant du Langage des Nez® |
|---------------------------|---------|-------|--|
| Place Pomme d'Or | 27-sept | 13:40 | Propyl mercaptan |
| Rue Lecanuet | 27-sept | 13:46 | Phénol Acétyl pyrazine |
| Place de la Madelaine | 27-sept | 13:50 | Propyl mercaptan |
| Rue du Pré de la Bataille | 27-sept | 13:52 | Propyl mercaptan Phénol Pyrazine |
| Lapeyre / N1338 | 27-sept | 13:57 | Phénol Benzothiazole |

| Rue | Date | Heure | Référent odorant du Langage des Nez® |
|--|---------|-------|--|
| | | | Pyrazine |
| Pont Flaubert/Quai Rive droite | 27-sept | 14:05 | Phénol Pyrazine Isopropyl methoxypyrazine |
| France 3 (Promenade Normandie-Niemen) | 27-sept | 14:20 | Phénol Pyrazine Isopropyl methoxypyrazine H ₂ S |
| Quai Ferdinand Lesseps/Vauban | 27-sept | 14:32 | Chlore Disulfure de diallyle (DADS) Disulfure de diméthyle (DMDS) |
| Quai de Boisguilbert /face Au bureau) | 27-sept | 14:34 | Benzothiazole Propyl mercaptan Disulfure de diallyle (DADS) Sulfure de limonène |
| Avenue Pasteur/Fac de droit/golden gate 27 septembre | 27-sept | 14:36 | Benzothiazole Propyl mercaptan Sulfure de limonène |
| Rue du Contrat Social | 27-sept | 14:44 | Propyl mercaptan Disulfure de diallyle (DADS) Sulfure de limonène |
| Ongle Pont Guillaume/Bd Jean de Béthencourt | 27-sept | 14:46 | Scatol H ₂ S |
| Bd Jean de Béthencourt / Accès Senalia | 27-sept | 14:52 | Phénol Pyrazine H ₂ S |
| Bd Jean de Béthencourt 106 | 27-sept | 15:06 | Disulfure de diméthyle (DMDS) Disulfure de diallyle (DADS) Propyl mercaptan H ₂ S Sulfure de limonène |
| Bd des Belges | 27-sept | 20:00 | Propyl mercaptan Acide acétique |
| Pont Guillaume le Conquérant | 27-sept | 20:05 | Coumarine |

Tableau 25 : Bilan de la tournée olfactive du 27/09/19 réalisée par les nez experts d'Atmo Normandie – source : Atmo Normandie

Lors de cette tournée olfactive, deux canisters ont été prélevés par Atmo Normandie au niveau de France 3 rive droite et des accès de Sénalia rive gauche, puis analysés par le laboratoire Tera Environnement²². Le tableau ci-dessous est une compilation des résultats de ces deux canisters.

Dans le tableau ci-après, sont aussi indiqués les limites de quantification (LQ) des composés, ainsi qu'un ordre de grandeur des limites de détection olfactive²³. Afin de faciliter les comparaisons, **les résultats sont exprimés en ppb** (partie par milliard).

²² A noter que le même jour, 5 sacs Tedlar et 4 autres canisters ont été prélevés respectivement par Atmo Normandie et le SDIS 76, et analysés par l'INERIS. Les résultats n'ont pas révélé de composés soufrés et n'ont montré la présence que de quelques alcanes non identifiables par le laboratoire, les limites de quantification des analyses étant très probablement trop élevées (10 µg/m³) pour répondre à cet objectif.

²³ Les limites olfactives recensées dans la littérature restent des ordres de grandeurs, parfois avec une variabilité importante.

| Liste des composés chimiques | | Prélèvements du 27/09/19 (valeurs en ppb) | | | |
|---|-----------------------|--|---------------|--------------------------|--|
| Composé soufrés | N°CAS | France 3 | Accès Sénalia | Limite de quantification | Limite olfactive (ppb) |
| Méthanethiol (méthylmercaptan) | 74-93-1 | < LQ | < LQ | 0.63 | 0.07 ²⁴ à 1.6 ²⁵ |
| Ethanethiol (éthylmercaptan) | 75-08-1 | < LQ | < LQ | 0.48 | 0.5 à 0.7 |
| 1-propanethiol (1-propylmercaptan) | 107-03-9 | < LQ | < LQ | 0.39 | 0.1 à 1 ²⁶ |
| 2-propanethiol (isopropylmercaptan) | 75-33-2 | < LQ | < LQ | 0.39 | |
| 1-butanethiol (butylmercaptan) | 109-79-5 | < LQ | < LQ | 0.33 | 0.1 ²⁷ |
| 2-butanethiol | 513-53-1 | < LQ | < LQ | 0.33 | 0.03 ²⁸ |
| 2-méthyl 2-propanethiol (tert-butylmercaptan) | 75-66-1 | < LQ | < LQ | 0.33 | 0.03 à 0.08 ²⁹ |
| Diméthylsulfure (DMS) | 75-18-3 | < LQ | < LQ | 0.24 | 1 ³⁰ |
| Diméthyldisulfure (DMDS) | 624-92-0 | < LQ | < LQ | 0.32 | 0.78 ³¹ |
| Disulfure de carbone | 75-15-0 | < LQ | < LQ | 0.39 | 100 ³² |
| Di-tert-butyl disulfure | 110-06-5 | 0.43 | 3.55 | 0.13 | 1.8 ³³ |
| Diméthyltrisulfure (DMTS) | 3658-80-8 | < LQ | < LQ | 0.19 | |
| Thiophène | 110-02-1 | < LQ | < LQ | 0.29 | 0.56 ³⁴ |
| Tétrahydrothiophène | 110-01-0 | < LQ | 2.29 | 0.27 | 0.6 ³⁵ à 1 ³⁶ |
| Benzothiazole | 95-16-9 | < LQ | < LQ | 0.18 | |
| p-menthène-8-thiol ("Sulfure de Limonène") | 71159-90-5 | < LQ | < LQ | 0.14 | |
| bis(2-méthylpropyl) disulfure | 1518-72-5 | < LQ | 2.03 | 0.13 | |
| bis(1,1-diméthyléthyl) trisulfure | 4253-90-1 | < LQ | 9.86 | 0.11 | |
| Composés aromatiques³⁷ | | | | | |
| Benzène | 71-43-2 | < LQ | 3.09 | 0.31 | 4680 |
| Toluène | 108-88-3 | 1.18 | 2.96 | 0.26 | 2500 |
| Ethylbenzène | 100-41-4 | 0.58 | 1.37 | 0.23 | 2300 |
| m+p-xylène | 108-38-3/ 106-42-3 | 0.85 | 1.73 | 0.23 | 70 |
| o-xylène | 95-47-6 | 0.35 | 0.64 | 0.23 | 70 |
| Alcanes / cycloalcanes³⁸ | | | | | |
| n-hexane | 110-54-3 | < LQ | 1.98 | 0.28 | 80000 |
| n-octane | 111-65-9 | < LQ | 0.36 | 0.21 | 48000 |
| n-nonane | 111-84-2 | < LQ | 0.31 | 0.19 | 47000 |
| Terpènes | | | | | |
| alpha pinène | 80-56-8 | 0.30 | 0.52 | 0.18 | |

Tableau 26 : Résultats des canisters prélevés le 27/09/19 et comparaison avec les limites de quantification et de détection olfactive – source : Atmo Normandie

²⁴ https://www.chemicalbook.com/ProductChemicalPropertiesCB7106671_EN.htm

²⁵ https://www.scalair.nc/images/phocadownload2/generalite/Seuils%20olfactifs_INRS.pdf

²⁶ <https://hpcchemicals.oecd.org/ui/handler.axd?id=b4cf3a54-5223-4d5c-acf8-7de28a112f81>

²⁷ https://www.scalair.nc/images/phocadownload2/generalite/Seuils%20olfactifs_INRS.pdf

²⁸ https://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_EN_cb8429566.htm

²⁹ <https://hpcchemicals.oecd.org/ui/handler.axd?id=b4cf3a54-5223-4d5c-acf8-7de28a112f81>

³⁰ https://www.scalair.nc/images/phocadownload2/generalite/Seuils%20olfactifs_INRS.pdf

³¹ https://www.scalair.nc/images/phocadownload2/generalite/Seuils%20olfactifs_INRS.pdf

³² https://www.scalair.nc/images/phocadownload2/generalite/Seuils%20olfactifs_INRS.pdf

³³ https://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_EN_cb6269814.htm

³⁴ https://www.chemicalbook.com/ChemicalProductProperty_EN_CB5852798.htm

³⁵ https://www.chemicalbook.com/ProductChemicalPropertiesCB9402977_EN.htm

³⁶ <https://www.arkema.com/export/shared/.content/media/downloads/socialresponsability/safety-summuries/Thiochemicals-Tetrahydrothiophene-GPS-2014-01-31-V0.pdf>

³⁷ <http://www.atmonormandie.fr/Publications/Publications-telechargeables/Matrice-d-instruction-12-aout-2014>

³⁸ <http://www.atmonormandie.fr/Publications/Publications-telechargeables/Matrice-d-instruction-12-aout-2014>

Composés soufrés

La tournée olfactive effectuée par les nez d'Atmo Normandie a mis en évidence notamment des notes soufrées parmi lesquelles H₂S, DADS, DMDS, propyl mercaptan et sulfure de limonène du Langage des Nez®.

Tout d'abord, concernant les composés soufrés qui peuvent être analysés chimiquement au laboratoire, on constate dans le tableau ci-dessus que **les limites de quantification sont très proches des seuils de détection olfactive disponibles dans la littérature, voire potentiellement au-dessus. Cela signifie que les composés soufrés peuvent être détectables par le nez humain dans l'environnement, donc par les habitants et les nez experts, alors que l'analyse des échantillons révèle des concentrations inférieures à la LQ (non quantifié).**

Cependant, quatre composés soufrés ont pu être quantifiés par Tera dans les analyses dont deux disulfures, un trisulfure et le THT³⁹ (voir tableau 23). A noter que ces quatre composés ont été détectés dans certains échantillons prélevés sur les sites incendiés (voir annexe 5.2.1). Pour deux de ces composés, les concentrations se situent juste au-dessus des limites de détection olfactive de la bibliographie. Pour les deux autres composés, aucune limite de détection olfactive n'a été trouvée dans la littérature. L'odeur du THT est connue car il est utilisé pour l'odorisation du gaz naturel. Dans son étude, Osmanthe avait indiqué par ailleurs que les composés de type disulfure peuvent se rapprocher des notes propyl mercaptan, DADS et DMDS du Langage des Nez®.

Ainsi, ces quatre composés détectés dans les analyses ont pu contribuer aux évocations rapportées par les habitants (odeurs de type « hydrocarbure », « gaz » ou « soufré »).

Nota : le laboratoire Tera ne peut pas analyser le composé H₂S, mais une note odorante de type H₂S a été sentie lors de la tournée. Les analyses par l'INERIS des sacs Tedlar et des canisters prélevés le même jour ont montré des concentrations inférieures à la limite de quantification de 10µg/m³. Il est possible que la note odorante H₂S ait comme origine d'autres composés soufrés.

Composés aromatiques et alcanes

A l'inverse des composés soufrés les composés aromatiques et les alcanes ont des seuils de détection olfactive beaucoup plus élevés que les limites de quantification. Dans la gamme de concentrations mesurées, les composés quantifiés seraient peu susceptibles de contribuer aux odeurs perçues (ceci serait notamment valable pour les deux composés majoritaires : le benzène et le toluène).

Analyse du canister du 5 octobre 2019

Le canister prélevé le 5 octobre dans l'environnement et analysé par Tera a mis en évidence la présence des composés soufrés de type sulfure et disulfure. Comme exposé précédemment, les composés de type sulfure et disulfure peuvent présenter des odorités respectivement proches des notes DMDS, DADS et du propyl mercaptan du Langage des Nez®. Cependant, aucune tournée olfactive n'a été réalisée ce jour-là pour confirmer la présence de ces notes odorantes.

³⁹ THT : TetraHydroThiophene

Analyse des canisters des 7 et 10 octobre 2019

L'analyse des canisters prélevés dans l'environnement les 7 et 10 octobre a été confiée à l'IMT Lille Douai. Une chaîne d'analyse des composés soufrés a spécialement été mise en place par ce laboratoire à cette occasion. Elle permet d'atteindre des limites de quantification très basses se rapprochant des limites de détection olfactive (LQ qui est à 0.01 µg/m³ pour ce laboratoire spécialisé dans l'analyse des composés soufrés). Les analyses de l'IMT n'ont pas mis en évidence la présence de composés soufrés.

Cependant, lors de la tournée olfactive du 7 octobre, les notes odorantes détectées au moment du prélèvement dans le canister par les nez experts étaient du type phénolées / pyrogénées et non soufrées, alors que des notes de type propyl mercaptan et sulfure de limonène ont été identifiées à d'autres moments de la tournée. Cette expérience montre qu'à la contrainte des limites de quantification suffisamment basses, se rajoute la difficulté de réaliser le prélèvement dans le panache odorant du fait de son caractère fugace. En effet, la durée de perception d'un panache odorant peut être très courte (quelques secondes).

Aucune tournée olfactive n'a été réalisée le 10 octobre 2019.

4. Conclusion et perspectives

Atmo Normandie est agréée par le Ministère en charge de l'Ecologie pour la surveillance de la pollution chronique (et non pas accidentelle). Le dispositif de surveillance est dimensionné en premier lieu pour le suivi des polluants encadrés par les directives européennes. Néanmoins, Atmo Normandie a fait évoluer ses statuts en 2016, suite à l'incident Lubrizol 2013, pour intégrer dans son objet une mission d'assistance aux autorités en cas de pollution accidentelle, sous réserve de ses moyens. Ainsi, le dispositif mis en place par Atmo Normandie a aidé à documenter l'événement dès les premières heures, grâce à la convention avec le SDIS 76, et aussi son réseau fixe en place pour le suivi de la pollution chronique, complété au fil des heures, puis des jours par un dispositif complémentaire. Une partie de ces moyens de mesure est restée en place pendant plusieurs mois, pour le suivi post-accidentel, jusqu'à la fin du chantier de remédiation. Le suivi réalisé par Atmo Normandie a été ciblé sur son cœur de métier, à savoir la qualité de l'air et les odeurs, en lien pour ce dernier point avec les citoyens, et en complément des autres suivis réalisés par de nombreux organismes sollicités, des citoyens et chercheurs.

Atmo Normandie a effectué sur la période du 26/09/2019 au 01/10/2020 : 615 prélèvements d'air (gaz et particules) ou de retombées atmosphériques (pluies et dépôts secs), suivi les résultats de 4 stations permanentes équipées d'appareils de mesure automatique (24h/24), mis en place et exploité les résultats de 3 stations complémentaires (mesures 24h/24), recueilli et exploité 6124 signalements citoyens (odeurs et symptômes santé déclarés), réalisé 32 tournées olfactives, fait appel à 7 laboratoires d'analyse (Atmo Auvergne-Rhône-Alpes (Lyon, 69), IMT Lille-Douai (Douai, 59), INERIS (Verneuil en Halatte, 60), TERA Environnement (Grenoble, 38), Alpa Chimies Micropolluants (Rouen, 76), Laboratoire Interrégional de Chimie de SynAirGIE (Schiltigheim, 67) et CARSO (Vénissieux, 69)). 29 personnes sur 34 d'Atmo Normandie ont participé au suivi de l'incendie et du chantier de dépollution, ce qui a représenté 483 jours sur la période.

Il faut rappeler que le présent rapport ne porte que sur les substances qui ont pu être prélevées et analysées avec les moyens dont disposaient Atmo Normandie et les laboratoires sollicités au moment de l'évènement. Par ailleurs, certains dispositifs de mesure ont été installés durant l'après-midi du 26 septembre 2019, du fait des contraintes techniques liées au déploiement de ce matériel, ce qui ne permet pas une extrapolation des résultats et de leur interprétation sur les premières heures de l'incendie.

Les résultats obtenus dans l'environnement par Atmo Normandie, dans les conditions décrites dans le présent rapport, ne dépassent pas les valeurs de référence sanitaire fournies par l'ARS Normandie (à l'exception d'une valeur ponctuelle égale à la VRS pour le dioxyde de soufre le jour de l'incendie). On rappelle que ces VRS n'existent pas pour tous les polluants. Par ailleurs, certains polluants présentent des résultats au-dessus des valeurs repères régionales. Douze composés présentent des valeurs maximales plus de 2 fois supérieures aux 7 sites régionaux de référence en proximité industrielle sur la période du 10/10/19 au 31/10/19. Une analyse plus fine a été réalisée pour deux de ces composés, le toluène et l'acide acétique, qui ressortaient particulièrement. En analysant les résultats par campagne de mesure, il s'est avéré difficile de savoir si l'incendie et ses suites ont pu contribuer et dans quelles proportions aux concentrations observées. En effet, d'autres sources industrielles existent sur le secteur. Des campagnes de mesure complémentaires dans la zone industrielle de Rouen permettraient de mieux caractériser cet environnement.

L'impact odorant a été caractérisé par deux approches : les signalements des habitants et les analyses sensorielles qui ont montré trois types d'odeurs, dont les intensités ont varié dans le temps. Plus de 6000 signalements d'odeurs émis sur un an par les habitants de la Métropole de Rouen ont été enregistrés par Atmo Normandie, dont 52% faisaient état d'au moins un symptôme santé. Les symptômes les plus couramment cités sont : maux de tête, nausées et picotements/irritations. Les nez formés au Langage des Nez® ont mis en évidence une prédominance des caractères odorants soufrés et, dans une moindre mesure, de notes phénolées / pyrogénées (de type brûlé). Les notes alkyls, en lien avec les produits stockés sur le site de Lubrizol, ont été perçues au moment de l'incendie. Les notes aromatiques, en lien avec les neutralisants/masquants, ont été davantage perçues après l'incendie principalement du fait de l'utilisation importante de produits neutralisant / masquant par les deux exploitants. Pendant la phase de remédiation, les notes soufrées ont cependant prédominé lors des tournées olfactives.

La question de savoir quels composés chimiques sont à l'origine des odeurs a été appréhendée, avec toutes les réserves liées au manque de connaissances et à la disponibilité de données expérimentales sur la caractérisation des composés mesurés (ou non mesurés) relativement à un référentiel olfactif. En effet, les limites de quantification actuelles des composés soufrés par les laboratoires sont très proches voire supérieures aux limites de détection olfactive. Les composés soufrés présents dans les analyses de certains prélèvements ont sans doute contribué aux témoignages d'habitants décrivant des odeurs de type « hydrocarbures », « gaz » ou « soufré ».

Les données produites et recueillies (mesures dans l'environnement et signalements olfactifs) par Atmo Normandie sont téléchargeables sur le site internet (www.atmonormandie.fr) et ont été mises à disposition des

autorités, industriels concernés et organismes poursuivant l'analyse de cet évènement et de ses conséquences : Santé Publique France, INERIS, le bureau d'études chargé de l'évaluation quantitative des risques sanitaires liés à l'incendie et les membres du consortium universitaire du projet de recherche COP HERL⁴⁰ (« COnséquences Potentielles pour l'Homme et l'Environnement, perception et RésiLience »).

En terme de perspectives, plusieurs actions sont en cours ou à l'étude au sein d'Atmo Normandie et en complémentarité avec d'autres acteurs, et dont certains font l'objet de partenariats de recherche :

- Augmentation du nombre de canisters à disposition du SDIS76 et des industriels du Havre, Port Jérôme et de l'Eure (conventions signées),
- Mise au point de canisters à ouverture déclenchable à distance pour installation dans 10 stations d'Atmo Normandie sur l'estuaire de la Seine,
- Test de prélèvement avec un drone en vol équipé d'un canister sur le centre de formation de Tourville la Rivière du SDIS76 (le 6 novembre 2020) en partenariat avec Normandie AeroEspace, l'INERIS et la société ABOT,
- Echanges d'expériences avec le réseau des AASQA et réflexions sur la mutualisation des moyens d'analyse et de compétence,
- Recherches en vue d'accroître le spectre des prélèvements de façon à couvrir d'autres composés, en particulier sur les composés typiques des incendies et pour accélérer le délai de restitution des analyses.
- Déploiement d'un outil de modélisation numérique pour guider les choix d'implantation des dispositifs de surveillance complémentaires lors d'un événement et faciliter l'interprétation des résultats en terme de représentativité des prélèvements,
- Documentation des concentrations d'un grand nombre d'espèces chimiques (non réglementées dans l'air ambiant) hors situation d'accident afin de disposer de valeurs repères pour faciliter l'interprétation des résultats.

⁴⁰ Ce projet pluridisciplinaire rassemble 22 laboratoires, vise à caractériser l'incendie et ses conséquences potentielles sur l'environnement et l'Homme, et à apporter des réponses sur la perception des risques, la gestion de crise et la résilience du territoire.

5. Bibliographie

- ✓ (1) : Instruction gouvernementale du 12 août 2014 relative à la gestion des situations incidentelles ou accidentelles impliquant des installations classées pour la protection de l'environnement
http://circulaire.legifrance.gouv.fr/pdf/2014/08/cir_38639.pdf
- ✓ (2) : Rapport relatif à l'expérimentation menée par Air Normand, Air PACA et ATMO Auvergne-Rhône-Alpes dans le cadre de l'instruction du 12 août 2014, 2016
- ✓ (3) : Convention de partenariat pour le prélèvement et l'analyse d'échantillons d'air ambiant lors de situations incidentelles ou accidentelles entre Atmo Normandie et Le Service Opérationnel Départemental d'Incendie et de Secours de Seine Maritime, 29 septembre 2017.
- ✓ (4) : Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air en Normandie 2017-2021, mai 2017 -
<http://www.atmonormandie.fr/Publications/Publications-telechargeables/Programmes-de-surveillance-Bilans>
- ✓ (5) : toutes les données relatives aux produits chimiques présents sur les lieux de l'incendie sont disponibles sur le site du gouvernement <https://www.gouvernement.fr/rouen-analyses-resultats>
Ou sur le site de la Préfecture : <http://www.seine-maritime.gouv.fr/Actualites/Lubrizol/Chronologie-des-publications/Mise-a-jour-Incendie-au-sein-de-l-entreprise-Lubrizol>
- ✓ (6) : Analyse de l'INERIS suite à la saisine du 2 octobre 2019 sur la gestion post-accidentelle de l'incendie sur l'usine Lubrizol à Rouen
https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/191004%20Reponse%20Ineris%20saisine%20DRC-19-200506-07144A_saisine.pdf
- ✓ (7) : Note d'information n° DGS/EA1/DGPR/2014/307 du 31 octobre 2014 relative aux modalités de sélection des substances chimiques et de choix des valeurs toxicologiques de référence pour mener les évaluations des risques sanitaires dans le cadre des études d'impact et de la gestion des sites et sols pollués.
http://circulaires.legifrance.gouv.fr/pdf/2014/11/cir_38905.pdf
- ✓ (8) : Campagne nationale Logements - Etat de la qualité de l'air dans les logements français - OQAI, 2006.
https://www.cancer-environnement.fr/Portals/0/Documents%20PDF/Rapport/OQAI/2006_campagne%20logements_oqai.PDF
- ✓ (9) : Incendie de l'usine de Lubrizol - Surveillance du recours à la médecine d'urgence - Bulletin du 10/10/2019 (données au 09 octobre), Santé Publique France – 10 octobre 2019.
<https://www.santepubliquefrance.fr/regions/hauts-de-france/documents/bulletin-regional/2019/surveillance-des-recours-a-la-medecine-d-urgence-incendie-lubrizol.-point-au-10-octobre-2019>
- ✓ (10) : Gazette des Nez n°65 – Numéro spécial incendie Lubrizol / NL Logistique – juin 2020.
http://www.atmonormandie.fr/dyn/cgi/download_file.php?action=DOWNLOAD_FILE_PUBLICATION&object_id=5593&name=Gazette%20des%20Nez%20n%C2%B065&file=var/fre/storage/original/applicat

[ion/d5ebf4d381b9f592e9f6146bee7cdced.pdf](#)

- ✓ (11) : Etude olfactive des émissions des sites Lubrizol et Normandie Logistique à Rouen à la suite de l'incendie du 26/9/2019 – Osmanthe – octobre 2019.
- ✓ (12) : Campagne de veille olfactive dans l'environnement des sites de Lubrizol et NL Logistique et dans l'agglomération de Rouen à la suite de l'incendie du 26/9/2019 - Rapport de veille - Période : 03/10/2019 31/12/2019 – Osmanthe – mai 2020.
- ✓ (13) : Bilan 2019 Atmo Normandie
- ✓ (14) : Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) - Choix de valeur toxicologique de référence – INERIS - DRC-20-180728-00256A – mai 2019.
- ✓ (15) : Surveillance de la qualité de l'air durant les travaux de diagnostic préalables à la réhabilitation d'un ancien site industriel – Atmo Normandie – 8 avril 2020.
- ✓ (16) : Surveillance des recours à la médecine d'urgence - Incendie Lubrizol - Agglomération de Rouen - Bulletin du 03/10/2019 (données au 02 octobre) – Santé publique France – 3 octobre 2019.
- ✓ (17) : Incendie de l'usine de Lubrizol - Surveillance du recours à la médecine d'urgence - Bulletin du 10/10/2019 (données au 09 octobre) – Santé Publique France – 10 octobre 2019.
- ✓ (18) : Air Quality Guidelines for Europe – World Health Organization Regional Office for Europe, Copenhagen – WHO Regional Publications, European Series, No. 91 – 2000.
- ✓ (19) : Synthèse des résultats de retombées atmosphériques autour des incinérateurs de la « zone industrielle de Rouen » 2018-2019 – Atmo Normandie – 9 février 2021.

6. Liste des figures

| | |
|--|----|
| Figure 1 : Canister (6L)..... | 11 |
| Figure 2 : Participation d'Atmo Normandie dans le cycle des mesures et prélèvements..... | 13 |
| Figure 3 : photo de l'incendie - Source : Atmo Normandie..... | 14 |
| Figure 4 : Suivi du panache de l'incendie Lubrizol et NL Logistique à travers des témoignages photographiques 26/09/19 - Source : © Laboratoire M2C – Maxime Debret..... | 14 |
| Figure 5 : Chronologie des événements - Sources : données Météo station Boos, site Météo France et données signalements odeurs Atmo Normandie..... | 15 |
| Figure 6 : Rose des vents du 26/09/19 - Source : Atmo Normandie..... | 16 |
| Figure 7 : Rose des vents le 27/09/19 - source : Atmo Normandie..... | 16 |
| Figure 8 : Distribution des éléments présents dans les produits impliqués dans l'incendie (en % massique) - source : Lubrizol..... | 17 |
| Figure 9 : Localisations des prélèvements par canisters et sacs Tedlar les 26 et 27/09/19..... | 23 |
| Figure 10 : Roses des vents des 5, 7, 10 et du 21 au 27/10/19 - Source : Atmo Normandie..... | 24 |
| Figure 11 : Localisations des prélèvements par canisters ente le 5 octobre et le 27 octobre 2019 – source : Atmo Normandie..... | 25 |
| Figure 12 : Modélisations du panache de l'incendie pour la période 12h-13h (heures locales) le 26/09/19 - Source : Atmo Normandie – HYPLIT NOAA Air Resources Laboratory..... | 26 |
| Figure 13 : Evolution chronologique de la localisation du moyen mobile de mesures automatiques en continu – source : Atmo Normandie..... | 27 |
| Figure 14 : Localisation des sites de prélèvements de HAP – source : Atmo Normandie..... | 29 |
| Figure 15 : Localisation des sites de mesures par tubes à diffusion passive – source : Atmo Normandie..... | 31 |
| Figure 16 : Localisation des sites de mesure des retombées atmosphériques – source : Atmo Normandie..... | 32 |
| Figure 17 : Localisation des tous les signalements reçus par Atmo Normandie entre les 26 et 29/09/19 – source : Atmo Normandie..... | 40 |
| Figure 18 : Localisation des signalements avec l'évocation « hydrocarbures » reçus par Atmo Normandie entre les 26 et 29/09/19 – source : Atmo Normandie..... | 41 |
| Figure 19 : Localisation des signalements olfactifs faisant état d'au moins 1 symptôme santé reçus par Atmo Normandie du 30/09/19 au 08/11/19 – source : Atmo Normandie..... | 42 |
| Figure 20 : Evolution du nombre de signalements olfactifs reçus par Atmo Normandie à partir du 26/09/19 jusqu'au 01/10/20 (total des signalements en bleu, avec au moins un symptôme santé en orange) – source : Atmo Normandie..... | 43 |
| Figure 21 : Répartition des symptômes « santé » recensés par Atmo Normandie lors des signalements odeurs (du 26/09/19 au 01/10/20) – source : Atmo Normandie..... | 44 |
| Figure 22 : Exemples de résultats obtenus lors de tournées olfactives réalisées par Atmo Normandie – source : Atmo Normandie..... | 45 |

| | |
|--|-----------|
| <i>Figure 23 : Evolution des 3 principales familles repérées lors des tournées olfactives effectuées par les Nez d'Atmo Normandie (phase post-accidentelle du 03/10/19 au 10/01/20 et phase remédiation du 13/05/20 au 15/09/20) – source : Atmo Normandie</i> | <i>46</i> |
| <i>Figure 24 : Localisation des sites de mesures par tubes à diffusion passive – source : Atmo Normandie.....</i> | <i>55</i> |
| <i>Figure 25 : Moyennes des mesures de COV par tube à diffusion en comparaison avec les moyennes mesurées sur des sites permanents sur la période du 11/10/19 au 14/02/20 – source : Atmo Normandie.....</i> | <i>60</i> |
| <i>Figure 26 : Moyennes des mesures de COV par tube à diffusion en comparaison avec les moyennes mesurées sur des sites permanents sur la période du 30/04/20 au 01/10/20 – source : Atmo Normandie.....</i> | <i>61</i> |
| <i>Figure 27 : Concentrations en toluène par campagne de mesure et par site, comparaison avec des valeurs de référence sanitaire et mesurées sur des sites permanents – source : Atmo Normandie.....</i> | <i>62</i> |
| <i>Figure 28 : Rose des vents du 5 au 12/12/19 (à gauche) et localisation des sites concernés (à droite) – source : Atmo Normandie.....</i> | <i>63</i> |
| <i>Figure 29 : Rose des vents du 17 au 24/01/20 (à gauche) et localisation des sites concernés (à droite) – source : Atmo Normandie.....</i> | <i>64</i> |
| <i>Figure 30 : Rose des vents du 7 au 14/05/20 (à gauche) et localisation des sites concernés (à droite) – source : Atmo Normandie.....</i> | <i>64</i> |
| <i>Figure 31 : Concentrations en acide acétique par campagne de mesure et par site – source : Atmo Normandie..</i> | <i>65</i> |
| <i>Figure 32 : Rose des vents du 11/10 au 18/10/19 (à gauche) et localisation des sites concernés (à droite) – source : Atmo Normandie.....</i> | <i>66</i> |
| <i>Figure 33 : Caractérisation des odorités perçues lors des relevés olfactifs dans l'agglomération rouennaise du 26/09/19 au 04/04/19 – source : Osmanthe.....</i> | <i>77</i> |

7. Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau 1 : Détail des moyens et objectifs des différentes mesures et informations exploitées par Atmo Normandie – source : Atmo Normandie..... | 21 |
| Tableau 2 : Principaux mécanismes entraînant des symptômes liés aux odeurs – source : Atmo Normandie (adapté de Doty, 1981 ; Silver, 1987 ; Shusterman, 1992 ; Manley, 1993 ; Laing et al., 1994 ; Schiffman et al., 1995 ; Bell et al., 1996)..... | 44 |
| Tableau 3 : Substances chimiques présentes dans les canisters sur les sites et dans l'environnement (26 au 30/09/19) et comparaison à des valeurs de référence sanitaire et repères régionales – source : Atmo Normandie et ARS Normandie (pour les VRS)..... | 49 |
| Tableau 4 : Substances chimiques présentes dans les canisters sur les sites et dans l'environnement (05/10 au 19/11/19) et comparaison à des valeurs de référence sanitaire et repères régionales – source : Atmo Normandie et ARS Normandie (pour les VRS)..... | 51 |
| Tableau 5 : Substances chimiques présentes dans les canisters à l'entrée de la Foire Saint Romain (21 au 27/10/19) et comparaison à des valeurs de référence sanitaire et repères régionales – sources : Atmo Normandie, ATMO Auvergne-Rhône-Alpes et ARS Normandie (pour les VRS)..... | 53 |
| Tableau 6 : Résultats de la surveillance en continu des COV (du 2/10 au 12/11/19) et comparaison à des valeurs repères régionales – source : Atmo Normandie..... | 54 |
| Tableau 7 : Substances chimiques présentes dans les tubes à diffusion sur les sites et dans l'environnement et comparaison à des valeurs de référence sanitaire et repères régionales (période du 11/10 au 31/10/19) – source : Atmo Normandie et ARS Normandie (pour les VRS)..... | 58 |
| Tableau 8 : Substances chimiques présentes dans les tubes à diffusion dans l'environnement et comparaison à des valeurs de référence sanitaire (période du 30/04 au 01/10/20) – source : Atmo Normandie et ARS Normandie (pour les VRS)..... | 59 |
| Tableau 9 : Résultats de la surveillance du sulfure d'hydrogène par tubes à diffusion passive (du 28/09/19 au 24/09/20) – source : Atmo Normandie..... | 67 |
| Tableau 10 : Résultats de la surveillance en continu du sulfure d'hydrogène (du 26/09 au 18/11/19) – source : Atmo Normandie..... | 67 |
| Tableau 11 : Résultats de la surveillance de l'ammoniac par tubes à diffusion passive (du 8/11 au 22/11/19) – source : Atmo Normandie..... | 68 |
| Tableau 12 : Résultats de la surveillance des acides minéraux (du 25/10 au 22/11/19) – source : Atmo Normandie..... | 68 |
| Tableau 13 : Résultats de la surveillance des HAP à Bois-Guillaume (du 26/09 au 30/09/19) – source : Atmo Normandie..... | 69 |
| Tableau 14 : Résultats de la surveillance des HAP à Saint-Saëns (du 26/09 au 30/09/19) – source : Atmo Normandie..... | 70 |
| Tableau 15 : Résultats de la surveillance des HAP à Rouen (du 01/10 au 07/10/19) – source : Atmo Normandie..... | 70 |
| Tableau 16 : Résultats de la surveillance des HAP à Rouen (du 08/10 au 14/10/19) – source : Atmo Normandie..... | 71 |

| | |
|---|----|
| <i>Tableau 17 : Résultats de la surveillance en continu (CO, NO, NO₂, PM10) à Rouen Palais de Justice (du 26/09 au 30/09/19) – source : Atmo Normandie</i> | 72 |
| <i>Tableau 18 : Résultats de la surveillance en continu (CO, NO, NO₂, SO₂, PM10) à Bois-Guillaume (du 26/09 au 30/09/19) – source : Atmo Normandie</i> | 72 |
| <i>Tableau 19 : Résultats de la surveillance en continu (CO, NO, NO₂, SO₂, PM10) à Rouen Allée Béthencourt (du 30/09 au 18/10/19) – source : Atmo Normandie</i> | 72 |
| <i>Tableau 20 : Résultats des jauges exposées du 26 septembre (entre 14h et 16h45) au 27 septembre (entre 13h et 16h) – source : Atmo Normandie</i> | 73 |
| <i>Tableau 21 : Résultats des jauges exposées du 26 septembre au 6 novembre (sites 7 et 10) et du 4 octobre au 6 novembre (sites 6, 7bis, 8 et 9) – source : Atmo Normandie</i> | 74 |
| <i>Tableau 22 : Résultats des jauges exposées du 26 septembre (entre 14h et 16h45) au 27 septembre (entre 13h et 16h) – source : Atmo Normandie</i> | 75 |
| <i>Tableau 23 : Résultats des jauges exposées du 26 septembre au 6 novembre 2019, et du 4 octobre au 6 novembre 2019 – source : Atmo Normandie</i> | 76 |
| <i>Tableau 24 : Distribution des principales évocations exprimées dans les signalements – source : Osmanthe</i> | 77 |
| <i>Tableau 25 : Bilan de la tournée olfactive du 27/09/19 réalisée par les nez experts d'Atmo Normandie – source : Atmo Normandie</i> | 82 |
| <i>Tableau 26 : Résultats des canisters prélevés le 27/09/19 et comparaison avec les limites de quantification et de détection olfactive – source : Atmo Normandie</i> | 83 |