

Mesures du 1.3-butadiène, du benzène et de l'acrylonitrile dans l'air ambiant au niveau des zones industrielles du Havre et de Port-Jérôme

Rapport de cadrage

Référence : rapport de cadrage 1140-018-B

Date de diffusion :

Atmo Normandie
3 Place de la Pomme d'Or, 76000 ROUEN
Tél. : +33 2.35.07.94.30
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 (<https://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 de cadrage n° 1140-018-B

Le rédacteur
Cyprien GASCOIN
Ingénieur Étude



Le vérificateur,
Christophe LEGRAND
Directeur Adjoint



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

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

<https://www.atmonormandie.fr>

Sommaire

1. Introduction	4
2. Contexte	4
3. Approche choisie	6
3.1. Prélèvements	6
3.2. Périodes de mesures	7
3.3. Sites de mesures	7
4. Matériel et méthodes	8
4.1. Pour le prélèvement et l'analyse du benzène et du 1.3-butadiène	9
4.2. Pour le prélèvement et l'analyse de l'acrylonitrile	10
4.3. Méthode de calcul des résultats	11
4.4. Interprétation	11
5. Limites	12
6. Conclusion	13
7. Bibliographie	15

Sigles, symboles et abréviations

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

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

FID : Flamme Ionisation Detector (détecteur à ionisation de flamme)

GC : Gas Chromatography (chromatographie en phase gazeuse)

ICSM : Istituto Clinici Scientifici Maugeri

IMT Nord Europe : Institut Mines-Télécom Nord Europe

INERIS : Institut National de l'Environnement industriel et des RISques

INRS : Institut National de Recherche et de Sécurité

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

LQ : Limite de Quantification

m³ : mètre cube

mL : millilitre

MS : Spectrométrie de Masse

ng : nanogramme

Travailleurs tiers : dans le cadre de ce rapport, travailleurs des entreprises voisines de celles concernées par la surveillance et susceptibles d'être exposés à leurs émissions dans l'air

µg : microgramme

US EPA : Environmental Protection Agency, l'agence de protection de l'environnement des États-Unis

VTR : Valeur Toxicologique de Référence

ZI : Zone Industrielle

1. Introduction

Depuis 2023, Atmo Normandie réalise une surveillance environnementale mutualisée du 1,3-butadiène, du benzène et de l'acrylonitrile sur les ZI du Havre et de Port-Jérôme. Le but de la surveillance est de mesurer les concentrations dans l'air ambiant auxquelles sont exposés les riverains et les travailleurs tiers sur ces secteurs et les comparer à des valeurs de référence sanitaires. Le protocole de surveillance a été élaboré entre 2019 et 2022 [1] par Atmo Normandie et ses partenaires industriels émetteurs déclarés de la région, à savoir ExxonMobil Chemical France, Arlanxéo Elastomères France SAS, TotalEnergies Raffinage France - Plateforme Normandie – usine pétrochimique et Synthomer Speciality Chemicals, qui ont été rejoint en 2024 par Chane Terminal. La mise en place de cette étude fait suite à un avis Anses de 2018 [2], sur les polluants jugés prioritaires pour une future surveillance réglementaire dans l'air ambiant et la demande en 2019 de la DREAL Normandie, de mettre en place cette surveillance.

Le présent rapport expose le contexte, l'approche choisie, les matériels, les méthodes, l'origine des données et les limites qui ont permis cette surveillance mutualisée des 1.3-butadiène, benzène et acrylonitrile. Il est complémentaire aux synthèses de résultats diffusées annuellement. Ce rapport est consultable, téléchargeable depuis le site internet <https://www.atmonormandie.fr>, rubrique 'Publications' pour tout public intéressé.

2. Contexte

Le 1.3-butadiène est un composé organique volatil très réactif, dont la durée de vie dans l'atmosphère est estimée à quelques heures, car rapidement oxydé, il fait partie des précurseurs de l'ozone. Le 1.3-butadiène est émis lors des processus de combustion. Le chauffage résidentiel et le trafic automobile sont ainsi des sources identifiées, tout comme la combustion des plastiques et du caoutchouc ou encore la fumée de cigarette. Il faut également citer les sources issues de l'industrie pétrochimique qui utilise ou fabrique le 1,3-butadiène avec pour grande partie des émissions de nature fugitive. [3].

Le benzène est un hydrocarbure aromatique monocyclique présent dans les carburants. Il peut être émis lors de la synthèse d'hydrocarbures substitués. Ce composé est aussi présent dans la fumée de cigarette, la combustion du bois et d'énergies fossiles. [4]

L'acrylonitrile est une amine utilisée dans l'industrie textile notamment pour la fabrication de fibres acryliques, d'encollages et d'apprêts. Il intervient dans la fabrication de certaines matières plastiques, caoutchouc et sert d'intermédiaire lors de synthèses. Les sources de contamination de l'atmosphère sont exclusivement anthropiques. [5].

A ce jour en France, il n'existe pas de méthodes normalisées, parmi les méthodes documentées, pour le prélèvement du 1,3-butadiène et de l'acrylonitrile dans l'air ambiant. Pour le benzène, la norme européenne EN 14662-1 présente la méthode normalisée pour le mesurage de la concentration en benzène par pompage, désorption thermique et chromatographie en phase gazeuse. [6]

Le 1,3-butadiène, le benzène et l'acrylonitrile ont fait l'objet de nombreuses études toxicologiques. Des Valeurs Toxicologiques de Référence sanitaires (VTR) ont été élaborées pour une exposition par inhalation [7], elles

permettent de prévenir les effets à seuil de dose¹ et les effets sans seuil de dose² pour un risque de 1/10 000. Ces VTR sont résumées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 1 : Valeurs de référence sanitaire des polluants d'intérêt pour une exposition par inhalation³.

valeurs de référence	1.3-butadiène	benzène	acrylonitrile
exposition population générale 24h/24 pendant 70 ans	VTR chronique à seuil Anses 2021 2 µg/m³	Objectif de qualité ⁴ 2 µg/m³	VTR chronique à seuil US EPA 1991 2 µg/m³
	VTR chronique sans seuil par inhalation Anses 2023 13 µg/m³	-	-
exposition population travailleurs tiers 218 j/an, 8 h/j pendant 30 ans	VTR chronique à seuil Anses 2021 10 µg/m³	-	VTR chronique à seuil US EPA 1991 10 µg/m³
	VTR cancérogène sans seuil Anses 2023 156 µg/m³	VTR cancérogène sans seuil Anses 2024 7.3 µg/m³	-

Dans un avis publié en juin 2018, l'Anses a classé le 1,3-butadiène ainsi que l'acrylonitrile parmi 13 polluants jugés prioritaires pour une future surveillance réglementaire dans l'air ambiant. Peu de temps après la publication de ce rapport, la DREAL Normandie demandait par arrêtés préfectoraux aux émetteurs déclarés de 1,3-butadiène, de benzène et d'acrylonitrile de la région (Tableau 2) de mesurer les concentrations dans l'air ambiant auxquelles sont exposés les riverains habitant à proximité des zones industrielles et les travailleurs tiers au sein même des ZI, pour les comparer aux valeurs de référence sanitaires existantes.

¹ Une VTR à seuil d'un produit est sa concentration dans l'air, à laquelle un individu peut être exposé sans constat d'effet néfaste sur une durée déterminée.

² Les VTR sans seuil de dose sont construites dans le cas de substances pour lesquelles l'effet peut apparaître quelle que soit la dose reçue et où la probabilité de survenue augmente avec la dose.

³ Il faut signaler qu'entre 2020, date du début des campagnes tests, et 2023, année de mise en place de la surveillance environnementale mutualisée, trois avis de l'Anses sur les valeurs toxicologiques de référence du 1.3-butadiène ont été publiés, modifiant les valeurs de référence pour l'exposition de la population générale et des travailleurs tiers.

⁴ Décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air

Tableau 2 : Substances émises par les industriels partenaires de l'étude (V = Oui, X = Non).

Entreprise	1.3-butadiène	benzène	acrylonitrile
ExxonMobil Chemical France	V	V	X
Arlanxeo Elastomères France SAS	V	X	X
TotalEnergies Raffinage France - Plateforme Normandie	V	V	X
Synthomer Speciality Chemicals	V	X	V
Chane Terminal Le Havre	X	V	X

En 2019, en réponse aux demandes de la DREAL, Atmo Normandie avec ses partenaires industriels réceptonnaires des arrêtés préfectoraux, a proposé de mener les études nécessaires à la mise en œuvre de cette surveillance. C'est ainsi qu'entre 2019 et 2022, une étude comparative puis deux études exploratoires se sont succédées. Ces études étaient actées dans le Programme de Surveillance de la Qualité de l'Air 2017 -2021 (programme 3-1 action 2) d'Atmo Normandie. Depuis 2023, l'étude est devenue une surveillance environnementale mutualisée, permettant aussi aux industriels de répondre à leurs arrêtés préfectoraux respectifs. Chane Terminal a rejoint cette surveillance au cours de l'année 2024.

3. Approche choisie

L'approche choisie, décrite dans les chapitres ci-dessous, a été guidée par la perspective de la mise en place d'une surveillance opérationnelle à proximité de sources industrielles, dont les objectifs sont les suivants :

- de comparer les moyennes annuelles pour les polluants recherchés (1,3 butadiène, benzène et acrylonitrile), sur chacun des sites aux valeurs de référence,
- d'analyser les résultats en lien avec les conditions météorologiques (direction et vitesse du vent en particulier) et la localisation des points de mesure par rapport aux sources des substances recherchées,
- de réaliser un retour d'expérience scientifique et technique de la campagne et le cas échéant faire des propositions d'évolution ou d'ajustement pour la suite de la surveillance.

3.1. Prélèvements

Atmo Normandie a d'abord mené en 2019 une étude comparative de différentes solutions disponibles pour la mesure **1,3-butadiène** dans l'air ambiant. L'étude a comparé 4 méthodes de mesure : les canisters, les tubes passifs, les tubes actifs et la chromatographie en phase gazeuse (GC). Les résultats obtenus ont montré un bon accord entre le GC, les canisters et tubes actifs prélevés sur 24 heures. A l'inverse les mesures effectuées par tubes passifs sur 7 jours étaient systématiquement inférieures à celles obtenues avec les autres méthodes, notamment dans un contexte de proximité des sources. A l'issue de l'étude de 2019, deux méthodes semblaient donc recommandées : les canisters et les tubes actifs. Les tubes actifs offrent le double avantage de permettre un temps de prélèvement relativement long (3 à 4 jours) et des limites de quantification suffisamment basses (0.1 µg/m³) pour comparer les résultats aux VTR pour le 1.3-butadiène avec 3,5 jours de prélèvement puis une analyse par le laboratoire TERA Environnement. Pour ces raisons la solution des tubes actifs a été retenue.

Il existe également plusieurs méthodes de mesures pour le **benzène** qui ont déjà été comparées et dont la fiabilité est équivalente (analyseur automatique, canister, tubes actifs) [13]. La méthode de mesure retenue pour cette étude est la même que pour le 1,3-butadiène, afin d'optimiser le dispositif de prélèvement. Ainsi l'analyse du benzène et du 1,3-butadiène a été effectuée sur le même échantillon (même tube).

Il existe plusieurs méthodes de mesures pour **l'acrylonitrile** (tubes actifs, tube passifs). Mais aucune d'entre elle n'est normalisée pour la mesure des concentrations d'acrylonitrile dans l'air ambiant en France. La DREAL a proposé de mesurer par diffusion passive et c'est la solution qui a été retenue pour cette étude.

Entre 2020 et 2022, Atmo Normandie a mené deux études exploratoires de surveillance du 1,3-butadiène, du benzène et de l'acrylonitrile dans l'air ambiant afin de tester le déploiement opérationnel de la solution retenue pour le 1.3-butadiène. L'autre objectif de ces études exploratoires était de réaliser un retour d'expérience scientifique et technique des campagnes, et le cas échéant faire des propositions d'évolution ou d'ajustement pour la suite de la surveillance. Depuis 2023, la surveillance environnementale mutualisée est opérationnelle dans la mesure où elle répond aux objectifs exposés au début de ce chapitre.

3.2. Périodes de mesures

Afin d'estimer une moyenne annuelle pour les polluants recherchés, un échantillonnage de 14% des jours d'une année est préconisé (52 jours) [8]. De plus, les périodes d'échantillonnages doivent être réparties tout au long de l'année et couvrir l'ensemble des jours de la semaine, pour notamment prendre en compte les différences d'activité entre les jours ouvrés et le week-end et/ou d'un mois à l'autre ainsi que la variabilité saisonnière.

3.3. Sites de mesures

En 2020, la démarche pour identifier les sites de mesures a été la suivante. A partir de l'analyse des modélisations des concentrations présentées par chaque industriel excepté Chane, seize sites ont été retenus. Deux sites de mesure ont été ajoutés en 2024 pour intégrer Chane Terminal Le Havre à la surveillance. Les dix-huit sites de mesure sont localisés sur la Figure 1 ci-dessous.

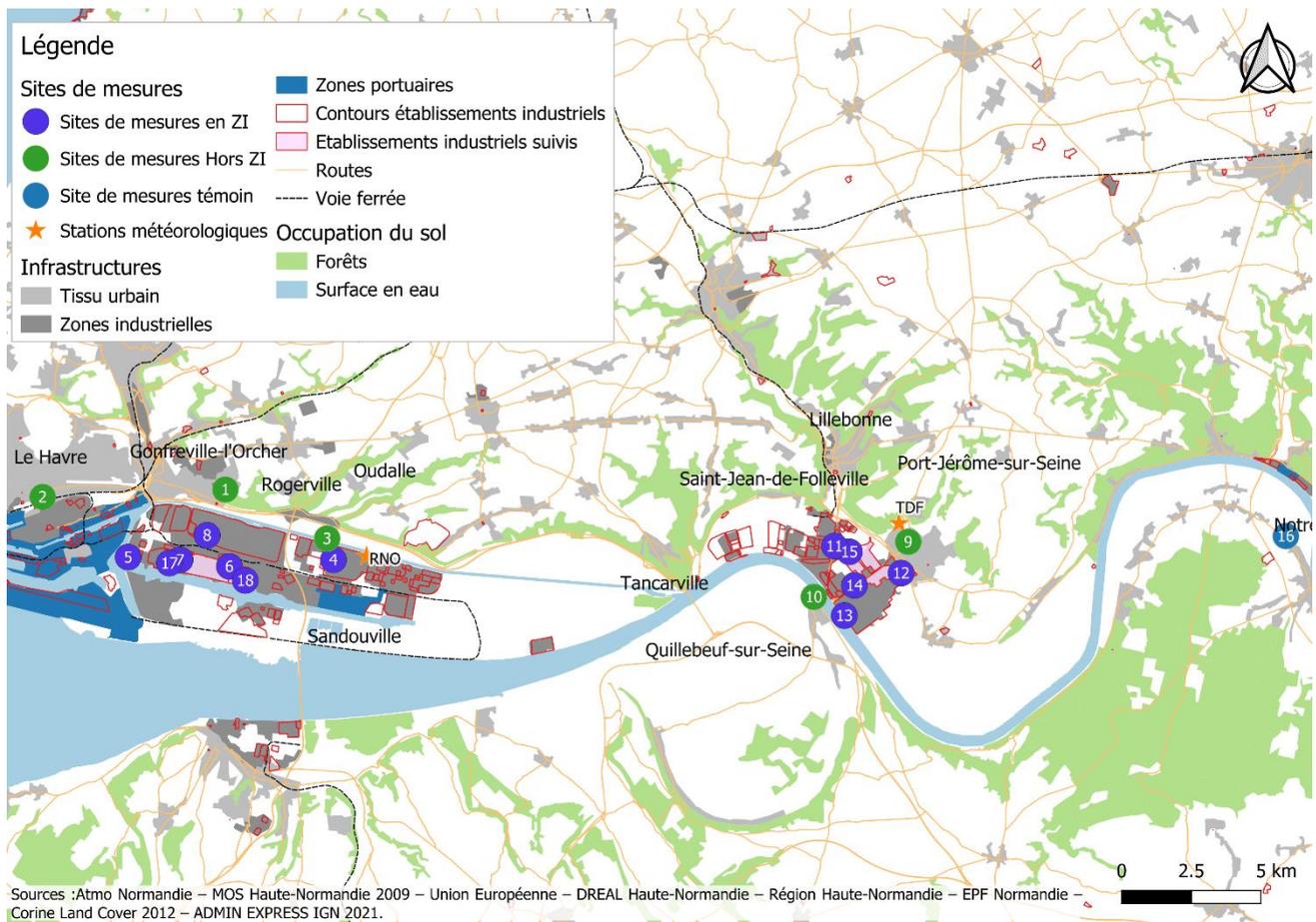


Figure 1 : Localisation et typologie des sites de mesures des campagnes depuis 2020.

Douze de ces points (sites 4 à 8, 11 à 15 et 17 à 18) se situent dans l’enceinte des sites industriels (cinq sur Port-Jérôme et sept sur Le Havre), en limite de propriété, afin de mesurer les concentrations auxquelles la population des travailleurs des entreprises voisines, localisées à proximité des émetteurs, est exposée.

Cinq points (sites 1 à 3, 9 et 10) se situent en zone habitée pour estimer les concentrations auxquelles la population générale vivant à proximité des zones industrielles est exposée.

Enfin un site témoin (site 16) est situé en zone rurale, à distance (respectivement 15 et 35 km) des zones industrielles de Port-Jérôme et du Havre, pour être le moins possible influencé par les émissions de ces zones, afin d’évaluer les concentrations de fond (liées à d’autres sources) pour les polluants recherchés.

A noter, quatre des cinq sites en zone habitée (sites 1, 2, 9 et 10) et le témoin rural ont été choisis au niveau des stations de mesure d’Atmo Normandie et donc installés à l’intérieur de cabines climatisées.

4. Matériel et méthodes

Depuis 2023, avec la mise en œuvre de la surveillance environnementale mutualisée, les études sont réparties sur 4 campagnes de 14 jours, à raison d’une campagne par trimestre d’une année calendaire. Depuis 2019, Atmo Normandie a pu bénéficier du soutien méthodologique et logistique du laboratoire Tera Environnement, de ses collègues d’ATMO Grand Est [9] et de IMT Nord Europe [10].

4.1. Pour le prélèvement et l'analyse du benzène et du 1,3-butadiène

Les tubes actifs sont constitués d'un adsorbant en Carbo-pack X (350 mg). Les tubes nécessitent une bonne maîtrise des conditions expérimentales (débit et durée de prélèvement) afin de pouvoir remonter précisément au volume prélevé, mais surtout afin d'éviter la saturation de l'adsorbant. En effet, au-delà d'un certain volume prélevé ('volume de perçage'), l'adsorbant n'est plus en capacité de piéger le composé d'intérêt, d'où le risque de surestimer le volume réellement piégé et donc de sous-estimer la concentration de l'espèce mesurée.

Un seul tube ne permettant pas systématiquement de piéger l'intégralité du 1,3-butadiène présent dans l'air, afin de permettre un prélèvement quantitatif du 1,3-butadiène, deux tubes actifs sont placés en série. De plus, les tubes actifs ne permettant pas d'effectuer un seul prélèvement sur 14 jours, les campagnes ont été scindées en quatre périodes (deux de 3 jours et 2 de quatre jours). Les prélèvements ont été réalisés avec un débit de 10 mL/min à l'aide de pompes.

Lors de chaque période, les techniciens d'Atmo Normandie récupèrent le prélèvement terminé et installent le nouveau. A l'installation des échantillons, ils ont vérifié que les conditions nécessaires au bon déroulement du prélèvement étaient réunies (absence de coupure électrique, bon fonctionnement des pompes, contrôle et réglage des débits de prélèvements, ...). Lors du retrait des échantillons, ils ont contrôlé à nouveau le débit pour vérifier que sa variation entre le début et la fin du prélèvement était faible (<10%). Une fois les échantillons récupérés, ils sont stockés dans une glacière jusqu'à leur acheminement dans les locaux d'Atmo Normandie et placement au réfrigérateur.



Figure 2 : Matériel de prélèvement utilisé pour la mesure du 1,3-butadiène et du benzène avec de gauche à droite un tube actif, une pompe et une enceinte de mesure à température régulée installée dans un bâtiment.

Parmi les paramètres documentés comme pouvant interférer sur la mesure du 1,3-butadiène par tube actif, il faut citer les températures élevées, l'humidité, la présence d'hydrocarbures de la coupe C4 et l'ozone, puissant oxydant du 1,3-butadiène. Ainsi les équipements ont été installés soit dans une cabine climatisée fournie par Atmo Normandie, soit dans des bâtiments, qui ont été choisis dans la mesure du possible pour être peu soumis à de fortes élévations de température en été. Dans ces bâtiments les pompes ont été installées dans des enceintes fermées à température régulée (Figure 2). Un thermomètre situé dans l'enceinte régulée permet de vérifier le maintien d'une température inférieure à 20°C. De plus, pour chaque campagne, l'analyse des

conditions météorologiques est réalisée afin de déterminer s'il y a pu y avoir un impact. Quant à la présence d'hydrocarbures de la coupe C4, le laboratoire d'analyses nous informe si c'est le cas (même si la présence d'un 2^{ème} tube doit permettre de piéger le 1.3-butadiène en cas de perçage du 1^{er} tube).

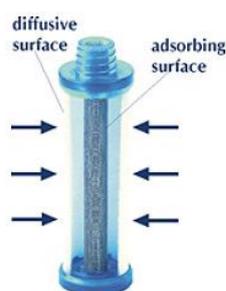
Dans la semaine suivant la fin de chaque campagne les échantillons sont conditionnés et envoyés au laboratoire pour analyses. Les tubes actifs ont été analysés par le laboratoire TERA Environnement. Ils ont été désorbés thermiquement⁵, puis le 1,3-butadiène et le benzène ont été dosés par chromatographie gazeuse avec détection FID (GC-FID). Les résultats d'analyses sont fournis avec une incertitude maximale de 30%, une limite de quantification de 5.6 ng/échantillon pour le 1.3-butadiène et 10 ng/échantillon pour le benzène.

Une fois les analyses terminées le laboratoire envoie les résultats à Atmo Normandie. Ces résultats sont convertis dans une unité permettant l'exploitation des données (détaillée dans le paragraphe 4.3). Les concentrations sont ensuite expertisées aux regards des conditions de prélèvements et d'analyses. Une fois toutes ces étapes réalisées les résultats peuvent être interprétés.

4.2. Pour le prélèvement et l'analyse de l'acrylonitrile

Les tubes à diffusion passive sont constitués d'une membrane microporeuse et d'un adsorbant (charbon actif) sur lequel les composés d'intérêt vont venir s'accumuler par diffusion moléculaire. Les échantillonneurs ont été installés sur des périodes de 14 jours dans des abris afin de les protéger de la pluie, qui les rendrait inutilisables (Figure 3).

Tube 'Radiello' inséré dans
une membrane de
diffusion



Montage sur support



Boîte de protection



Figure 3 : Echantillonneur passif RADIELLO® avec sa membrane blanche sur support prêt à être exposé.

Les tubes passifs ont été analysés par l'Institut Clinici Scientifici Maugeri (ICSM, Padoue, Italie) qui, après désorption chimique⁶, a analysé les échantillons par chromatographie gazeuse couplée à de la spectrométrie de masse (GC-MS) avec une limite de quantification de 0.20 µg/échantillon.

Les étapes après la réception des résultats d'analyses sont les mêmes que pour le 1.3-butadiène et le benzène.

⁵ Chauffés fortement afin de libérer les composés piégés

⁶ Extraction des composés piégés au moyen d'un solvant

4.3. Méthode de calcul des résultats

Pour le prélèvement du benzène et du 1.3-butadiène

Pour déterminer la **concentration en 1.3-butadiène pour une période**, on somme la concentration des deux tubes actifs placés en série. En revanche pour déterminer la **concentration en benzène pour une période**, seule la concentration du 1^{er} tube en série est utilisée (un seul tube suffit en effet pour piéger le benzène sur une durée de 3 à 4 jours).

La **concentration moyenne de la campagne de 14 jours** est obtenue en calculant la moyenne pondérée des concentrations des quatre périodes (celles-ci n'ayant pas exactement la même durée) selon la formule suivante :

$$C_{14j} = \frac{C_1V_1 + C_2V_2 + C_3V_3 + C_4V_4}{V_1 + V_2 + V_3 + V_4}$$

Avec C1 à C4, les concentrations obtenues pour chacune des 4 périodes de prélèvement

Et V1 à V4, les volumes prélevés pour chacune des 4 périodes de prélèvement

L'évaluation de la **concentration moyenne annuelle** est calculée à partir de la moyenne des concentrations des campagnes de 14 jours :

$$C_{\text{annuelle}} = \frac{C_{14j, \text{trimestre1}} + C_{14j, \text{trimestre2}} + C_{14j, \text{trimestre3}} + C_{14j, \text{trimestre4}}}{4}$$

La moyenne annuelle obtenue peut-être comparée aux moyennes annuelles des études 2020-2021, 2021-2022 ainsi qu'aux valeurs de référence sanitaires (Tableau 1).

Pour le prélèvement de l'acrylonitrile

Les tubes passifs ont été exposés 14 jours, le résultat d'analyses correspond donc à la concentration moyenne sur la durée de la campagne. Le débit d'échantillonnage utilisé pour remonter au volume d'acrylonitrile prélevé dans les tubes est celui fourni par le fabricant à savoir 75 mL/min sur 14 jours.

La concentration moyenne annuelle est calculée et comparée comme indiqué précédemment pour le 1.3-butadiène et le benzène.

A noter que par convention, toutes les valeurs de concentration mesurées inférieures à la limite de quantification (LQ) sont conservées en base de données comme étant égales à LQ/2.

4.4. Interprétation

L'interprétation des résultats d'études est réalisée dans le point d'informations de chaque campagne. Ils sont consultables sur le site internet d'Atmo Normandie <https://www.atmonormandie.fr>, dans la rubrique Publications.

5. Limites

Il faut signaler comme limite expérimentale la méthode de calcul des concentrations d'acrylonitrile, prélevé sur tube à diffusion passive, qui repose sur l'utilisation d'un débit de diffusion. Ce débit permet d'estimer le volume de composé prélevé pendant la période d'échantillonnage. Il est habituellement déterminé expérimentalement par le fabricant en laboratoire, mais il est connu pour être susceptible de varier en conditions 'terrain' en fonction de la durée d'exposition et des facteurs environnementaux (pression, température, humidité, molécules en présence et niveaux de concentration, vitesse du vent).

Les limites pour l'interprétation des résultats sont les suivantes.

Le niveau de pollution fluctue pendant l'année notamment du fait de l'activité des entreprises et de la température, qui influe sur la volatilité des composés. La répartition des campagnes de mesures tout au long de l'année, a permis de prendre en compte les différences d'activité entre les jours ouvrés et le week-end ainsi que la variabilité saisonnière. Il est toutefois possible de passer à côté d'un événement majeur du fait de cet échantillonnage temporaire.

De plus, les émissions de benzène et de 1.3-butadiène sur les ZI du Havre et Port-Jérôme peuvent être liées à d'autres émetteurs. Les roses des vents établies pour chaque période de mesures permettent de mieux comprendre la localisation des zones impactées par les émissions potentielles des entreprises suivies. Il peut tout de même parfois être délicat de faire la part des choses avec les autres émetteurs de la zone industrielle.

Les sites en zone industrielle sont généralement situés dans l'enceinte des entreprises suivies et non chez leurs voisins. Si cela facilite les interventions, il est possible, du fait de la proximité de la source d'émissions, que les concentrations mesurées dans l'air ambiant soient plus élevées, que les concentrations auxquelles les salariés des entreprises voisines sont exposés.

Les valeurs de références utilisées dans ce rapport sont applicables pour les campagnes de mesures 2024. Les VTR applicables pour les campagnes de mesure 2020-2021, 2021-2022 et 2023 sont consultables respectivement en annexe 1, 2 et 3.

6. Conclusion

Une méthodologie commune à la réalisation de l'ensemble des mesures a été définie dans le cadre de la surveillance mutualisée. Elle garantit la qualité et l'homogénéité des données de 1,3-butadiène, benzène et acrylonitrile produites par Atmo Normandie, par exemple en évitant les biais dus aux changements de laboratoire d'analyses. Cela permet également la comparaison des points de mesures entre eux et dans le temps.

Le fait de surveiller les zones habitées, en plus des émetteurs individuellement, permet de prendre du recul pour mieux interpréter les résultats, en tenant compte du positionnement des émetteurs par rapport aux différents points de mesures.

La comparaison des résultats obtenus aux valeurs toxicologiques de référence permet de mettre en évidence les éventuels dépassements. De plus, avec la succession des campagnes, l'historique des résultats de mesures engendré, permettra de calculer des valeurs repères, pour ainsi étudier les évolutions au fil des années.

7. Annexe

Annexe 1 : Valeurs de référence sanitaire des polluants d'intérêt pour une exposition par inhalation utilisées durant les campagnes de mesure mutualisées de 2020-2021

valeurs de référence	1.3-butadiène	benzène	acrylonitrile
exposition population générale sur 30 ans	VTR chronique sans seuil US EPA 2002 0.78 µg/m³	Objectif de qualité ⁷ 2 µg/m³	VTR chronique à seuil US EPA 1991 2 µg/m³
exposition population travailleurs tiers 218 j/an, 8 h/j pendant 30 ans	VTR chronique sans seuil US EPA 2002 3.9 µg/m³	VTR Anses 2014 4.5 µg/m³	VTR chronique à seuil US EPA 1991 10 µg/m³

Annexe 2 : Valeurs de référence sanitaire des polluants d'intérêt pour une exposition par inhalation utilisées durant les campagnes de mesure mutualisées de 2021-2022

valeurs de référence	1.3-butadiène	benzène	acrylonitrile
exposition population générale	VTR chronique à seuil par inhalation Anses 2021 2 µg/m³	Objectif de qualité ² 2 µg/m³	VTR chronique à seuil US EPA 1991 2 µg/m³
exposition population travailleurs tiers 218 j/an, 8 h/j pendant 30 ans	VTR cancérigène sans seuil Anses 2022 41 µg/m³	VTR cancérigène sans seuil Anses 2014 4.5 µg/m³	VTR chronique à seuil US EPA 1991 10 µg/m³

Annexe 3 : Valeurs de référence sanitaire des polluants d'intérêt pour une exposition par inhalation utilisées durant les campagnes de mesure mutualisées de 2023

valeurs de référence	1.3-butadiène	benzène	acrylonitrile
exposition population générale 24h/24 pendant 70 ans	VTR chronique à seuil Anses 2021 2 µg/m³	Objectif de qualité ⁴ 2 µg/m³	VTR chronique à seuil US EPA 1991 2 µg/m³
	VTR chronique sans seuil par inhalation Anses 2023 13 µg/m³	-	-
exposition population travailleurs tiers 218 j/an, 8 h/j pendant 30 ans	VTR chronique à seuil Anses 2021 10 µg/m³	-	VTR chronique à seuil US EPA 1991 10 µg/m³
	VTR cancérigène sans seuil Anses 2023 156 µg/m³	VTR cancérigène sans seuil Anses 2014 4.5 µg/m³	-

8. Bibliographie

[1] Atmo Normandie (2020) – Etude exploratoire sur les méthodes de mesure de 1,3-butadiène dans l'air ambiant.

Atmo Normandie (2022) – Mesures du 1.3-butadiène, du benzène et de l'acrylonitrile dans l'air ambiant au niveau des zones industrielles du Havre et de Port-Jérôme 2020 et 2021

Atmo Normandie (2023) – Mesures du 1.3-butadiène, du benzène et de l'acrylonitrile dans l'air ambiant au niveau des zones industrielles du Havre et de Port-Jérôme 2021 et 2022

Atmo Normandie (2024) – Mesures du 1.3-butadiène, du benzène et de l'acrylonitrile dans l'air ambiant au niveau des zones industrielles du Havre et de Port-Jérôme 2023

[2] Anses (2018) - Polluants "émergents" dans l'air ambiant.

[3] INRS (2019). Fiche Toxicologiques n°241.

INRS. (2018). Fiche Metropol M-424.

[4] INRS (2019). Fiche Toxicologiques n°49.

[5] INRS (2017). Fiche Toxicologiques n°105.

[6] Afnor (2023). NF EN 14662-1 - Qualité de l'air ambiant - Méthode normalisée pour le mesurage de la concentration en benzène

[7] Anses (2021) - Valeurs toxicologiques de référence : le 1,3-butadiène – Avis de l'Anses. Rapport d'expertise collective.

Anses (2022) - Valeurs toxicologiques de référence : le 1,3-butadiène – Avis complété de l'Anses. Rapport complété d'expertise collective.

Anses (2023) - Avis révisé de l'Anses relatif à l'élaboration de VTR long terme et cancérigène sans seuil par voie respiratoire pour le 1,3-butadiène

Décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air

Anses (2014) – Valeur toxicologique de référence cancérigène par inhalation pour le benzène-Avis de l'Anses, rapport d'expertise collective

Anses (2024) – Avis de l'Anses relatif à la mise à jour des VTR court, moyen et long terme par voie respiratoire pour le benzène.

[8] INERIS. (2016) DRC - 16 - 158882 - 12366A, Guide : Surveillance dans l'air autour des installations classées – première édition.

[9] ATMO Grand Est (2021) Evaluation du 1,3 butadiène sur la région Grand Est, présentation de la campagne de mesures.

Atmo Sud (2020) Programme industriel surveillance des COV prioritaires.

[10] LCSQA (2020) – Note technique - Polluants émergents : 1,3 butadiène - Méthodes disponibles pour la détermination des concentrations et niveaux rencontrés dans l'air ambiant

LCSQA (2014) - Guide méthodologique pour la surveillance du benzène dans l'air ambiant (version de 2014).

RETROUVEZ TOUTES
NOS **PUBLICATIONS** SUR :
<https://www.atmonormandie.fr>

Atmo Normandie
3 Place de la Pomme d'Or, 76000 ROUEN
Tél. : +33 2.35.07.94.30
contact@atmonormandie.fr

