

Suivi des teneurs en benzène dans l'air à Petit-Couronne

Rapport de cadrage méthodologique

Référence : rapport de cadrage 1720-114-A

Date de diffusion : janvier 2025

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.

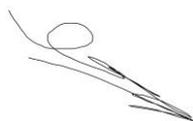
Les recommandations éventuellement produites par Atmo Normandie conservent en toute circonstance un caractère indicatif et non exhaustif. De ce fait, pour le cas où ces recommandations seraient utilisées pour prendre une décision, la responsabilité d'Atmo Normandie ne pourrait en aucun cas se substituer 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° 1720-114-A

Le 28 janvier 2025,

Les rédacteurs,
Marjolaine Ney
et Cyprien Gascoin
Ingénieurs d'études



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 | 6 |
| 3.3. Sites de mesures | 7 |
| 4. Matériel et méthodes | 7 |
| 4.1. Pour le prélèvement et l'analyse du benzène | 7 |
| 4.2. Méthode de calcul des résultats | 8 |
| 4.3. Interprétation | Erreur ! Signet non défini. |
| 5. Limites | 11 |
| 6. Conclusion | 12 |
| 7. Bibliographie | 12 |

Sigles, symboles et abréviations

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

ARS : Agence Régionale de Santé

COFIL : COmité de PILotage

CSTB : Centre Scientifique et Technique du Bâtiment

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

HCSP : Haut Conseil de la Santé Publique

ICS Maugeri : Istituti Clinici Scientifici Maugeri

LQ : Limite de Quantification

GC : Gas Chromatography (chromatographie en phase gazeuse)

$\mu\text{g}/\text{m}^3$: microgramme par mètre cube

mL/min : millilitre par minute

MS : Spectrométrie de Masse

PRPC : Pétroplus Raffinage Petit-Couronne

VGAI : Valeurs Guides en Air Intérieur

1. Introduction

Depuis 2008, Atmo Normandie réalise chaque année des mesures de benzène dans l'air intérieur de bâtiments de Petit-Couronne (habitations, lieux publics, entreprises) ; ainsi qu'un suivi en continu de la qualité de l'air extérieur sur ce secteur [1]. Le but de la surveillance est (d'estimer l'exposition des riverains à ce polluant et de la comparer à des valeurs de référence sanitaires) et les comparer à des valeurs de référence sanitaires. Ces mesures sont réalisées dans la cadre de la mise en place de moyens de remédiations après la découverte d'une pollution de la nappe phréatique de Petit-Couronne par des hydrocarbures, issus d'une fuite sur une conduite enterrée de la raffinerie implantée sur la commune.

Le présent rapport de cadrage en expose le contexte, l'approche choisie, les matériels, les méthodes et les limites. 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

Dans les années 80 et 90, des fuites d'hydrocarbures sur le réseau de la raffinerie de Petit-Couronne appartenant à la société Pétroplus Raffinage Petit-Couronne (PRPC) ont été détectées. Ces hydrocarbures ont migré vers la partie basse de la commune par le biais de la nappe phréatique générant une lentille d'hydrocarbures. Des travaux de récupération des hydrocarbures dans le sous-sol ont été engagés à partir de 1990 et sont toujours en cours. L'extension de la lentille et son évolution sont représentées sur la Figure 1. Les activités de la raffinerie de Petit-Couronne ont été arrêtées en 2013 suite à la procédure de liquidation judiciaire de PRPC. La gestion des travaux de remédiation de la lentille d'hydrocarbures était assurée par PRPC jusqu'en 2012 puis ont été repris par Shell France, qui a mandaté le bureau d'études AECOM. Un comité de pilotage (COFIL) de suivi des travaux composé de la Mairie de Petit-Couronne, de la DREAL, de l'ARS, de Shell France et de AECOM a été constitué, qu'Atmo Normandie autrefois Air Normand a rejoint en (2008).

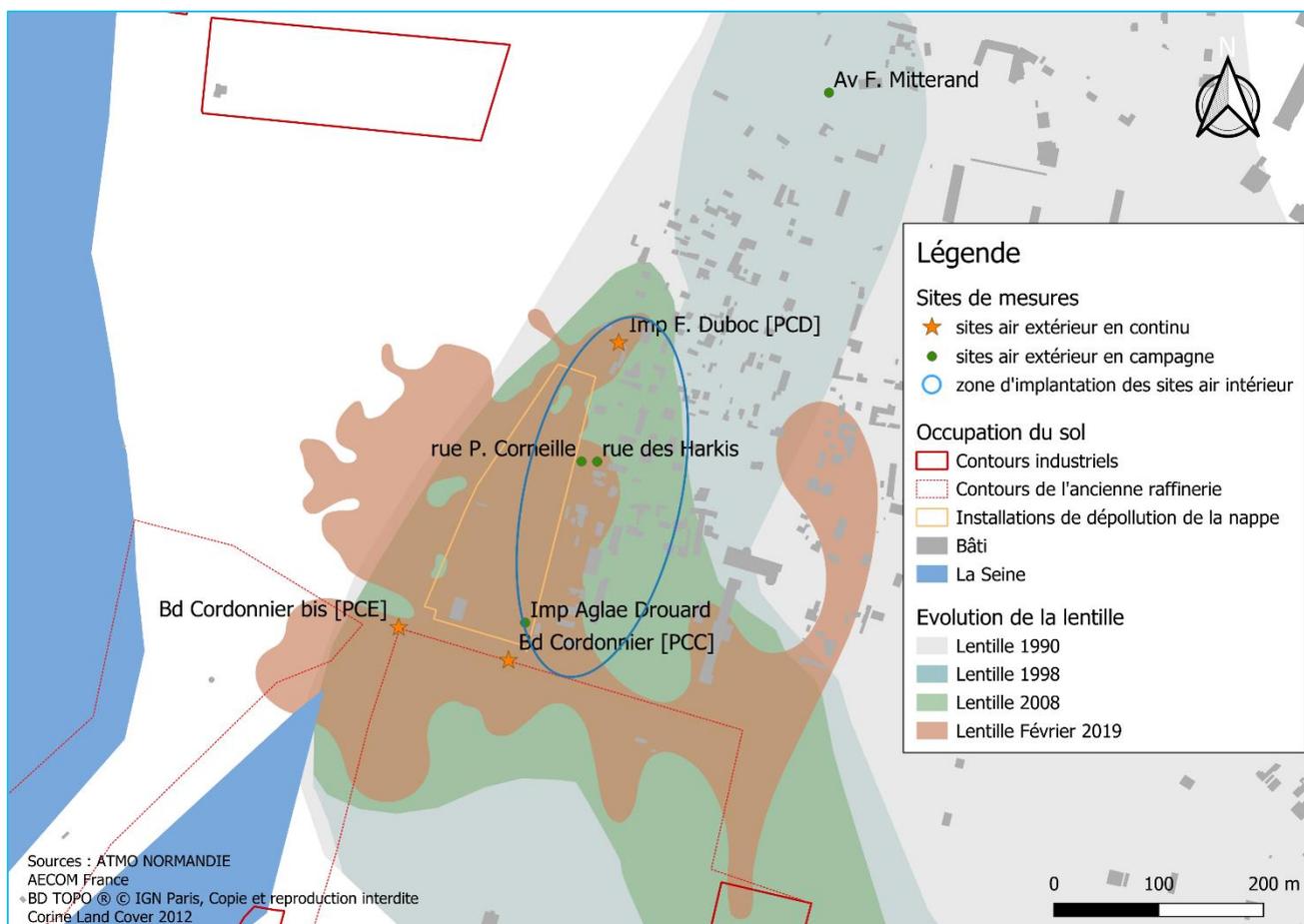


Figure 1 : Evolution de la lentille d'hydrocarbures et location des sites de mesures.

Plusieurs années après la découverte de la pollution de la nappe, certains habitants de Petit-Couronne signalaient toujours, de façon régulière, de fortes odeurs d'hydrocarbures dans leur logement ou au niveau de certains lieux publics de la commune. En 2005, ce constat a conduit Atmo Normandie en lien avec les autorités (DREAL, ARS) et la Mairie de Petit-Couronne à réaliser des mesures de benzène à l'intérieur des habitations, des entreprises et des lieux publics situés au-dessus de la nappe polluée, mais également dans la zone voisine. Ces mesures ont notamment révélé la présence de concentrations inhabituelles dans l'air intérieur de certains bâtiments sur la commune. Les campagnes de mesures de benzène ont été reconduites en été et hiver 2008. Suite à ces premières campagnes, un programme de travaux a été mis en place, principalement entre 2009 et 2014, afin d'améliorer la qualité de l'air intérieur des bâtiments concernés. En parallèle les mesures annuelles de benzène menées par Atmo Normandie en air intérieur et air ambiant ont été mises en place. Les résultats de ces campagnes de mesures ont montré que dans les lieux publics depuis 2014 seul un bâtiment désaffecté dépasse ponctuellement la Valeur Guide en Air Intérieur (VGAI) de l'Anses [2]., Entre 2014 et 2018, dans cinq à huit bâtiments selon l'année, sur environ 25 investigués, la concentration en benzène dépassait encore les VGAI. Depuis 2019, à la vue de l'amélioration de la situation, le COPIIL a décidé d'alléger le dispositif de surveillance de la qualité de l'air intérieur. Au lieu de deux campagnes par an (une en hiver et une en été), c'est désormais une seule campagne en période hivernale qui est réalisée. Depuis 2019, en fonction des années, il reste deux à trois bâtiments sur environ 25 investigués qui dépassent la VGAI, rendant la surveillance toujours nécessaire.

3. Approche choisie

L'approche choisie, décrite dans les chapitres ci-dessous, a permis de mettre en place des mesures de benzène dans l'air intérieur de bâtiments de Petit-Couronne ; ainsi qu'un suivi en continu de la qualité de l'air extérieur, au-dessus et à proximité de la nappe phréatique située sous ce secteur et en partie polluée par des hydrocarbures. Les objectifs de ces mesures sont les suivants :

- d'effectuer des mesures de contrôle dans les bâtiments situés dans le périmètre de la lentille de pollution et les comparer aux valeurs de référence disponibles,
- de confirmer l'efficacité des travaux d'amélioration de la qualité de l'air intérieur réalisés,
- de suivre la qualité de l'air extérieur sur le secteur afin d'avoir une référence des concentrations de l'air avec lequel les habitations sont aérées.

3.1. Prélèvements

Les prélèvements QAI et QAE sont réalisés à l'aide d'échantillonneurs passifs Radiello® par diffusion sur des cartouches de charbon actif (Figure 2), décrits dans la partie 4.1. Ces échantillonneurs sont couramment utilisés en air intérieur et extérieur.

L'utilisation du même dispositif de prélèvement et de la même durée d'exposition entre les sites intérieur et extérieur permet d'avoir la même sensibilité analytique. Le laboratoire d'analyse depuis le début des campagnes en 2005 n'a pas changé, ce qui évite les biais dus aux changements de méthode d'analyses. Cela permet également la comparaison des points de mesures entre eux et d'une année à l'autre. Les valeurs auxquelles sont comparées les concentrations mesurées sont décrites dans la partie 4.3.

3.2. Périodes de mesures

Les sites en air extérieur ont été suivis en continu afin de calculer une moyenne annuelle pour le benzène et la comparer à la valeur réglementaire. Ainsi, les périodes d'échantillonnages couvrent toute l'année, l'ensemble des jours de la semaine, ce qui permet notamment de 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.

En air intérieur, la réalisation d'une campagne de mesures en hiver permet d'observer l'évolution des concentrations à une période où la plus faible aération des bâtiments, et potentiellement des niveaux d'eaux souterraines plus élevés, favorisent les remontées et l'accumulation de vapeurs d'hydrocarbures dans les bâtiments. En complément, une surveillance des concentrations en benzène en air extérieur est réalisée sur plusieurs sites, comme référence des concentrations de l'air avec lequel les habitations sont aérées pendant la campagne de mesure.

3.3. Sites de mesures

Chaque année, à partir des résultats des campagnes de mesures précédentes et aux différents travaux d'amélioration de la qualité de l'air intérieur qui ont été réalisés, Atmo Normandie et les autres membres du COPIL définissent de façon concertée la liste des bâtiments devant être investigués lors de la campagne de mesures suivante (Figure 1). Pour les différents sites en air intérieur investigués (appartement, maison, entreprise), les points de prélèvement sont localisés dans une ou plusieurs pièces, et à différents niveaux (cave, rez-de-chaussée, étages) quand la configuration du site le permet.

De même les sites en air extérieur suivis en continu ou pendant la campagne sont déterminés chaque année en fonction de la localisation des sites en air intérieur, de la localisation de l'ancienne raffinerie, de la localisation des installations de récupération des hydrocarbures résiduels présents sur la nappe et enfin de l'historique des résultats des sites en air extérieur (Figure 1).

4. Matériel et méthodes

4.1. Pour le prélèvement et l'analyse du benzène

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 2). Cette méthode de mesure a été choisie en s'appuyant sur le Guide Méthodologique pour la Surveillance du Benzène dans l'Air Ambiant du LCSQA publié en 2014 [5].

Tube 'Radiello' inséré
dans une membrane de



Montage sur support



Boîte de protection



Figure 2 : Echantillonneur passif RADIELLO® avec sa membrane blanche sur support prêt à être exposé.

Les tubes passifs sont analysés par l'Institut Clinici Scientifici Maugeri (ICSM, Padoue, Italie) qui, après désorption chimique¹, analyse les échantillons par chromatographie gazeuse couplée à de la spectrométrie de masse (GC-MS) avec une limite de quantification de 0,038 µg par tube pour le benzène.

¹ Extraction des composés piégés au moyen d'un solvant

4.2. Méthode d'estimation de la moyenne annuelle

Les tubes passifs sont exposés 14 jours, le résultat d'analyses correspond à la concentration moyenne sur la durée de la campagne. Le débit d'échantillonnage utilisé pour remonter au volume de benzène prélevé dans les tubes est celui fourni par le fabricant à savoir 80 mL/min sur 14 jours.

Pour les sites en air extérieur, la **concentration moyenne annuelle** est calculée à partir de la moyenne des concentrations des campagnes de 14 jours :

$$C_{\text{annuelle}} = \frac{C_{14j, \text{semaine}1} + C_{14j, \text{semaine}3} + C_{14j, \text{semaine}5} + \dots}{\text{nombre de prélèvements annuels}}$$

La moyenne annuelle obtenue est comparée aux moyennes annuelles des études passées, à la valeur réglementaire, ainsi qu'à la moyenne annuelle enregistrée sur la station urbaine de fond Rouen, palais de Justice (JUS), dont la typologie est comparable aux sites de Petit-Couronne.

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.

4.3. Méthode d'interprétation des résultats

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.

Pour l'air intérieur, les résultats sont comparés aux valeurs de référence actuellement disponibles, à savoir les VGAI de l'Anses et aux valeurs repères d'aide à la gestion fixées par le HCSP [3], présentées dans l'encadré ci-dessous.

L'Anses propose des valeurs sanitaires établies pour des types d'effets et des temps d'exposition variables. Pour le benzène il y a trois VGAI relatives aux effets non cancérogènes - modulées selon la durée d'exposition - et une VGAI correspondant aux effets cancérogènes sur le long terme :

- Pour les **effets non cancérogènes** :
 - 10 µg/m³ pour une exposition supérieure à un an (VGAI long terme),
 - 20 µg/m³ en moyenne sur un an (VGAI intermédiaire),
 - **30 µg/m³** en moyenne **sur 14 jours** (VGAI court terme).

- Pour les **effets cancérogènes** :
 - **2 µg/m³** pour une exposition **sur une vie entière** (correspondant à un excès de risque de 10⁻⁵), **6 µg/m³** depuis la révision de **l'avis de l'Anses** datant du juillet 2024.

Le HCSP propose des valeurs de gestion, qui prennent en compte les concentrations mesurées au niveau national, le type d'occupation, les possibilités techniques de diminution.

En juin 2010, le HCSP fixe deux valeurs pour les expositions chroniques sur le long terme pour le benzène avant octobre 2024 qui s'applique aux résultats des campagnes jusqu'en 2023 :

- **2 µg/m³** comme **valeur cible**. Des teneurs inférieures ou égales témoignent d'une bonne qualité de l'air intérieur vis-à-vis de ce polluant. Mais il convient de garder à l'esprit que le benzène est un cancérogène sans seuil d'innocuité et que l'objectif doit toujours être de réduire les concentrations à un niveau aussi bas que raisonnablement possible.

- **10 µg/m³** comme **valeur d'action rapide** au-delà de laquelle les sources en cause doivent être rapidement identifiées et neutralisées dans le but de ramener les teneurs intérieures en-dessous de la valeur cible.

Révision des valeurs de gestion du benzène en air intérieur datant d'octobre 2024 :

- **6 µg/m³** comme **valeur repère pour l'air intérieur**. Des teneurs atteignant voire dépassant cette valeur doivent mener à des investigations complémentaires. Même à des teneurs inférieures, il convient de garder à l'esprit que le benzène est un cancérogène sans seuil d'innocuité et que l'objectif doit toujours être de réduire les concentrations à un niveau aussi bas que raisonnablement possible.

Les résultats obtenus sur les sites de mesures **en air extérieur** sont comparés aux valeurs réglementaires existantes [4] pour l'air extérieur, à savoir :

- **2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** en moyenne annuelle comme **objectif de qualité**,
- **5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** en moyenne annuelle comme **valeur limite**.

La comparaison des résultats obtenus aux valeurs sanitaires VGAI et aux valeurs repères du HCSP permet de mettre en évidence les éventuels dépassements. De plus, avec la succession des campagnes, l'historique des résultats de mesures engendré, a permis de calculer des valeurs, permettant ainsi d'étudier les évolutions au fil des années.

5. Limites

Il faut signaler comme limite expérimentale la méthode de calcul des concentrations de benzène, 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 en air intérieur sont les suivantes.

Le niveau de pollution intérieure fluctue pendant l'année notamment suivant la pluviométrie, qui influe sur la hauteur de la nappe phréatique polluée et par voie de conséquence sur les concentrations en benzène dans les habitations. Cependant, comme indiqué précédemment, la campagne de mesures a eu lieu pendant une période hivernale à la pluviométrie élevée et ainsi dans laquelle la hauteur de la nappe phréatique est élevée selon le Bureau de Recherches Géologiques et Minières [6]. On peut donc considérer que le risque d'exposition à des concentrations importantes du fait de la hauteur de la nappe a été correctement pris en considération.

Par ailleurs, il faut signaler comme autre limite à l'interprétation, le fait que, le benzène est un hydrocarbure présent dans les carburants. Ce composé est aussi présent dans des sources autres que la nappe phréatique polluée (la fumée de cigarette, les produits de bricolage, de construction ou de décoration, l'encens, les bougies parfumées, les désodorisants liquides, le fioul domestique). Tous ces paramètres n'étant pas totalement connus, il est parfois délicat de faire la part des choses entre les remontées de vapeurs liées à la nappe polluée et les autres sources potentielles.

Il faut noter que les concentrations en benzène obtenues pendant les campagnes hivernales ne couvrent que 14 jours sur l'année, ainsi la comparaison de ces données avec les valeurs "long terme", c'est-à-dire des valeurs moyennes sur au moins un an, proposées par le HCSP est donnée à titre indicatif. Au vu de la diminution des concentrations en benzène dans les habitations où les des travaux ont été réalisés, le COPIL a décidé en 2019 d'alléger le dispositif de surveillance de la qualité de l'air intérieur pour passer de 2 campagnes par an (hiver et été) à une seule, pendant la période hivernale [1]. Les mesures effectuées en QAI en 2023 ne sont donc pas représentatives de la moyenne annuelle.

De même pour les tubes en air extérieur prélevés pendant la campagne de mesure hivernale, les valeurs étant issues de mesures menées sur 14 jours, la comparaison de ces données par rapport à la valeur limite annuelle et à l'objectif de qualité annuel en environnement extérieur est indicative.

Enfin, les valeurs de références sanitaires et réglementaires utilisées dans ce rapport sont susceptibles de modifications ultérieures du fait de l'évolution des connaissances.

6. Conclusion

Le programme de surveillance de la qualité de l'air intérieur et extérieur à Petit-Couronne est établi chaque année en consultation avec le COPIL. Il garantit la surveillance de bâtiments situés au-dessus de la nappe phréatique polluée, ayant fait l'objet ou non de travaux de remédiation, et de bâtiments situés en dehors à titre de comparaison. La mesure du benzène en extérieur permet d'avoir une référence de la qualité de l'air sur le secteur. Tous les résultats des campagnes annuelles sont diffusés sur <https://www.atmonormandie.fr/> et disponibles pour tout public intéressé.

7. Bibliographie

[1] Atmo Normandie de 2016 à 2022, AIR NORMAND de 2006 à 2015. Evaluation des teneurs en benzène en air intérieur à Petit-Couronne dans la zone résidentielle touchée par une pollution de la nappe phréatique par des hydrocarbures.

[2] Anses, CSTB, 2008. Valeurs guides de qualité d'air intérieur : le benzène.

[3] HCSP, 2010. Valeurs repères d'aide à la gestion dans l'air des espaces clos : le benzène.

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

[5] LCSQA, 2014. Guide Méthodologique pour la Surveillance du Benzène dans l'Air Ambiant.

[6] BRGM. État des nappes d'eau souterraine : un suivi assuré par le BRGM.

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

