

# **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**

**2016**



## 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](http://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°1720-003

Le 7 avril 2017,

Le rédacteur,

Marta DOMINIK-SEGUE

Le Responsable du pôle  
campagne de mesure et exploitation des données,

Sébastien LE MEUR

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

Tél. : 02 35 07 94 30 - mail : [contact@atmonormandie.fr](mailto:contact@atmonormandie.fr)

[www.atmonormandie.fr](http://www.atmonormandie.fr)

## Résumé

La nappe phréatique située sous la commune de Petit Couronne est en partie polluée par des hydrocarbures provenant de fuites sur le réseau de la raffinerie de Petit Couronne dans les années 80. Les vapeurs d'hydrocarbures étant susceptibles de remonter dans les constructions localisées au-dessus de la nappe phréatique polluée, ATMO Normandie, en collaboration avec la Mairie de Petit Couronne, la DREAL<sup>1</sup>, l'ARS<sup>2</sup>, la société des Pétroles Shell et AECOM, réalise depuis une dizaine d'années des mesures de benzène dans l'air intérieur des habitations, entreprises et lieux publics concernés.

Les campagnes de mesures menées en 2008 ont en effet montré dans certaines habitations des concentrations élevées de benzène, inhabituellement rencontrées en air intérieur de logements. Ce constat a rendu nécessaire la mise en place d'un programme de travaux, afin d'améliorer la qualité de l'air dans les habitations touchées par la pollution de la nappe. Depuis, des campagnes de mesures de la qualité de l'air intérieur sont menées deux fois par an dans les bâtiments situés dans la zone concernée. Ce rapport présente les résultats des campagnes de mesures réalisées en hiver et été 2016. Les résultats indiquent une baisse sensible des concentrations de benzène dans les habitations entre 2008, date de début des travaux d'amélioration de la qualité de l'air intérieur dans les habitations, et 2016. Néanmoins certaines habitations présentent encore des concentrations supérieures aux valeurs de référence de l'ANSES<sup>3</sup> et du HCSP<sup>4</sup> justifiant la continuation des actions engagées.

---

<sup>1</sup> DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

<sup>2</sup> ARS : Agence Régionale de Santé

<sup>3</sup> ANSES : Agence Nationale de Sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail

<sup>4</sup> HCSP : Haut Conseil de la Santé Publique

## SOMMAIRE

1. Sigles, symboles et abréviations .....	4
2. Introduction .....	5
3. Eléments nécessaires à la compréhension du document .....	5
3.1. Contexte .....	5
3.2. Approche choisie.....	6
3.3. Matériel.....	9
3.4. Méthode .....	10
3.5. Origine des données .....	11
3.6. Limites .....	11
4. Déroulement.....	12
5. Résultats.....	12
5.1. Résultats bruts .....	12
5.2. Résultats transformés.....	13
5.2.1. Résultats de la qualité de l'air intérieur obtenus en 2016 .....	13
5.2.2. Résultats de la qualité de l'air extérieur en 2016.....	14
5.2.3. Comparaison à titre indicatif des résultats de 2016 par rapport aux valeurs de référence du HCSP .....	16
5.2.4. Comparaison des résultats des campagnes hivernales entre 2008 et 2016.....	17
5.2.5. Evolution de la qualité de l'air extérieur .....	18
6. Interprétation des résultats et discussion .....	18
7. Conclusion et recommandations .....	20
8. Pages complémentaires.....	21
8.1. Bibliographie .....	21

## 1. 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

COFIL : COmité de PILotage

COVNM : Composés Organiques Volatils Non Méthaniques

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (dans le cadre de ce document, DREAL de Normandie)

FID : Détection par ionisation de flamme

GC : Chromatographie en phase gazeuse

HCSP : Haut Conseil de la Santé Publique

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

MS : Spectrométrie de masse

QAE : Qualité de l'Air Extérieur

QAI : Qualité de l'Air Intérieur

PRPC : Pétroplus Raffinage Petit-Couronne

Rdc : Rez-de-chaussée

VGAI : Valeur Guide en Air Intérieur

## 2. Introduction

---

Plusieurs années après une pollution de la nappe phréatique de Petit Couronne par des hydrocarbures issus d'une fuite sur une conduite enterrée de la raffinerie, 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. Ce constat a conduit ATMO Normandie en lien avec les autorités (DREAL, ARS) et la mairie de Petit Couronne a réalisé des mesures qui ont notamment révélées la présence de concentrations inhabituelles de benzène, un composé cancérigène, dans l'air intérieur de certains bâtiments de la commune. Ainsi, depuis 2008 ATMO Normandie, en collaboration avec différents partenaires (Mairie de Petit Couronne, DREAL, ARS, société des Pétroles Shell, AECOM), réalise tous les ans des mesures de benzène dans l'air intérieur des habitations, des entreprises et des lieux publics situés au-dessus ou à proximité de la nappe polluée. Parallèlement à ces mesures, des travaux d'amélioration de la qualité de l'air intérieur ont été conduits dans certains bâtiments présentant des concentrations élevées en benzène, inhabituellement rencontrées en air intérieur de logements.

En 2016, ATMO Normandie a réalisé deux campagnes de mesures de benzène en air intérieur à Petit Couronne (en février/mars et septembre 2016) dont les résultats sont présentés et commentés dans ce rapport. Les objectifs des campagnes de mesures conduites en 2016 étaient :

- De confirmer l'efficacité des travaux réalisés d'amélioration de la qualité de l'air intérieur,
- D'effectuer des mesures de contrôle dans les bâtiments situés en dehors de la lentille de pollution afin de s'assurer qu'il n'y a pas d'effet de déplacement de la lentille de pollution suite au pompage des hydrocarbures dans la nappe phréatique,
- D'évaluer l'évolution de la concentration en benzène dans les bâtiments où les concentrations ont dépassé au moins une fois  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  lors des campagnes précédentes.

Ce rapport présente l'approche choisie pour la réalisation des campagnes de mesures, la méthodologie, le déroulement des campagnes ainsi que les résultats obtenus. Ces résultats sont ensuite confrontés à certaines valeurs de référence et aux résultats obtenus lors des précédentes campagnes.

Ce rapport est destiné aux différents partenaires d'ATMO Normandie qui collaborent à cette étude ainsi qu'aux habitants de Petit Couronne concernés par cette pollution. Il est ensuite rendu disponible sur le site [www.atmonormandie.fr](http://www.atmonormandie.fr) pour tout public intéressé.

## 3. Eléments nécessaires à la compréhension du document

---

### 3.1. Contexte

Dans les années 1985 et 1990, des fuites d'hydrocarbures sur le réseau de la raffinerie de Petit Couronne ont été détectées. Ces hydrocarbures ont migré vers la partie basse de la commune de Petit Couronne 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 premières campagnes de 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 ont eu lieu en 2005, puis ont été reconduites en été et hiver 2008. Elles ont montré des concentrations inhabituellement élevées en benzène dans l'air de certains des bâtiments investigués.

Suite à ces premières campagnes, un programme de travaux a été mis en place afin d'améliorer la qualité de l'air intérieur des bâtiments concernés. Un programme annuel de mesures de benzène en air intérieur a également été mis en place pour suivre l'évolution des concentrations en benzène en air intérieur au cours du temps et de vérifier l'efficacité des travaux réalisés.

Le programme de mesures de benzène en air intérieur a été défini en collaboration avec les membres du comité de pilotage (COFIL) composé à l'origine de la Mairie de Petit Couronne, de la société Pétroplus Raffinage Petit-Couronne (PRPC), de la DREAL et de l'ARS. En juin 2012, le bureau d'études AECOM, dûment mandaté par la Société des Pétroles Shell, a rejoint le COFIL. 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'hydrocarbure était assurée par PRPC jusqu'en 2012 puis ont été repris par la Société des Pétroles Shell. Les résultats des mesures de chaque campagne sont envoyés aux membres du COFIL qui décident dans le cadre de leurs prérogatives respectives des actions à mettre en œuvre.

Les résultats des campagnes de mesures menées depuis 2008 par ATMO Normandie ont montré que dans certaines habitations les travaux réalisés ont permis de diminuer la concentration en benzène. Cependant, dans certaines habitations la concentration en benzène dépasse encore les Valeurs Guides en Air Intérieur (VGAI). La liste des rapports présentant les résultats de toutes les campagnes menées dans le cadre du projet de dépollution de la nappe phréatique à Petit-Couronne se trouve dans le chapitre 8.1. Les rapports sont disponibles sur le site [www.atmonormandie.fr](http://www.atmonormandie.fr).

### **3.2. Approche choisie**

En 2016, ATMO Normandie a réalisé un état des lieux de la qualité de l'air intérieur dans la zone d'étude, huit ans après la réalisation des premiers travaux d'amélioration de la qualité de l'air intérieur mis en œuvre par les bureaux d'études et les sociétés PRPC et Shell.

Cet état des lieux de la qualité de l'air intérieur concerne les bâtiments dans lesquels des travaux d'amélioration de la qualité de l'air intérieur ont été effectués mais aussi des bâtiments de contrôle localisés à l'intérieur et en dehors de la lentille de pollution (Figure 1) afin de vérifier que la concentration en benzène dans les bâtiments, non touchés initialement par la pollution, reste faible. Enfin des mesures de la qualité de l'air extérieur ont été réalisées en parallèle, à titre de témoin de la qualité de l'air enregistrée sur le secteur. Ces concentrations constituent ainsi des éléments de référence pour interpréter les concentrations observées en air intérieur, car il s'agit de l'air avec lequel les habitations sont aérées.

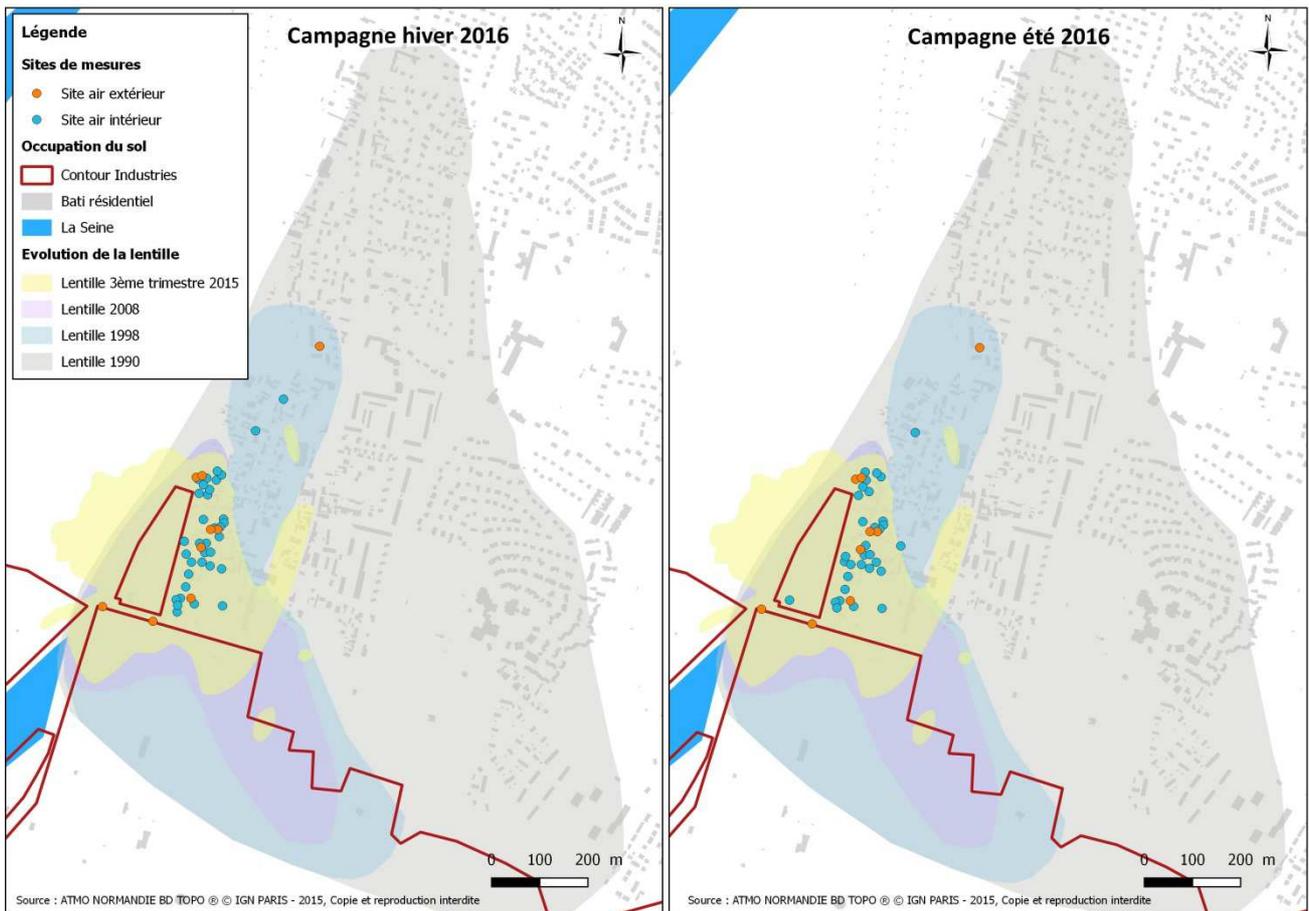


Figure 1 : Sites de mesures 2016

Les paramètres chimiques mesurés dans le cadre de cette étude sont synthétisés dans le tableau suivant (Tableau 1) :

Tableau 1 : Liste des paramètres mesurés

### Paramètres chimiques mesurés

- Benzène
- Toluène, Ethylbenzène, méta-/para-/ortho-xylène qui sont des hydrocarbures aromatiques monocycliques présents dans l'essence. Ces composés sont aussi présents dans des sources autres que la nappe phréatique polluée (peintures, vernis, colles, etc.)
- n-hexane qui est un traceur spécifique des vapeurs d'essence et qui n'est pas rencontré habituellement en air intérieur

Dans le présent rapport seuls les résultats du benzène sont analysés en détail. Ils sont comparés aux valeurs de référence actuellement disponibles.

Les résultats du benzène sont comparés à la VGAI court terme proposée par l'ANSES (Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail) qui est une moyenne calculée sur 14 jours.

Les résultats du benzène sont également comparés aux valeurs repères d'aide à la gestion fixées par le HCSP (Haut Conseil de la Santé Publique). Les campagnes de mesures se déroulent sur 14 jours deux fois dans l'année, par conséquent la comparaison aux valeurs « long terme » du HCSP est donnée à titre indicatif.

L'ANSES propose pour le benzène 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  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  pour une exposition supérieure à un an (VGAI long terme),
  - **20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  en moyenne sur un an (VGAI intermédiaire),
  - **30  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  en moyenne sur 14 jours (VGAI court terme).
  
- Pour les effets cancérogènes :
  - **2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  pour une exposition sur une vie entière (correspondant à un excès de risque de  $10^{-5}$ ).

Le HCSP fixe trois valeurs pour les expositions chroniques sur le long terme :

- **2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  comme valeur cible à atteindre en 5 ans. 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 ;
- **5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  comme valeur repère 2012 de qualité de l'air en dessous de laquelle aucune action corrective spécifique n'est préconisée. Cette valeur repère évolue avec une pente décroissante de 1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  par an jusqu'à la valeur cible qui devra être atteinte en 2015. Ainsi, en 2016, lors de la campagne de mesures, la valeur repère de qualité de l'air était de 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Au-delà de cette valeur repère de qualité de l'air, il est nécessaire d'identifier les sources en cause afin d'engager des actions appropriées de réduction des émissions ou, à défaut, d'instaurer des procédures de ventilation des locaux de nature à diminuer les niveaux intérieurs. Une évaluation de la contribution extérieure peut aussi être à réaliser.
- **10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**  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 repère (5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en 2012, 4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en 2013, 3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en 2014, 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en 2015).

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

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

### 3.3. Matériel

Les prélèvements ont été réalisés à l'aide d'échantillonneurs passifs Radiello<sup>®</sup> par diffusion sur des cartouches de charbon actif (Figure 2). Ces échantillonneurs ont été développés par l'Istituto Clinico Scientifici Maugeri (Italie). Ils sont couramment utilisés en air intérieur et extérieur.

Pour les prélèvements en air extérieur, les échantillonneurs ont été installés dans des abris de protection (Figure 2) afin de les protéger de la pluie qui les rendrait inutilisables.



Figure 2 : échantillonneur passif en air intérieur (à gauche) et en air extérieur sous abri de protection (à droite)

Après exposition, les échantillonneurs passifs sont envoyés à l’Istituti Clinici Scientifici Maugeri (Padoue – Italie) pour analyse. Les échantillonneurs sont analysés par chromatographie en phase gazeuse avec détection par ionisation de flamme et spectrométrie de masse (GC/FID-MS).

Afin de s’assurer que les échantillonneurs n’ont pas été contaminés avant leur utilisation, des blancs (cartouches de piégeage non exposées à l’air) ont également été envoyés au laboratoire pour analyse.

### 3.4. Méthode

La réalisation de deux campagnes de mesures (en hiver et en été) permet d’observer l’évolution des concentrations en fonction de la saison :

- La campagne hivernale 2016 a eu lieu février/mars. Les prélèvements ont été effectués dans 40 habitations/entreprises/lieux publics.
- La campagne estivale 2016 a eu lieu en septembre. Les prélèvements ont été effectués dans 36 habitations/entreprises/lieux publics.
- Lors des campagnes hivernale et estivale, des prélèvements à l’extérieur ont également été réalisés sur 9 sites de mesures.

Du fait de concentrations plus élevées en air extérieur sur un des sites suivis pendant les campagnes de mesures antérieures, il a été décidé de renforcer la surveillance des concentrations en benzène en air extérieur. Ainsi en plus des mesures réalisées pendant les campagnes de mesures sur les 9 sites, quatre sites de surveillance ont été sélectionnés pour effectuer un suivi en continu, tout au long de l’année 2016.

Pour chacune des campagnes, la période de mesures est de 14 jours.

Dans les différents bâtiments investigués, les mesures ont été réalisées dans une ou plusieurs pièces, et à différents niveaux (cave, rez-de-chaussée, étages) quand la configuration du bâtiment le permettait.

Le nombre de sites de mesures et leur type sont synthétisés dans le Tableau 2 ci-dessous :

Campagne hiver 2016	Campagne été 2016
40 sites soit 81 emplacements QAI <sup>5</sup> dont : <ul style="list-style-type: none"> <li>- 14 caves</li> <li>- 40 rez-de-chaussée</li> <li>- 25 étages</li> <li>- 2 garages</li> </ul>	36 sites soit 73 emplacements QAI dont : <ul style="list-style-type: none"> <li>- 10 caves</li> <li>- 39 rez-de-chaussée</li> <li>- 22 étages</li> <li>- 2 garages</li> </ul>
9 sites QAE <sup>6</sup>	
4 sites QAE en continu	

Tableau 2 : Sites de mesures des campagnes été et hiver 2016

### 3.5. Origine des données

Les données présentées dans ce rapport proviennent des analyses réalisées par l'Istituto Clinici Scientifici Maugeri sur les prélèvements réalisés par ATMO Normandie à Petit Couronne lors des deux campagnes de 2016. Ces données de mesures sont parfois accompagnées d'informations fournies par les habitants sur des activités ou évènements particuliers (par ex : travaux de peinture etc.) ayant pu avoir une influence sur les résultats.

### 3.6. Limites

Deux campagnes de mesures de 14 jours chacune ont eu lieu au cours de l'année 2016. Or, 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 la première campagne de mesures a eu lieu pendant une période hivernale, on peut 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 limite à l'interprétation, le fait que la présence de benzène en air intérieur n'est pas uniquement liée aux remontées de vapeurs d'hydrocarbures de la nappe phréatique polluée. Les sources potentielles – autres que les remontées de vapeurs de la nappe – de benzène sont notamment : la fumée de cigarette, les produits de bricolage, de construction ou de décoration, l'encens, les bougies parfumées, les désodorisants liquides, les carburants mais aussi l'air extérieur. Tous ces paramètres n'étant pas totalement connus, il est parfois délicat de faire la part des choses entre les remontées de vapeurs liée à la nappe polluée et les autres sources potentielles.

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

<sup>5</sup> QAI : Qualité de l'air intérieur

<sup>6</sup> QAE : Qualité de l'air extérieur

## 4. Déroulement

---

Suite à la précédente campagne de mesures réalisées en 2015 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 ont défini de façon concertée, quels bâtiments devaient être investigués lors de ces nouvelles campagnes de mesures. Une semaine avant chaque campagne, ATMO Normandie a pris rendez-vous par téléphone avec les différents habitants/entreprises/services communaux concernés par les campagnes de mesures. Les campagnes de mesures ont alors été réalisées aux dates suivantes (Tableau 3) :

Campagnes 2016	Date de début	Date de fin
Campagne hivernale	23 février	15 mars
Campagne estivale	12 septembre	17 octobre

Tableau 3 : Dates des campagnes de mesures été et hiver 2016

A chaque fois, lors du retrait des échantillonneurs, l'opérateur d'ATMO Normandie a interrogé les occupants du bâtiment pour savoir :

- si des événements particuliers (pouvant avoir une influence sur les résultats des mesures) s'étaient produits au cours des 14 jours de mesures dans ou à proximité des pièces investiguées (par exemple : nouveau mobilier, travaux, peinture, incendie, etc.),
- si des odeurs spécifiques d'hydrocarbures avaient été senties au cours des 14 jours de mesures.

A la fin de la période de mesures, les tubes passifs ont été retirés, conditionnés et envoyés au laboratoire de l'Istituto Clinici Scientifici Maugeri pour analyse.

Les résultats bruts des mesures sont envoyés à ATMO Normandie par l'Istituto Clinici Scientifici Maugeri. Ils sont ensuite transmis par mail aux membres du COPIL de façon à ce que chaque organisme puisse mettre en œuvre, si cela est jugé nécessaire, les actions de gestion du risque entrant dans ses prérogatives.

## 5. Résultats

---

### 5.1. Résultats bruts

Les résultats bruts rendus anonymes des mesures de benzène, toluène, éthylbenzène, xylènes et n-hexane sont disponibles sur demande auprès d'ATMO Normandie ([contact@atmonormandie.fr](mailto:contact@atmonormandie.fr)).

Conformément à la loi n°78-17 du 6 janvier 1978 modifiée relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés, les occupants des bâtiments investigués à Petit Couronne qui ont signé l'attestation de visite d'ATMO Normandie, disposent d'un droit d'accès à tous les résultats des mesures réalisées dans leur habitation/entreprise/lieu public. Il leur suffit d'en faire la demande auprès d'ATMO Normandie (par mail : [christine.briere@atmonormandie.fr](mailto:christine.briere@atmonormandie.fr) ou par courrier : ATMO Normandie – Mme Christine Brière – 3 place de la Pomme d'Or – 76000 Rouen). Pour être recevable, toute demande devra être accompagnée de la production d'un justificatif d'identité et d'un justificatif de domicile.

## 5.2. Résultats transformés

### 5.2.1. Résultats de la qualité de l'air intérieur obtenus en 2016

Sur les graphiques ci-dessous sont représentées les répartitions des concentrations mesurées dans les caves et aux rez-de-chaussée en hiver et été 2016. En 2016, seules les caves sont concernées par le dépassement de la VGAI court terme de l'ANSES de  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en été (2 caves). En ce qui concerne les pièces de vie la plupart des sites se caractérise par de faibles concentrations en benzène, inférieures ou égales à  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , respectivement 76% et 71% de sites pour les campagnes hivernale et estivale (Figure 3). 9 pièces de vie sont concernées par le dépassement de  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pendant la campagne hivernale et 10 pièces de vie pendant la campagne estivale.

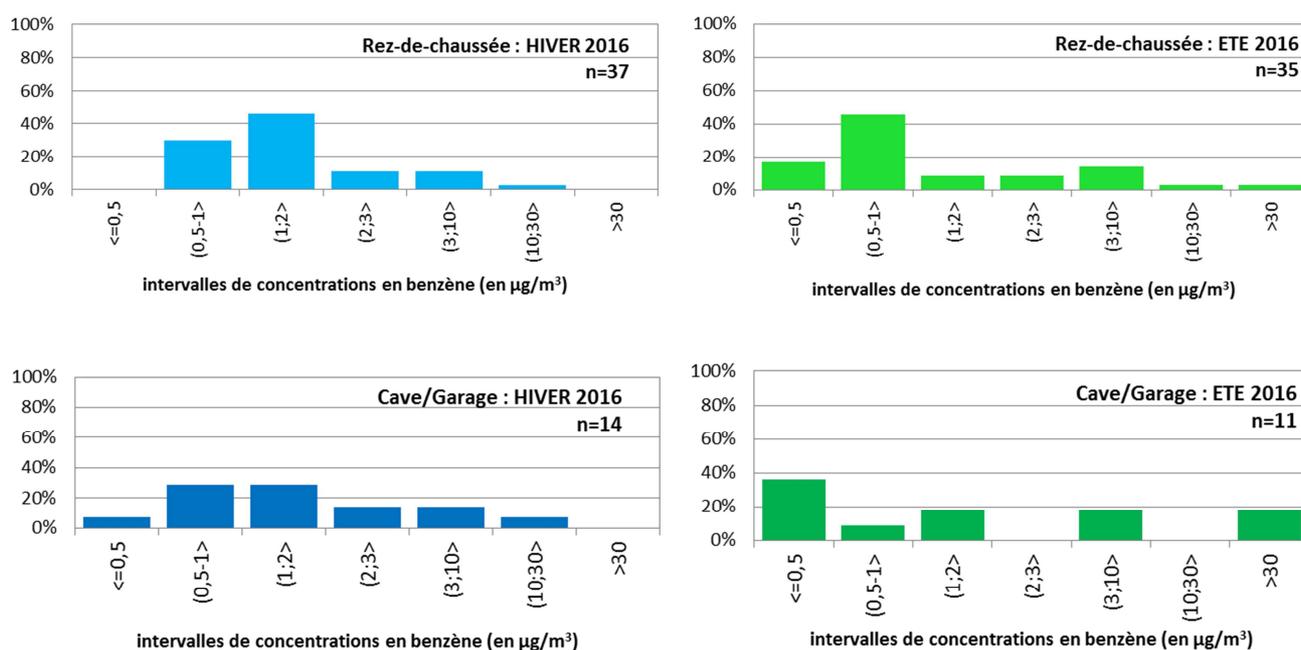


Figure 3 : Répartition des concentrations en benzène mesurées aux rez-de-chaussée et dans les caves pendant les campagnes hivernale et estivale 2016; n= nombre total de sites investigués.

Sur le graphique ci-après (Figure 4) sont représentées les concentrations moyennes/médianes<sup>7</sup> par type de pièces et par saison.

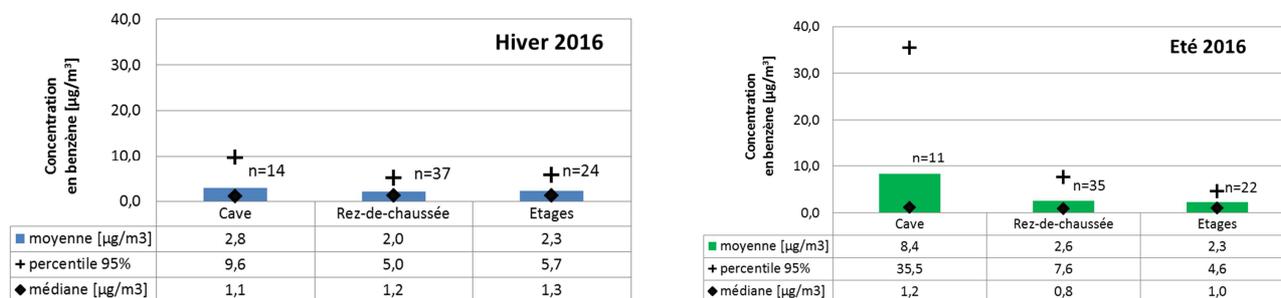


Figure 4 : Statistiques par type de pièces en 2016 en hiver et en été; n= nombre total de sites investigués.

<sup>7</sup> La Médiane est une valeur qui permet de séparer l'ensemble des valeurs en deux parties égales : 50% des valeurs sont supérieures à la médiane, 50% sont inférieures

Globalement, en 2016, les concentrations moyennes en benzène sont les plus élevées dans les caves, aussi bien en été qu'en hiver. Au niveau des pièces de vie, les moyennes sont faibles, elles varient de  $2.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$  au rez-de-chaussée en hiver à  $2.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  au rez-de-chaussée en été.

Une maison, située en dehors du périmètre de la lentille d'hydrocarbures se caractérise par des concentrations mesurées dans la pièce de vie supérieures à  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ( $4,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en hiver et  $10,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en été).

## 5.2.2. Résultats de la qualité de l'air extérieur en 2016

La qualité de l'air extérieur a été suivie sur 9 sites parallèlement aux campagnes de mesures de la qualité de l'air intérieur et sur 4 sites en continu tout au long de l'année 2016 (Figure 5). Notons que deux tubes sur un des sites du boulevard Cordonnier, suivi en continu ont disparu (entre 11 février et 9 mars).

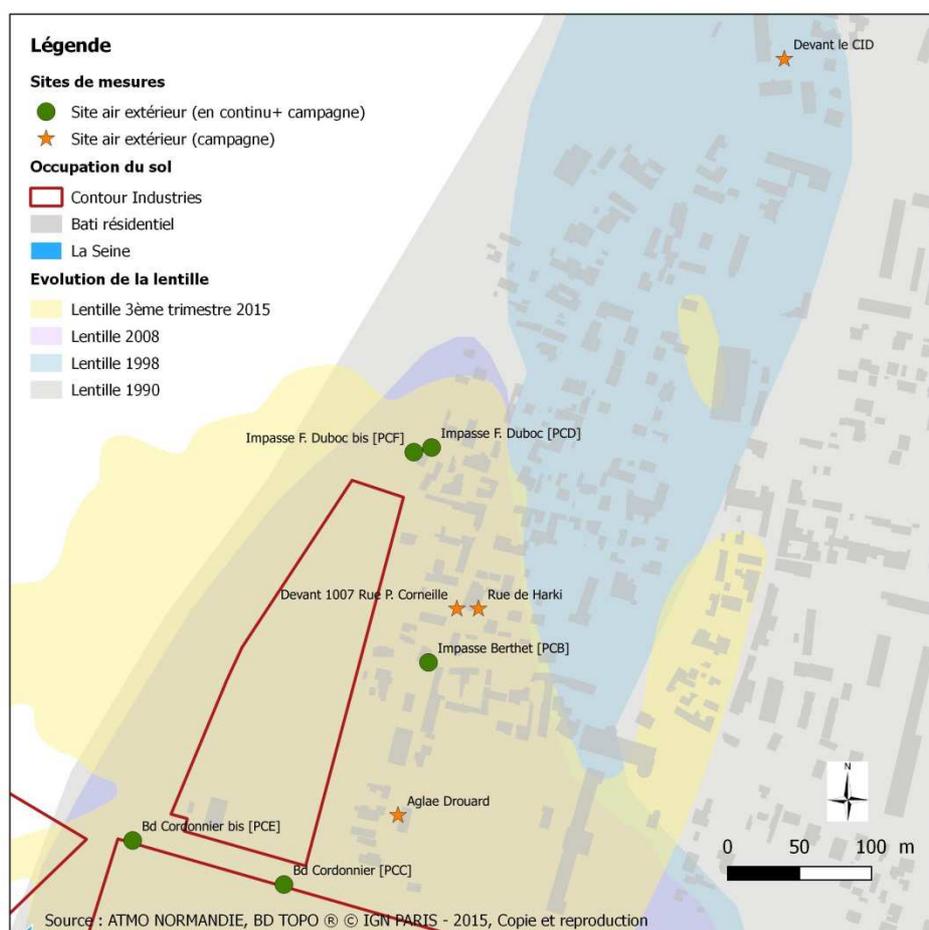


Figure 5 : Sites de mesures de la qualité de l'air extérieur en 2016 (en vert les sites suivis en continu et pendant les campagnes de mesures de la qualité de l'air intérieur et en orange les sites suivis uniquement pendant les campagnes).

Les concentrations moyennes (été/hiver) mesurées sur les sites extérieurs pendant les campagnes hivernale et estivale 2016 sont représentées sur la Figure 6.

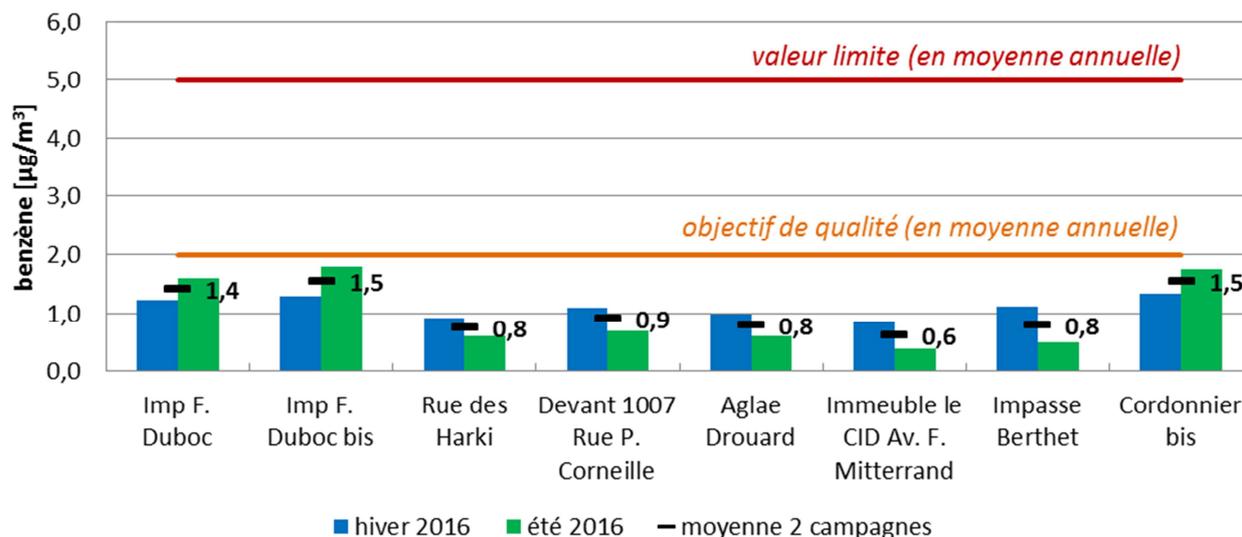


Figure 6 : Concentrations moyennes en air extérieur mesurées pendant les campagnes hivernale et estivale en 2016

Les concentrations moyennes (hiver/été) varient de  $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Av F. Mitterrand) à  $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Imp. F. Duboc bis et Boulevard Cordonnier bis). Ces valeurs issues de la moyenne des deux campagnes de mesures (hiver/été) menées sur 14 jours peuvent être utilisées comme une estimation de la moyenne annuelle. Cependant, comme l'échantillonnage est réduit, la comparaison de ces données au regard de la valeur limite annuelle et de l'objectif de qualité annuel en environnement extérieur est indicative. A cette réserve près, il est à noter qu'aucune des concentrations moyennes ne dépasse la valeur limite en air extérieur ( $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ni l'objectif de qualité annuel ( $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Des variations saisonnières sont observées avec des concentrations en benzène plus élevées en hiver qu'en été, sauf pour les deux sites de l'Impasse François Duboc et pour le site du Boulevard Cordonnier bis, où les concentrations en benzène étaient plus fortes en été (Figure 6).

L'évolution des concentrations mesurées en benzène en continu tout au long de l'année 2016 sur les quatre sites à Petit Couronne est présentée sur la Figure 7. En 2016, les plus fortes concentrations en benzène ont été enregistrées sur les deux sites Impasse François Duboc en janvier et début février avec un maximum de  $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$  enregistré en moyenne sur la période du 28 janvier au 11 février sur le site Impasse François Duboc bis. Cette pointe a été également vue, mais de façon atténuée sur le site Impasse François Duboc situé à une vingtaine de mètres. Les concentrations les plus faibles sont enregistrées sur le site Boulevard Cordonnier.

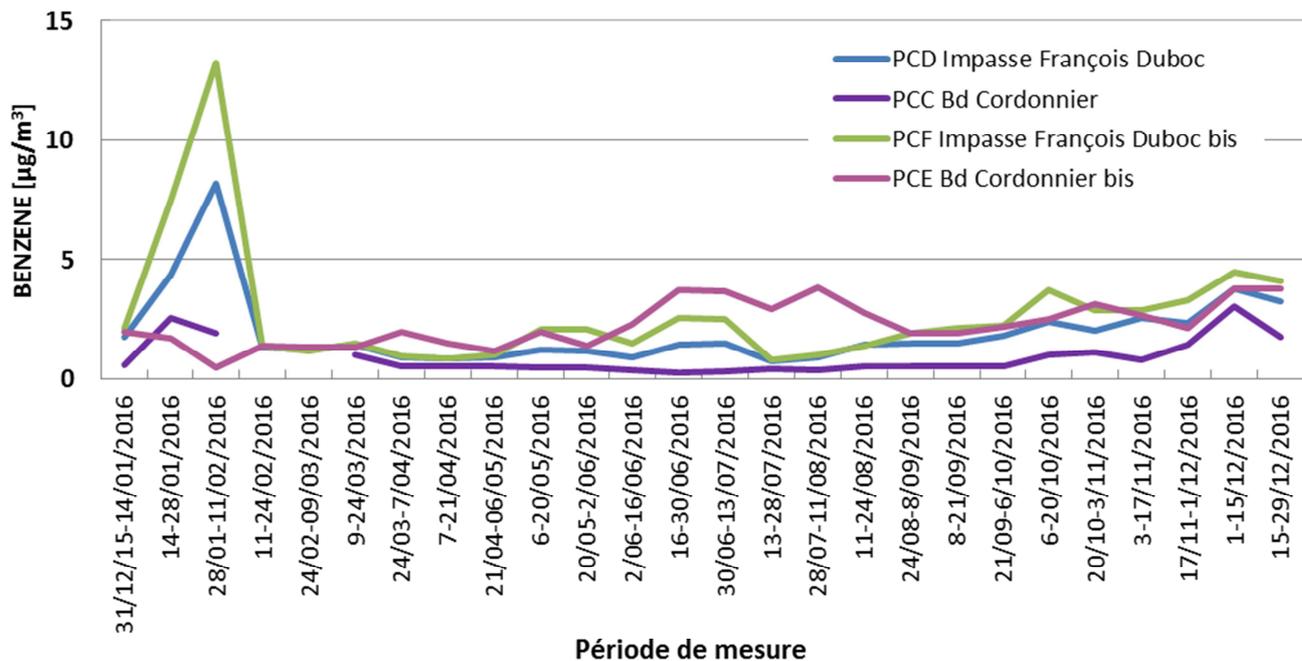


Figure 7 : Evolution des concentrations moyennes en benzène en air extérieur mesurées sur les quatre sites en continu en 2016

Les moyennes annuelles enregistrées sur les sites de l'Impasse François Duboc bis et du Boulevard Cordonnier bis dépassent l'objectif de qualité qui est de  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (Figure 8). La concentration moyenne annuelle en benzène sur le site PCC (Boulevard Cordonnier) situé à proximité de l'ex raffinerie et à une centaine de mètres du site PCF est nettement plus faible.

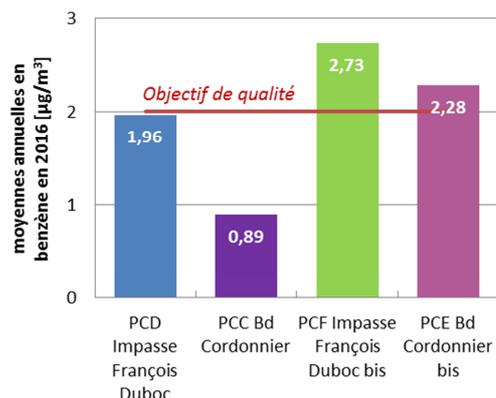


Figure 8 : Moyenne annuelle en air extérieur mesurées sur les quatre sites en continu en 2016

### 5.2.3. Comparaison à titre indicatif des résultats de 2016 par rapport aux valeurs de référence du HCSP

Dans ce chapitre sont pris en compte uniquement les sites communs pour les deux campagnes 2016, hivernale et estivale (cave :  $n=8$ , rez-de-chaussée :  $n=28$ ). Les concentrations moyennes en benzène mesurées lors des 2 campagnes sont comparées dans les graphiques suivants aux valeurs de référence du HCSP (valeur cible =  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , et valeur d'action rapide =  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )<sup>8</sup>. Les valeurs proposées par le HCSP sont des valeurs "long terme" c'est-à-dire des valeurs moyennes sur au moins un an. Les valeurs utilisées pour cette comparaison sont basées sur la moyenne des concentrations en benzène obtenues pendant les deux saisons de mesure (estimation de la moyenne annuelle). Ces mesures ne

<sup>8</sup> Les valeurs de références du HCSP sont définies dans l'encadré en p9 du présent rapport.

couvrant que 2 fois 14 jours sur l'année 2016, les comparaisons avec les valeurs du HCSP sont données à titre indicatif.

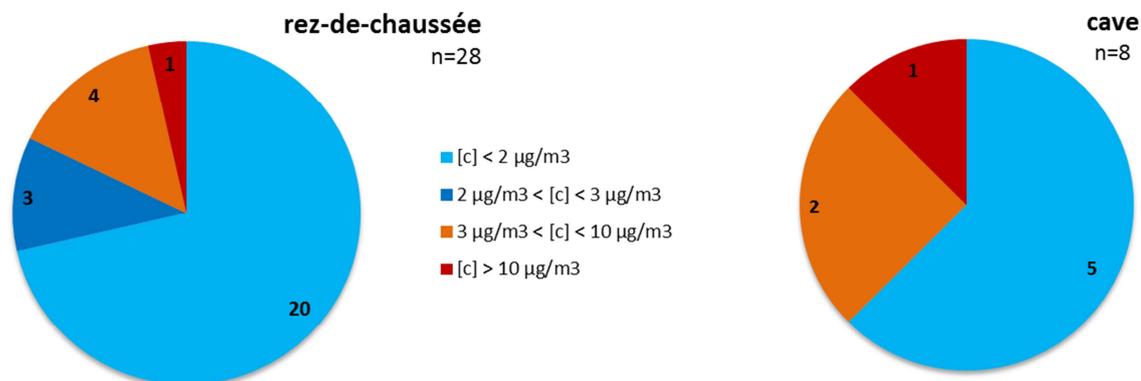


Figure 9: répartition des sites par rapport aux valeurs de référence du HCSP en 2016

En 2016, on observe les éléments suivants :

- Une entreprise est concernée par le dépassement de la valeur d'action rapide dans un bureau,
- Une cave, est concernée par le dépassement de la valeur d'action rapide,
- 8 sites sont concernés par le dépassement de la valeur repère de 2 µg/m³ dans les pièces de vie et 3 sites dans les caves.
- 71% des rez-de-chaussée et 63% des caves respectent la valeur repère HCSP pour 2016.

#### 5.2.4. Comparaison des résultats des campagnes hivernales entre 2008 et 2016

Cette comparaison a été effectuée entre 2008 et 2016 uniquement entre les campagnes hivernales pour lesquelles on dispose d'un échantillon commun important contrairement aux campagnes estivales. Le choix des campagnes hivernales pour le suivi de l'évolution des concentrations en benzène est également justifié par le fait que les concentrations enregistrées lors des périodes hivernales sont généralement plus fortes. Le risque d'exposition des habitants est donc le plus important.

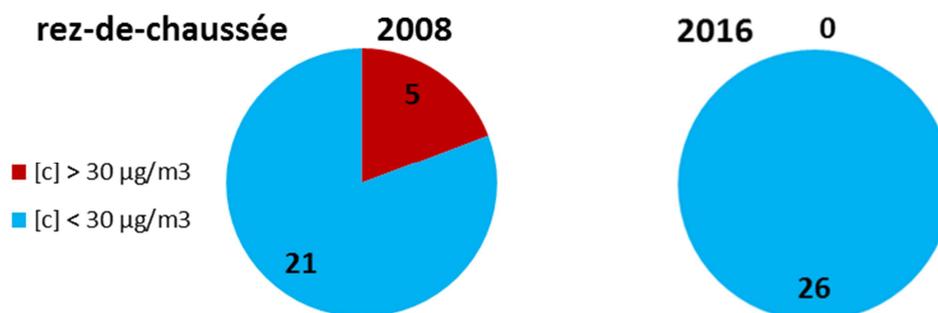


Figure 10 : Evolution de dépassement de la VGAI court terme de l'ANSES entre les campagnes hivernales 2008 et 2016

Il est à noter qu'en 2016, comme en 2015, aucun dépassement de la VGAI court terme proposée par l'ANSES de 30 µg/m³ qui est une moyenne calculée sur 14 jours, n'a été enregistré dans les pièces de vie.

### 5.2.5. Evolution de la qualité de l'air extérieur

L'évolution de la qualité de l'air extérieur est présentée pour les 5 sites extérieurs suivis pendant les campagnes de mesures de la qualité de l'air intérieur depuis 2012. Sur la Figure 11 ont été représentées les moyennes par site et par année, obtenues sur la base des deux campagnes, estivale et hivernale.

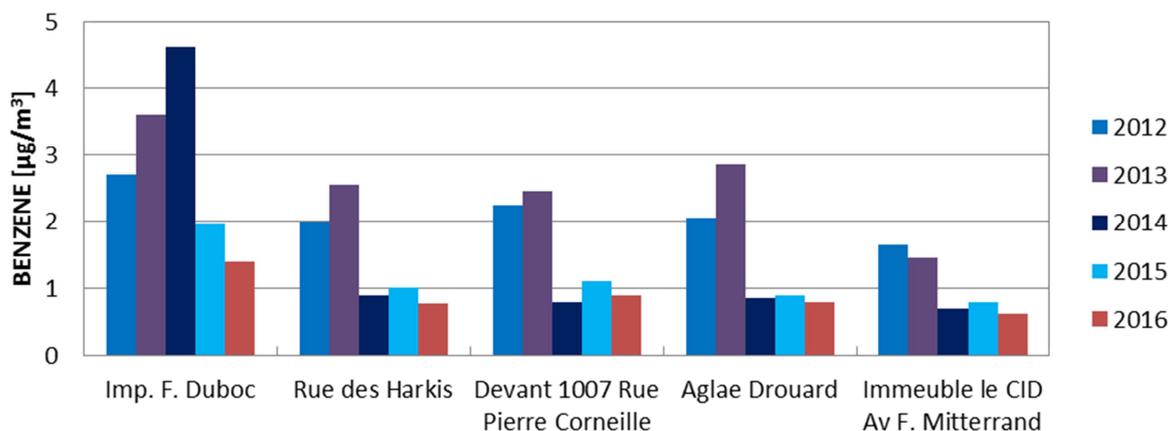


Figure 11 : Evolution de la moyenne en benzène sur deux campagnes (estivale et hivernale) sur 5 sites suivis depuis 2012.

Les moyennes de 2016 sont faibles par rapport aux années 2012 et 2013 sur les 5 sites. Une baisse est enregistrée en 2016 par rapport aux années précédentes. Si l'évolution saisonnière est regardée plus en détail, on remarque que de manière générale les concentrations en benzène sont plus fortes en période hivernale par rapport à l'été. Seul le site Impasse François Duboc se caractérise depuis 2014 par des concentrations en benzène plus fortes pendant les campagnes estivales (Figure 12).

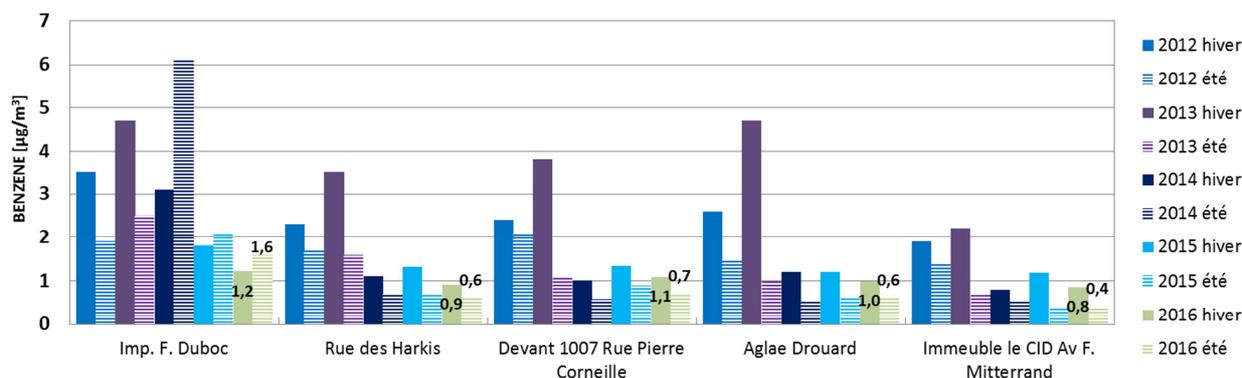


Figure 12 : Evolution des concentrations en benzène mesuré pendant la campagne estivale et hivernale sur 5 sites suivis depuis 2012.

## 6. Interprétation des résultats et discussion

Les résultats des deux campagnes menées en 2016, montrent de manière générale une amélioration de la qualité de l'air intérieur dans la zone touchée par la pollution de la nappe phréatique. Globalement les travaux d'amélioration de la qualité de l'air intérieur montrent leur efficacité. En 2016, dans 18 des 24 bâtiments concernés par les travaux, les concentrations en benzène respectent la valeur repère de  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  proposée par le HCSP. Même si cette valeur se réfère à la moyenne annuelle, elle est utilisée ici à titre indicatif pour pouvoir identifier les sites pour lesquels il est

nécessaire de rester vigilant pour les campagnes futures. Au total, après les dernières campagnes de mesures 9 logements et 1 entreprise sont concernés par le dépassement du seuil de  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dans les pièces de vie. Parmi ces 10 bâtiments, 6 ont fait l'objet de travaux d'amélioration de la qualité de l'air qui ont permis de diminuer les concentrations de benzène en intérieur de 2 à 50 fois. Dans un logement, le propriétaire a refusé l'ensemble des travaux proposés. 3 logements se caractérisent par des concentrations entre 2 et  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Dans 6 bâtiments, les concentrations varient entre 3 et  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  et 1 seul bâtiment se caractérise par des concentrations supérieures à  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Dans 3 de ces bâtiments, au regard des concentrations des autres composés mesurés, comme le toluène, les xylènes, l'éthylbenzène et le n-hexane il est difficile de faire la distinction entre la part liée à l'influence de la pollution de la nappe phréatique par les hydrocarbures de celle liée aux activités des occupants comme la fumée de cigarette ou le chauffage. En particulier, un de ces bâtiments est situé en dehors du périmètre de la lentille d'hydrocarbures. Des investigations supplémentaires sont prévues en 2017, avec notamment la réalisation de mesures de la qualité de l'air intérieur de plus de pièces, à plusieurs niveaux. L'objectif est de pouvoir comprendre les concentrations élevées en benzène et notamment s'assurer de l'absence d'impact de la nappe polluée sur la qualité de l'air intérieur dans ce logement. Dans l'entreprise présentant des concentrations supérieures à  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , il est fort probable que les teneurs en benzène soient en grande partie liées à des sources autres que la lentille. En effet, l'augmentation des concentrations en benzène a été enregistrée après le changement d'activité sur ce site en 2015.

En plus des dépassements dans ces 8 pièces de vie, les dépassements de la valeur repère de  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ont été enregistrés dans 3 caves.

Pour tous ces sites, il est important de rester vigilant lors des campagnes futures.

Les mesures de la qualité de l'air extérieur réalisées en continu en 2016 indiquent que sur 2 des 4 sites suivis les concentrations moyennes annuelles en benzène sont légèrement supérieures à l'objectif de qualité fixé pour ce polluant. Un de ces sites se trouve Boulevard Cordonnier et l'autre dans un « square » Impasse François Duboc. L'évolution annuelle des concentrations montre en janvier/février des pics en benzène, dépassant la valeur de l'objectif de qualité et même de la valeur limite sur le site situé Impasse François Duboc (Figure 6).

Les sites suivis uniquement pendant les campagnes 2016 présentent quant à eux des concentrations faibles en benzène.

Compte tenu des concentrations faibles sur les autres sites suivis, les concentrations élevées en benzène en début de l'année 2016 sur les sites situés Impasse François Duboc semblent être liées à une source de pollution très locale. De plus, depuis deux ans, l'évolution saisonnière des concentrations est différente des autres sites, avec des concentrations plus élevées en été. L'hypothèse de l'influence des activités encore en cours au sein de la raffinerie sur les concentrations élevées en benzène a été évoquée lors du COPIL. Afin de vérifier cette hypothèse, en 2016, un nouveau site proche de la raffinerie, situé du côté du boulevard de Cordonnier, a été instrumenté. Ce site présente des concentrations supérieures à l'objectif de qualité mais n'enregistre pas les mêmes pics en début de l'année. L'évolution du n-hexane, sur ce site est également différente par rapport au site Impasse François Duboc ce qui suggère des sources distinctes (Figure 13). Des mesures se poursuivent en 2017 sur ces sites pour vérifier le respect des valeurs réglementaires.

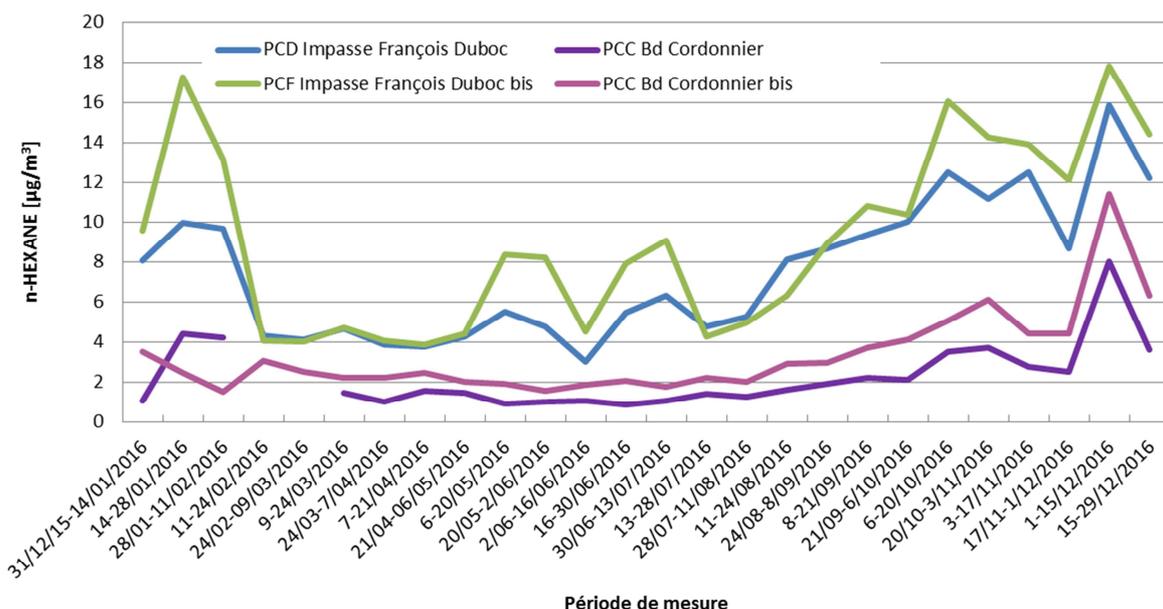


Figure 13 : Evolution des concentrations moyennes en n-hexane en air extérieur mesurées sur les quatre sites en continu en 2016

## 7. Conclusion et recommandations

Les résultats présentés dans ce rapport s'appuient sur la réalisation de deux campagnes de mesures (février-mars 2016 et septembre 2016) à Petit Couronne, dans des bâtiments situés au-dessus ou à proximité d'une nappe phréatique polluée par des hydrocarbures. Ils concernent les mesures de benzène à l'intérieur de certains bâtiments (logements, entreprises, bâtiments communaux) de la zone d'étude et en air extérieur.

Les principales conclusions sont les suivantes :

- De manière générale une amélioration de la qualité de l'air intérieur est observée dans la zone touchée par la pollution de la nappe phréatique suite aux travaux effectués dans les habitations.
- En 2016, un dépassement de la valeur d'action rapide proposée par l'ANSES a été enregistré dans un bureau d'une entreprise, a priori indépendant à la pollution de la nappe phréatique. Seule une cave est encore concernée par le dépassement de cette valeur.
- Les concentrations en benzène (en air intérieur et en air extérieur) varient entre les années et les saisons. D'une part, cette variation peut s'expliquer par l'évolution de la hauteur de la nappe phréatique. Généralement en hiver, en raison de précipitations plus importantes, le niveau de la nappe phréatique est plus haut (plus près du sol) et la lentille d'hydrocarbures peut alors potentiellement impactée plus facilement la qualité de l'air intérieur (cela a été particulièrement le cas durant l'hiver 2013). Au contraire, l'été, le niveau de la nappe est au plus bas (plus loin de la surface du sol) à cause de la baisse des précipitations. L'impact de la lentille de pollution sur la qualité de l'air est alors plus faible. D'autre part, ces variations peuvent être liées à des sources internes (systèmes de chauffage, tabagisme...) et à l'aération des logements généralement plus importante en période estivale. Les concentrations en benzène de l'air extérieur, servant à l'aération des

bâtiments, sont aussi, de façon générale, plus faibles en été (sauf pour le site Impasse François Duboc).

- Sur les sites communs aux campagnes de 2008 et 2016, les concentrations en benzène en air intérieur ainsi que le nombre de dépassements des valeurs de référence ont diminué. Cette évolution s'explique notamment par les travaux d'amélioration de la qualité de l'air intérieur réalisés depuis 2008 dans certaines habitations.
- La campagne estivale met en évidence 8 bâtiments où la concentration en benzène dépasse encore la valeur de  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dans les pièces de vie. Cette valeur est l'une des valeurs repères définies par le HCSP. Il faudra rester vigilant pour ces sites lors des campagnes futures et s'assurer du bon fonctionnement des systèmes d'amélioration de la qualité de l'air intérieur.
- Une maison, située en dehors du périmètre de la lentille d'hydrocarbures se caractérise par des concentrations mesurées dans les pièces de vie supérieures à  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Des investigations supplémentaires y seront menées en 2017.
- La moyenne annuelle en benzène enregistrée en air extérieur sur les sites suivis en continu dépasse l'objectif de qualité sur deux des 4 sites suivis (au niveau de l'impasse François Duboc et Boulevard Cordonnier). Les résultats de mesures montrent des pics importants en début de l'année 2016, d'où l'importance de maintenir une surveillance de la qualité de l'air extérieur en continu dans cette zone.

Suite aux travaux d'amélioration engagés dans la zone touchée par la pollution de la nappe phréatique, la qualité de l'air à l'intérieur des bâtiments s'est améliorée depuis le début des campagnes de surveillance. Il reste néanmoins quelques bâtiments où la concentration en benzène dépasse la valeur repère fixée par le HCSP. Du fait de l'amélioration de la qualité de l'air dans la plupart de bâtiments, la surveillance de la qualité de l'air intérieur pourrait être allégée pour les campagnes à venir. Les investigations annuelles relatives à la qualité de l'air intérieur pourraient être concentrées sur les bâtiments qui restent concernés par un dépassement de la valeur repère de  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ou équipés d'un système d'amélioration de la qualité de l'air intérieur. Le but est de vérifier que les systèmes mis en place restent efficaces au cours du temps et de suivre les améliorations dans les bâtiments dans lesquels des systèmes vont être mis en place ou renforcés. Pour les autres bâtiments, des campagnes tournantes sur un échantillon de bâtiments pourraient être envisagées afin de maintenir une surveillance sur cette zone et détecter le cas échéant une éventuelle augmentation des concentrations.

## **8. Pages complémentaires**

---

### **8.1. Bibliographie**

- AIR NORMAND, 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, année 2015. Rapport d'étude n°1180-013
- AIR NORMAND, 2014. 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, année 2014. Rapport d'étude n°1180-011
- AIR NORMAND, 2013. 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, année 2013. Rapport d'étude n°12\_19\_14

- AIR NORMAND, 2012. Evaluation du benzène dans les habitations de Petit-Couronne situées dans la zone résiduelle touchée par une pollution de la nappe phréatique aux hydrocarbures Programme pluriannuel – phase 3, Année 2012. Rapport d'étude n°11\_19\_13\_phase 3
- AIR NORMAND, 2011. Evaluation du benzène dans les habitations de Petit-Couronne situées dans la zone résiduelle touchée par une pollution de la nappe phréatique aux hydrocarbures Programme pluriannuel – phase 2, Année 2011. Rapport d'étude n°11\_04\_11\_phase 2
- AIR NORMAND, 2010. Evaluation du benzène dans les habitations de Petit-Couronne situées dans la zone résiduelle touchée par une pollution de la nappe phréatique aux hydrocarbures - Programme pluriannuel – phase 1, Année 2010. Rapport d'étude n° 09\_12\_10\_phase 1
- AIR NORMAND, 2009. Evaluation du benzène dans les habitations de Petit-Couronne situées dans la zone résiduelle touchée par une pollution de la nappe phréatique aux hydrocarbures – mesures complémentaires (08.06-22.06.2009). Rapport d'étude n° E 09\_09\_09
- AIR NORMAND, 2009. Evaluation du benzène dans les habitations de Petit Couronne situées dans la zone résiduelle touchée par une pollution de la nappe phréatique aux hydrocarbures – mesures complémentaires (17.11 – 3.12.2008). Rapport d'étude n° E 08\_19\_09
- AIR NORMAND, 2008. Evaluation du benzène dans les habitations de Petit Couronne situées dans la zone résiduelle touchée par une pollution de la nappe phréatique aux hydrocarbures. Rapport d'étude n° E 08\_07\_08
- AIR NORMAND, 2007. Mesures complémentaires de benzène dans une habitation de Petit-Couronne située dans la zone touchée par une pollution de la nappe phréatique aux hydrocarbures. Rapport d'étude n° E 07\_12\_07
- AIR NORMAND, 2006. Evaluation des teneurs en benzène dans des habitations et des lieux publics de Petit-Couronne situés dans la zone touchée par une pollution de la nappe phréatique aux hydrocarbures. Rapport d'étude n° E 05\_04\_06.