

Suivi du benzène, toluène, xylènes et naphthalène dans l'environnement de la zone industrielle du Havre

Année 2014



Avertissement

Air Normand est l'association agréée de surveillance de la qualité de l'air en Haute-Normandie. Elle diffuse des informations sur les problématiques liées à la qualité de l'air dans le respect du cadre légal et réglementaire en vigueur et selon les règles suivantes :

La diffusion des informations vers le grand public est gratuite. Air Normand 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.airnormand.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'Air Normand 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 Air Normand par des tiers, l'utilisation de ces données et informations ne saurait valoir validation par Air Normand de leur exactitude. La responsabilité d'Air Normand 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.

Air Normand 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 Air Normand 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'Air Normand ne pourrait en aucun cas se substituer à celle du décideur.

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

Rapport n° 1202-019

Le 29 juillet 2015,

La rédactrice,
Fiona PELLETIER

Le responsable du pôle « *campagnes de mesure et exploitation des données* »,
Sébastien LE MEUR

Air Normand – 3, Place de la Pomme d'Or - 76000 ROUEN

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

www.airnormand.fr

Résumé

Dans le cadre du Programme de Surveillance de la Qualité de l'Air 2010-2015 d'Air Normand et en prévision d'une éventuelle étude de risques sanitaires de zone sur le secteur du Havre, un programme de surveillance des pollutions industrielles au tour de la zone industrielle (ZI) du Havre a été défini pour la période 2013 à 2015 afin de faire un état des lieux des concentrations en un certain nombre de polluants. Ce programme prévoyait notamment en 2014 des mesures dans l'air ambiant de benzène, toluène, xylènes et naphthalène (par tubes à diffusion passive) en zone industrielle et dans les zones habitées aux alentours.

Le présent rapport expose et analyse les résultats de ces mesures.

Les principales conclusions tirées de ce travail sont les suivantes :

- L'impact des émissions industrielles est visible dans la zone industrielle où les concentrations sont les plus importantes. Les sites aux alentours de la ZI sont moins impactés par les émissions provenant des industriels de la ZI. L'impact varie selon la vitesse et la direction des vents.
- La moyenne annuelle de benzène estimée pour l'année 2014 à partir des résultats de la campagne de mesure est inférieure à l'objectif de qualité qui est de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur tous les sites se trouvant en zone habitée. Seuls 2 sites localisées en zone industrielle dépassent cet objectif mais présentent des concentrations annuelles inférieures à la valeur limite de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Les concentrations en benzène et toluène mesurées dans et aux alentours de la ZI ont diminuées d'un facteur 2 entre l'étude réalisée en 2006 et la présente étude de 2014. La diminution est cohérente avec les émissions dans l'air déclarées par les industriels. Les concentrations en xylènes entre 2006 et 2014 sont quant à elles restées stables.
- Les concentrations en naphthalène sont faibles. Les concentrations au niveau du site de mesures n°21 (à l'extrémité Est de la zone industrielle) sont légèrement plus élevées que dans le reste de la zone d'étude. Les concentrations en naphthalène ont été comparées à celles mesurées en 2010-2011 dans la zone de Port Jérôme et elles sont du même ordre de grandeur.

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.....	10
3.3. Matériel et modèles.....	10
3.4. Méthode	11
3.5. Origine des données	13
3.6. Limites	14
4. Déroulement.....	14
5. Résultats.....	15
5.1. Résultats bruts	15
5.2. Résultats transformés.....	15
6. Interprétation des résultats et discussion	29
7. Conclusion et recommandations	34
8. Pages complémentaires.....	34
8.1. Annexes.....	34
8.2. Bibliographie	40

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

CODAH : COmmunauté de l'Agglomération Havraise

COFIL : COmité de PILotage

COV : Composé Organique Volatil

COVNM : Composé Organique Volatil Non Méthanique

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

FSM : Fondation Salvatore Maugeri

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

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

PPA : Plan de Protection de l'Atmosphère

PSQA : Plan Régional pour la Qualité de l'Air

PRSE : Plan Régional Santé Environnement

SPPPI : Secrétariat Permanent pour la Prévention des Pollutions Industrielles

SRCAE : Schéma Régional Climat Air Énergie

VGAI : Valeur-Guide Air Intérieur

ZI : Zone Industrielle

2. Introduction

Dans le cadre du Programme de Surveillance de la Qualité de l'Air (PSQA) 2010-2015 d'Air Normand et en cohérence avec les études sanitaires de zone, les travaux du groupe de travail santé-environnement du SPPPI et les travaux de la commission Air, un programme complémentaire de surveillance des pollutions industrielles au tour de la zone industrielle du Havre (2013, 2014, 2015) a été défini.

Ce programme de surveillance comporte :

- des prélèvements et analyses de dioxines, furanes et métaux dans les retombées atmosphériques et dans les bioindicateurs.
- différentes mesures dans l'air ambiant à savoir :
 - le prélèvement et l'analyse de métaux particulaires et le suivi du mercure gazeux sur trois sites répartis sur la zone industrielle à proximité d'AUXITEC, de CARE Sogestrol et du Centre APAVE de Sandouville en 2013,
 - Le suivi du benzène, toluène, xylènes et naphtalène (par tubes à diffusion passive) en zone industrielle et dans les zones habitées aux alentours, en 2014,
 - Le suivi du 1,3-butadiène en zone industrielle sous les vents d'OMNOVA Solutions en 2015.

Le présent rapport expose et analyse uniquement les résultats des mesures de benzène, toluène, xylènes et naphtalène (par tubes à diffusion passive) réalisées en 2014 en zone industrielle du Havre et dans les zones habitées aux alentours.

Il est destiné à l'ensemble des partenaires de la convention d'études (la Communauté d'Agglomération Havraise, le communauté de Communes de Saint-Romain-de-Colbosc, l'ensemble des entreprises concernées représentées par la Chambre de Commerce et d'Industrie du Havre et par l'association des usagers de la plaine alluviale de l'estuaire de la Seine, l'association Ecologie pour le Havre, l'association UFC Que Choisir Haute-Normandie et l'Agence Régionale de Santé).

Il est ensuite rendu disponible sur le site www.airnormand.fr pour tout public intéressé.

3. Eléments nécessaires à la compréhension du document

3.1. Définitions

Benzène : Le benzène est un hydrocarbure aromatique monocyclique qui se trouve naturellement dans le pétrole brut et les produits extraits du gaz naturel. Il est obtenu habituellement par distillation de ces produits. C'est un liquide incolore, très volatil, à l'odeur agréable dite « aromatique », et perceptible dans l'air, selon les individus entre 3,2 et 39 mg/m³. Les emplois du benzène sont multiples : il sert de matière première pour la fabrication de nombreux produits d'importance industrielle (plastiques, fibres synthétiques, solvants, pesticides, colles, peintures...) et il entre dans la composition des essences grâce à ses propriétés antidétonantes susceptibles d'améliorer l'indice d'octane.

Toluène et xylènes : Comme le benzène, ces deux polluants font parties des Hydrocarbures Aromatiques Monocycliques. En extérieur, la principale source de toluène est les émissions automobiles. En effet, son adjonction aux supercarburants leurs donnent des propriétés antidétonantes qui permettent le bon fonctionnement des véhicules automobiles (amélioration de l'indice d'octane). Enfin, il peut également être émis dans l'air ambiant par des industries qui le produisent ou l'utilisent. En effet, il intervient dans la fabrication du Nylon, de produits pharmaceutiques et cosmétiques ... Les xylènes (ortho, méta et para) sont des substances ubiquitaires.

Ils ont été détectés dans l'air, les eaux de pluie, les sols, les eaux de surface, les sédiments, les eaux de boisson... Dans l'industrie, ils sont utilisés comme solvants. En extérieur, ils sont émis par les véhicules automobiles. En effet, comme le toluène ils sont ajoutés dans les essences pour améliorer leur indice d'octane.

Naphtalène : Le naphtalène est un hydrocarbure aromatique polycyclique volatil. En France, la présence de naphtalène dans l'air ambiant peut résulter de la combustion de la biomasse (feux de forêt, chauffage domestique au bois...) mais également du trafic routier. Certaines industries (cokeries, centrales à charbon, etc.) sont émettrices de naphtalène.

Composé Organique Volatil Non Méthanique (COVNM) : Les composés organiques volatils (COV) peuvent être définis en fonction de leurs caractéristiques physiques et/ou de leur réactivité chimique. Ce sont des molécules contenant des atomes de carbone et d'hydrogène, ce dernier pouvant être substitué par d'autres atomes comme l'azote, les halogènes, le soufre, ou le phosphore. Ces composés se trouvent à l'état de gaz ou de vapeur dans des conditions normales de température et de pression. Les COV peuvent être introduits directement dans l'atmosphère (polluants primaires) ou bien résulter de réactions chimiques ou photochimiques au contact d'autres espèces présentes dans la troposphère (polluants secondaires). Le méthane est un COV particulier du fait de ses sources d'émission (agriculture et milieu naturel), des flux importants émis dans l'atmosphère et d'une comptabilisation spécifique. En outre, il participe au phénomène d'effet de serre alors que les autres COV ont un impact limité sur la pollution photochimique. Pour ces derniers, on parle alors des Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM). Les polluants gazeux étudiés ici sont des COVNM.

Rose des vents : Une rose des vents est une figure représentant la fréquence des directions d'où vient le vent durant une période donnée, aux points cardinaux (nord, est, sud et ouest) et aux directions intermédiaires). En dessous de 1 m/s on parle de vents faibles. Ces vents ne sont pas pris en compte dans les roses des vents présentées dans ce rapport car leur direction n'est pas bien établie. Ainsi, sur l'exemple ci-dessous, la rose des vents montre que les vents dominants proviennent durant l'année 2014:

- de la direction de l'est-sud-est (110° - 130°) durant 13,4% du temps,
- de la direction du sud-ouest (230° - 250°) durant 9,5% du temps.

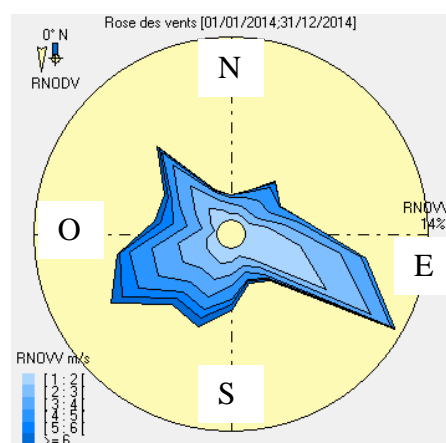


Figure 1 : exemple de rose des vents à la station de mesure de Renault Sandouville - 2014

3.2. Contexte

Une Etude de Risque Sanitaire (ERS) sur la zone de Port Jérôme a été réalisée en 2010-2011 [11]. Il est envisagé de réaliser le même type d'étude autour de la zone industrielle du Havre. Sur la base de

l'expérience acquise dans le cadre de l'ERS de Port Jérôme, une liste de polluants complémentaires à la surveillance déjà réalisée sur le Havre a été établie afin d'apporter des éléments d'estimation des concentrations autour de la ZI du Havre.

Par ailleurs, dans le cadre de la surveillance de leur impact sur l'environnement prévue par l'arrêté PNSE II (Plan National Santé Environnement), les émetteurs de benzène de la zone industrielle du Havre doivent assurer une surveillance de la qualité de l'air pour certaines substances dont le benzène dans l'air ambiant. Parallèlement, pour répondre aux objectifs de la surveillance fixés dans son PSQA, Air Normand a mené des campagnes de mesure de benzène autour des principaux émetteurs de l'estuaire de la Seine afin de compléter l'évaluation de la qualité de l'air effectuée sur le secteur, de vérifier la représentativité des sites fixes actuels et de s'assurer que des concentrations plus élevées ne soient pas mesurées sur d'autres sites que les stations permanentes existantes.

Ainsi en 2006, une campagne de mesures du benzène¹ par tubes passifs avait permis de mettre en évidence des sites plus impactés par les émissions industrielles de la zone industrielle du Havre [1].

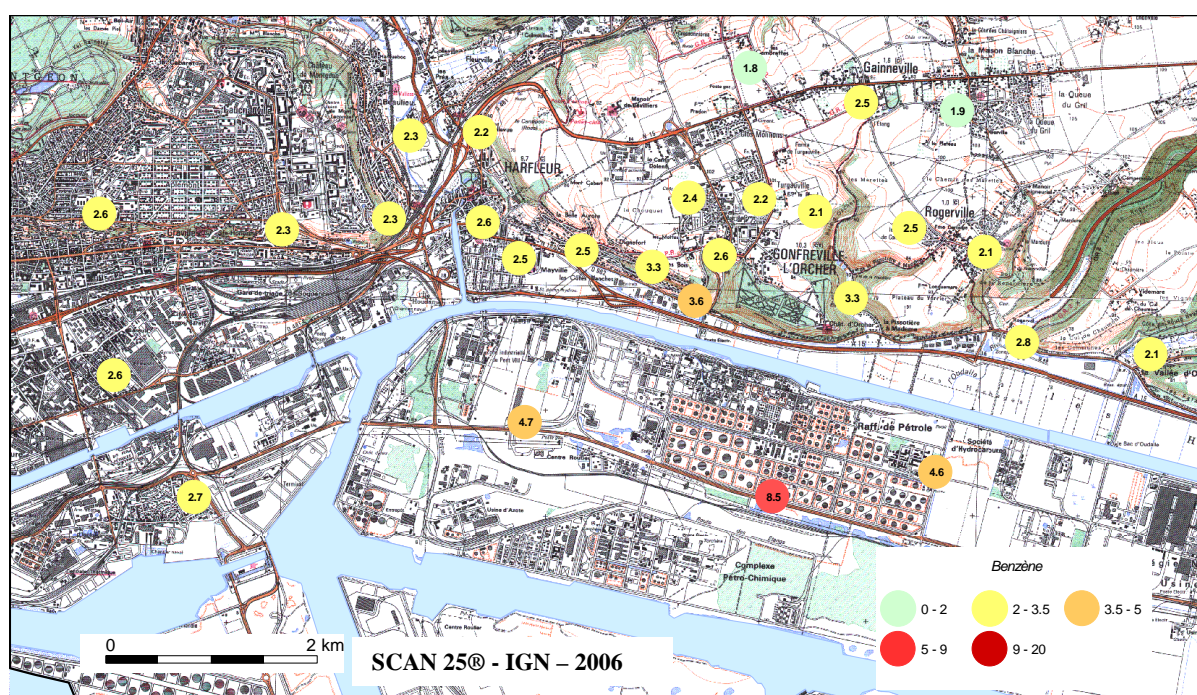


Figure 2 : Concentrations moyennes en benzène sur les 6 campagnes de janvier à mars 2006 [1]

Sur la carte ci-dessus tirée des campagnes menées en 2006 (Figure 2), l'impact des émissions industrielles de benzène est visible, aussi bien en zone industrielle (où les concentrations sont les plus importantes) que sur les secteurs habités qui sont plus ou moins touchés en fonction des directions et vitesses de vent.

En moyenne sur 3 mois, l'impact majeur en zone habitée est observé au niveau de la route d'Orcher et en pied de falaise sur la commune de Gonfreville l'Orcher.

Suite à cette campagne, deux sites supplémentaires de surveillance du benzène ont été ajoutés sur la commune de Gonfreville l'Orcher en pied de falaise (côte blanche – GOR CBL et pissotière à Madame – GOR PST). L'évolution des concentrations moyennes annuelles de benzène au niveau des 2 sites de Gonfreville entre 2006 et 2014 est représentée sur le graphique ci-après (Figure 3) :

¹ Ainsi que de toluène, éthylbenzène et xylènes

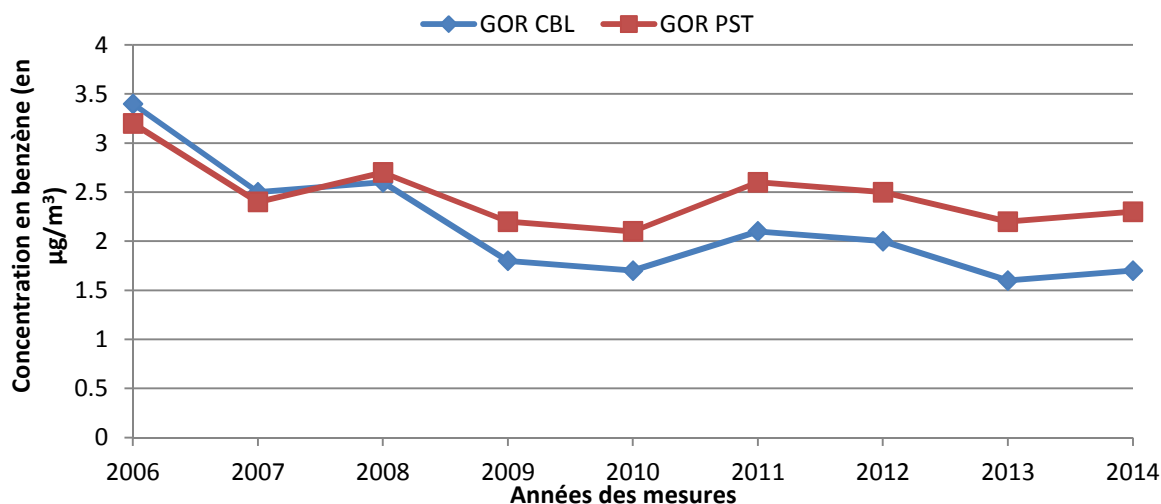


Figure 3 : évolution des moyennes annuelles de benzène sur les sites de GOR CBL et GOR PST de 2006 à 2014
(en 2006 : valeur moyenne des 6 campagnes de l'étude citée précédemment [1];

les années suivantes : moyennes annuelles en continu à savoir mesures hebdomadaires sur les 52 semaines de chaque année)

Une baisse des concentrations est observée. En 2014, la moyenne annuelle du site de GOR CBL était inférieure à l'objectif de qualité de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ par contre la moyenne annuelle du site de GOR PST ($2.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) était légèrement supérieure à l'objectif de qualité.

Par ailleurs, les industriels sont tenus de déclarés leurs émissions annuelles en benzène, naphtalène et composés organiques volatils non méthaniques, au-delà d'un seuil réglementaire. Les données pour l'année 2014 ne sont pas encore publiées. C'est pourquoi dans la suite de ce rapport, ce sont les données de l'année 2013 et des années précédentes qui seront utilisées. [2]

Emetteurs déclarés de benzène (au-delà de 1000 kg dans l'air /an) :

Etablissements	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014*
Chevron Oronite Sas Usine De Gonfreville L'Orcher	7 710	7 710	7 710	2 500	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Edf Unite De Production Thermique Du Havre	n.d.	n.d.	n.d.	1 080	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Lafarge Ciments Usine Du Havre Saint Vigor	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	1 130	1 240	n.d.	1277
Raffinerie De Normandie	67 100	28 400	26 500	25 200	24 600	21 400	21 600	9 310	12 900	11618
Sogestrol 1 Et 2	4 700	5 270	6 620	5 640	6 910	5 960	4 300	1 330	1 820	1384
Total Petrochemicals France Usine De Gonfreville	35 300	38 200	29 900	25 700	30 800	26 800	26 200	19 600	19 900	23096

Emetteurs déclarés de naphtalène (au-delà de 100 kg dans l'air / an) :

Etablissements	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014*
Lafarge Ciments Usine Du Havre Saint Vigor	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	535	838	n.d.	119
Raffinerie De Normandie	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	169	n.d.	101	86

Emetteurs déclarés de COVNM (au-delà de 30 000 kg dans l'air / an) :

Etablissements	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Chevron Oronite Sas Usine De Gonfreville L'Orcher	193 000	267 000	260 000	211 000	225 000	216 000	212 000	104 000	106 000
Cim Chargement De Navires	n.d.	n.d.	148 000	189 000	171 000	139 000	130 000	86 100	74 400
Compagnie Industrielle Maritime	229 000	226 000	91 300	90 100	77 100	71 700	77 000	63 600	84 800
Edf Unite De Production Thermique Du Havre	35 100	n.d.	44 600	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Eramet établissement Du Havre Sandouville	94 000	49 000	43 300	35 900	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Lafarge Ciments Usine Du Havre Saint Vigor	n.d.	n.d.	33 100	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Omnova Solutions	171 000	137 000	137 000	68 800	54 900	161 000	66 700	34 500	30 800
Ppg Coatings Manufacturing Sarl	69 000	69 500	134 000	126 000	126 000	128 000	106 000	119 000	199 000
Raffinerie De Normandie	1 780 000	2 160 000	2 370 000	2 250 000	2 180 000	2 000 000	1 670 000	1 230 000	1 340 000
Renault Sandouville	1 040 000	542 000	507 000	423 000	211 000	231 000	222 000	147 000	114 000
Serep	n.d.	n.d.	33 900	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Sogestrol 1 Et 2	465 000	382 000	324 000	107 000	123 000	111 000	98 400	98 400	93 700
Total Fluides	181 000	178 000	206 000	396 000	205 000	183 000	176 000	130 000	121 000
Total Petrochemicals France Usine De Gonfreville	2 450 000	2 390 000	2 070 000	1 700 000	1 620 000	1 300 000	1 310 000	1 390 000	1 050 000

« nd » = en dessous du seuil règlementaire, pas d'obligation de déclaration l'année concernée, donnée non disponible ou incorrecte

*Les données de 2014, fournies par la DREAL, n'ont pas encore été validées et publiées sur iREP, elles sont données à titre indicatif.

Source : iREP [2]

Les émetteurs de benzène les plus importants sur la zone industrielle du Havre en 2013² sont : Total Petrochemicals France (émissions canalisées de l'unité aromatique n°3, de l'unité styrène et du vapocraqueur), la Raffinerie de Normandie (émissions diffuses de l'ensemble des unités et du bassin de décantation) et Sogestrol 1 & 2 (émissions diffuses via les toits flottants des bacs de stockage). Selon la DREAL, en 2014, Lafarge compte parmi les émetteurs de benzène. Ces émissions proviennent du four, elles sont canalisées et dépendent entièrement de la nature des déchets qui y sont brûlés.

Seule la Raffinerie de Normandie a déclaré des émissions de naphtalène pour l'année 2013 (source principale : l'unité de cogénération). Selon la DREAL, en 2014, Lafarge compte parmi les émetteurs de naphtalène. Ces émissions proviennent du four, elles sont canalisées et dépendent entièrement de la nature des déchets qui y sont brûlés.

Les émetteurs les plus importants de COVNM sur la zone industrielle du Havre en 2013 sont : la Raffinerie de Normandie, Total Petrochemicals France, Ppg coatings SARL, Total fluides, Renault Sandouville et Chevron Oronite SAS et Sogestrol 1 & 2.

Globalement les émissions déclarées ont diminuée depuis 2006.

3.3. Approche choisie

Dans le cadre de ce suivi, il a été décidé de mesurer en plus du benzène qui est réglementé, le toluène, les xylènes et le naphtalène. Ces composés sont également émis par certaines industries de la zone industrielle du Havre et figurent parmi les COVNM d'intérêt mis en évidence dans le cadre de l'Etude de Risques Sanitaires de zone sur le secteur pétrochimique de Port Jérôme [9].

Pour cette étude, les mesures ont été réalisées à l'aide de tubes à diffusion passive. Cette technique a été choisie car elle est facile à mettre en place et ne nécessite pas d'alimentation électrique. Elle permet d'instrumenter simultanément un nombre important de sites de mesures ce qui permet de disposer d'information sur la répartition spatiale des polluants.

Afin de cartographier la répartition des concentrations des différents composés retenus dans le cadre de cette étude, 26 sites de mesure répartis au sein et autour de la zone industrielle du Havre ont été sélectionnés. Ils sont présentés plus en détail dans le chapitre 3.5 (« Méthode »).

18 des sites choisis lors de l'étude réalisée en 2006 ont été conservés afin de pouvoir estimer l'évolution de concentrations de benzène depuis cette date. Les points de mesure les plus éloignés de la zone industrielle qui avaient été choisis en 2006 ont été éliminés pour cette nouvelle étude. Par contre de nouveaux points de mesure, plus à l'Est, ont été ajoutés de manière à couvrir l'ensemble de la zone industrielle du Havre.

3.4. Matériel



Les prélèvements ont été réalisés à l'aide d'échantillonneurs passifs Radiello® par diffusion sur des cartouches adsorbantes (Figure 4). Pour les prélèvements, les échantillonneurs ont été installés dans des abris de protection (Figure 5) afin de les protéger de la pluie qui les rendrait inutilisables.

Figure 4 : système d'échantillonnage passif Radiello®

² A la date de rédaction de ce rapport les données d'émissions des industriels pour l'année 2014 ne sont pas encore publiées sur iREP, c'est pourquoi pour l'ensemble de ce rapport ce sont les données de 2013 qui seront utilisées.



Figure 5 : exemples de l'installation sur site du système d'échantillonnage dans son abri

Après exposition, les échantillonneurs passifs sont envoyés au laboratoire de chimie de la Fondation Salvatore Maugeri (Italie) pour analyse par désorption thermique et chromatographie en phase gazeuse (détecteur spectromètre de masse) selon la norme NF EN 14662-4 de novembre 2005.

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.

3.5. Méthode

26 sites des mesures répartis au sein et aux alentours de la zone industrielle du Havre ont été investigués pendant l'année 2014. Ces 26 sites de mesures sont représentés sur la Figure 6 ci-après.

Sur les 26 sites, 7 sites de mesures sont répartis au sein de la zone industrielle du Havre proche des émetteurs potentiels (sites n° 20 à 26). En fonction de la direction des vents pendant les 12 semaines de mesures, il pourrait être possible de différencier les émetteurs ou au moins des groupes d'émetteurs potentiels.

Les autres sites de mesures sont réparties aux alentours de la zone industrielle, de la commune de Sandouville à l'Est jusqu'au quartier des Neiges au Havre à l'Ouest. Le site situé le plus au Nord se trouve sur la commune de Harfleur (site n°5 : rue du maréchal de Lattre de Tassigny). Ces sites, plus ou moins proches de la zone industrielle, sont localisés dans des zones habitées pour évaluer l'exposition réelle des riverains aux émissions potentielles de la zone industrielle.

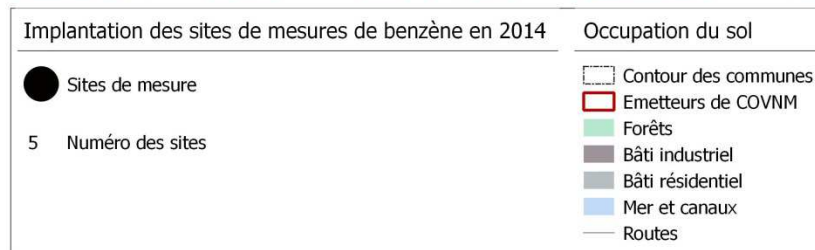
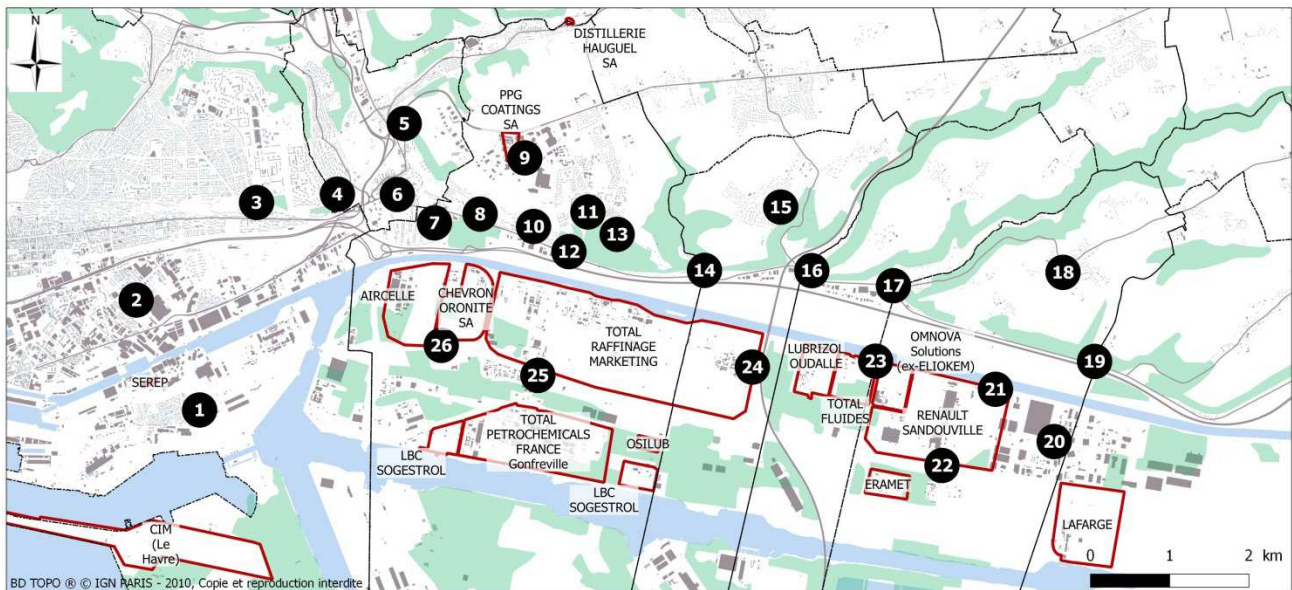


Figure 6 : carte de situation des 26 sites de mesures

- | | |
|--|--|
| 1 = Le Havre - station Les Neiges* | 14 = Gonfreville - GOR PST* |
| 2 = Le Havre - rue Blasco Ibanez* | 15 = Rogerville - station de mesure* |
| 3 = Le Havre - station Caucriauville* | 16 = Oudalle - routes des Falaises* |
| 4 = Harfleur - chemin de Caucriauville* | 17 = Sandouville - La Vallée* |
| 5 = Harfleur - rue Maréchal de Lattre de Tassigny* | 18 = Sandouville - Le Vachat |
| 6 = Harfleur - station d'Harfleur* | 19 = Sandouville - Mortemer |
| 7 = Gonfreville - rue de la Lézarde* | 20 = Sandouville - voie des Bécassines |
| 8 = Gonfreville - chemin de Saint Digneport* | 21 = Sandouville - route du canal de Tancarville |
| 9 = Gonfreville - zone commerciale de l'Estuaire* | 22 = Sandouville - route industrielle |
| 10 = Gonfreville - route d'Orcher* | 23 = Oudalle - ZI panneau de signalisation |
| 11 = Gonfreville - station de mesure* | 24 = Rogerville - CERT TOTAL* |
| 12 = Gonfreville - GOR CBL* | 25 = Gonfreville - route de la Chimie |
| 13 = Gonfreville - rue du général d'Harcourt | 26 = Gonfreville - parc des marais* |

* Ces sites ont été conservés entre les études de 2006 et 2014.

Le prélèvement dure une semaine et est répété tous les mois sur l'année 2014, de façon à obtenir une moyenne annuelle comparable aux valeurs de référence existantes. La répartition équilibrée des prélèvements au cours de l'année évite de privilégier une période de mesure qui ne serait pas forcément représentative de l'année complète, et permet une évaluation de la concentration moyenne annuelle pour chaque site de mesure.

Dans la suite du rapport, les résultats seront comparés aux valeurs de référence actuelles.

Dans l'air ambiant, le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 [3] définit des valeurs réglementaires pour le benzène :

Valeur-limite = $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle

Objectif de qualité = $2\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle

Le toluène, quant à lui, n'est pas soumis à réglementation. L'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) préconise cependant de ne pas dépasser la valeur suivante [4] :

$260\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur 7 jours (en ambiance de travail).

Les xylènes ne sont pas soumis à réglementation. L'OMS préconise de ne pas dépasser la valeur suivante [4] :

$4\ 800\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur 24 heures (effets constatés sur des groupes de volontaires).

Il n'existe pas de réglementation concernant les concentrations en naphtalène dans l'air ambiant. A titre indicatif les valeurs obtenues seront comparées avec la valeur-guide « air intérieur » (VGAI) de l'ANSES¹ qui est de $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour une période d'exposition supérieure à 1 an [5].

Par ailleurs, les résultats seront comparés aux valeurs obtenues par d'autres Associations Agréées pour la Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) dans le cas d'études similaires dans d'autres régions françaises :

- L'étude d'Air Pays de la Loire dans l'environnement de la raffinerie de Donges en 2013 [6],
- L'étude AIRAQ en Aquitaine au voisinage de la ZI de Lacq en 2014 [7],
- La surveillance continue d'Air Rhône-Alpes autour de la ZI de Feyzin dans le Sud Lyonnais [8].

Les résultats seront également comparés aux valeurs obtenues par Air Normand en 2006 dans la même zone d'étude [1], ainsi que dans l'environnement de la ZI de Port Jérôme en 2007 [9] puis en 2011 [11] et dans l'environnement de la raffinerie « Pétroplus » à Petit Couronne en 2011 [10].

3.6. Origine des données

Les données de benzène, toluène, xylènes et naphtalène présentées dans ce rapport proviennent des analyses réalisées par la Fondation Salvatore Maugeri sur les prélèvements effectués par Air Normand sur les 26 sites de mesures en 2014.

Les données météorologiques (vitesse et direction des vents) proviennent de la station d'Air Normand située au sein de l'usine Renault Sandouville. Les données d'émissions de benzène, naphtalène et COVNM proviennent des déclarations faites par les industriels et publiées sur le site iREP. [2] Les données d'émissions pour l'année 2014 proviennent de la DREAL.

Les valeurs de référence proviennent de la réglementation française pour le benzène [3] et des recommandations de l'OMS pour le toluène et les xylènes [4]. La valeur de référence pour le naphtalène provient des recommandations en air intérieur de l'ANSES [5].

Les données de comparaison proviennent des autres études réalisées par Air Normand ou d'études réalisées par d'autres AASQA [1] [6] [7] [8] [9] [10] [11].

3.7. Limites

L'échantillonnage passif est une mesure indicative. Comme pour toute méthode de mesure, les résultats délivrés par les échantillonneurs passifs sont associés à une incertitude. Cette incertitude peut avoir différentes origines : la préparation des tubes (application de la substance absorbante), l'applicabilité de la théorie de la diffusion passive selon les conditions météorologiques, l'analyse chimique en laboratoire ou bien l'estimation de la moyenne annuelle sur la base des 12 campagnes de mesures.

Sur les 312 échantillonnages réalisés, 5 n'ont pas pu être analysés (tubes volés) entraînant une perte de données même si celle-ci est modeste (moins de 2% des données).

La diversité des sources potentielles de benzène, toluène, xylène et naphthalène (résidentiel, trafic, industriel ...) ne permet pas de conclure strictement quant à l'origine d'une pollution observée.

Les industriels ne sont tenus de déclarer leurs émissions qu'au-delà d'un certain seuil (spécifique à chaque polluant). Ainsi, même s'il n'y a pas de données publiées sur l'iREP, cela ne signifie pas pour autant que les émissions d'un industriel sont nulles.

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

4. Déroulement

12 campagnes de mesure de 7 jours ont été effectuées sur l'année 2014. Les dates de ces 12 campagnes sont rassemblées dans le Tableau 1.

Date début	Date fin
17 janvier	24 janvier
14 février	21 février
14 mars	21 mars
11 avril	18 avril
16 mai	23 mai
13 juin	20 juin
11 juillet	18 juillet
14 août	21 août
11 septembre	18 septembre
10 octobre	17 octobre
7 novembre	14 novembre
5 décembre	12 décembre

Tableau 1 : Dates de début et fin des 12 campagnes de mesures

A chaque fin de campagne, les échantillons ont été envoyés pour analyse au laboratoire de la Fondation Salvatore Maugeri. La Fondation Maugeri a ensuite transmis les résultats bruts à Air Normand qui les a exploités et mis en relation avec les données météorologiques de la station d'Air Normand située dans l'enceinte de Renault Sandouville.

5. Résultats

5.1. Résultats bruts

L'ensemble des résultats bruts sont disponibles sur demande auprès d'Air Normand (contact@airnormand.fr).

5.2. Résultats transformés

Les médianes³ et maxima observés pour le benzène, le toluène, les xylènes et le naphthalène sont rassemblés dans le Tableau 2. Par ailleurs, l'ensemble des statistiques obtenues site par site et polluant par polluant est représenté sous forme de boîtes à moustache en Annexe 1.

Composés mesurés	benzène	toluène	xylènes	naphthalène
Médiane des moyennes annuelles obtenues sur les 26 sites	1.1	2.0	2.9	0.18
Moyenne annuelle maximale (n° site)	4.2 (25)	8.4 (25)	18.3 (25)	0.37 (21)
Maximum hebdomadaire observé (n° site; n° semaine)	10.0 (25 ; 1)	35.7 (25 ; 9)	62.5 (25 ; 9)	0.74 (24 ; 8)
Valeurs de référence	[3] Valeur limite (annuelle) = $5\mu\text{g}/\text{m}^3$ [3] Objectif de qualité (annuelle) = $2\mu\text{g}/\text{m}^3$	[4] En ambiance de travail (en moyenne sur 7 jours) = $260\mu\text{g}/\text{m}^3$	[4] Effets constatés sur des groupes de volontaires (moyenne 24h) = $4800\mu\text{g}/\text{m}^3$	[5] VGAI (supérieure à 1 an) = $10\mu\text{g}/\text{m}^3$

Tableau 2 : synthèse des résultats au regard des valeurs de référence (concentrations en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Les moyennes annuelles de benzène sont inférieures aux valeurs de référence, à l'exception des sites n° 24 et 25 où la moyenne annuelle est supérieure à l'objectif de qualité ($2\mu\text{g}/\text{m}^3$). La valeur maximale hebdomadaire de toluène est également inférieure à la valeur de référence donnée par l'OMS. Enfin la valeur maximale hebdomadaire de xylènes n'est pas directement comparables à la valeur de référence OMS qui est donnée pour une exposition de 24h. Néanmoins on peut constater qu'il y a presque un facteur 100 entre ces deux valeurs et que le risque de dépassement de la valeur de référence OMS paraît faible.

Les valeurs maximales sont toutes observées dans la ZI, au niveau :

- du site n°25 (route de la chimie) en janvier pour le benzène et en septembre pour le toluène et les xylènes,
- du site n°24 (CERT Total) en août pour le naphthalène.

³ La médiane d'un ensemble de valeurs est la valeur qui permet de couper l'ensemble des valeurs en deux parties égales : 50% des données sont supérieures à la médiane et 50% des données sont inférieures à la médiane.

Pour le benzène, le toluène et les xylènes, la moyenne annuelle la plus élevée est toujours observée sur le site n°25 (route de la chimie). Les autres sites présentant les moyennes annuelles les plus élevées sont les sites n° 22 (route industrielle), 24 (CERT Total) et 26 (parc des marais). Pour le naphthalène, la moyenne annuelle la plus élevée est observée sur le site n° 21 (route du canal de Tancarville).

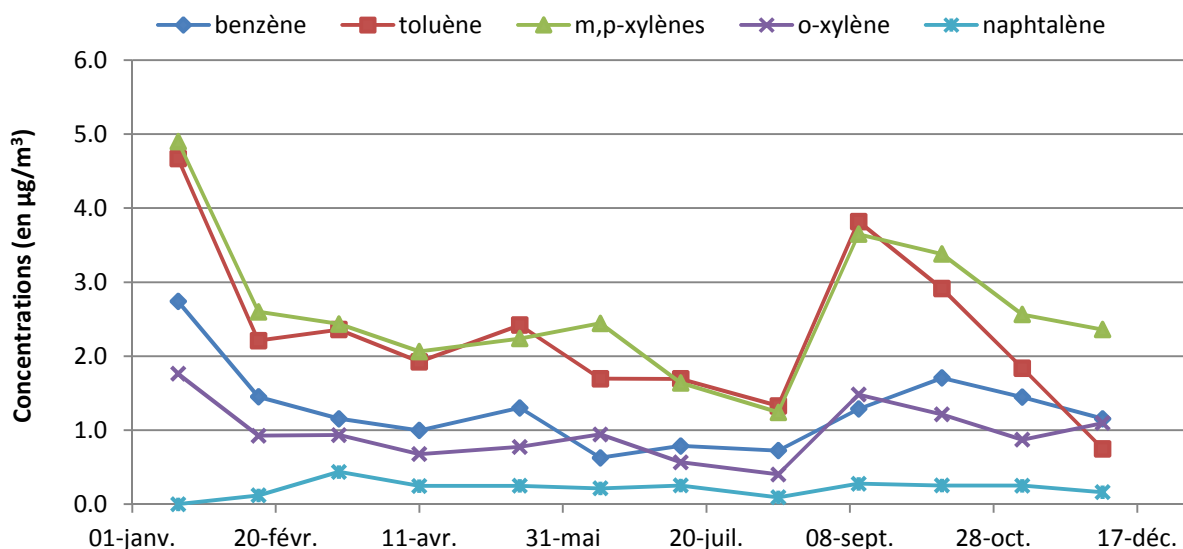
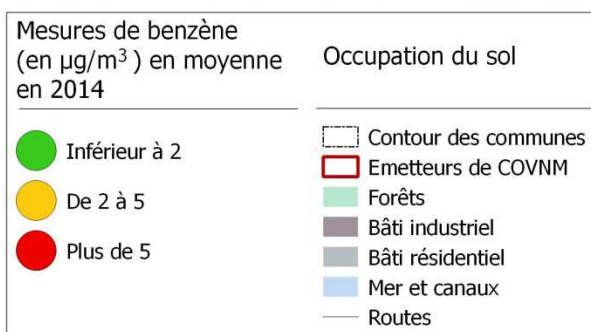


Figure 7 : évolution des concentrations sur l'année 2014 (moyenne des 26 sites)

Globalement sur les 26 sites investigués en 2014 (Figure 7), les concentrations les plus élevées en benzène, toluène, et xylènes sont mesurées en janvier (semaine du 17 au 24 janvier). Pour le naphthalène, la concentration la plus élevée est mesurée en mars (semaine du 14 au 21 mars).

Sur les figures des pages suivantes (Figures 8 à 19) sont représentées de façon cartographique les concentrations en benzène mesurées sur les 26 sites pendant les 12 semaines de 2014. A chaque semaine de mesure est associée la rose des vents correspondante.

La légende appliquée est la suivante :



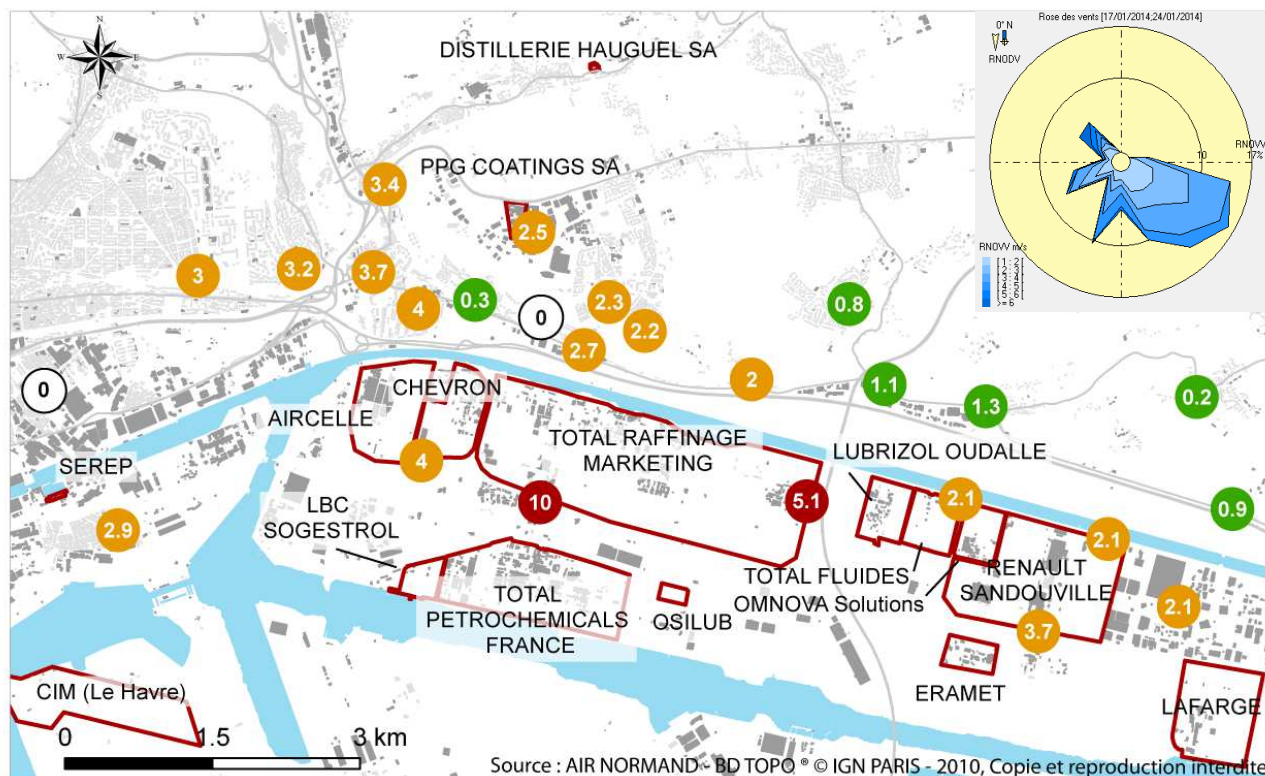


Figure 8 : concentrations en benzène (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées du 17 au 24 janvier (25.1% de vents faibles)

JANVIER : (Figure 8)

Pendant cette semaine de mesure, les vents dont la vitesse est supérieure à 1 m/s proviennent majoritairement d'un secteur allant du Sud au Sud-Est. L'ensemble des sites localisés en zone habitée sur les communes du Havre, d'Harfleur et de Gonfreville se retrouve alors sous les vents de la zone industrielle et notamment des trois plus gros émetteurs déclarés de benzène qui sont Total Petrochemicals France, la Raffinerie de Normandie et Sogestrol. C'est effectivement sur ces communes que l'on observe les plus fortes concentrations sur les secteurs habités. A l'inverse, Les sites de Rogerville, Oudalle et Sandouville (n° 15 à 19), qui sont le plus à l'Est de la zone habitée étudiée, présentent logiquement cette semaine-là les concentrations les plus faibles. Enfin, c'est sur les sites se trouvant en zone industrielle et à proximité des 3 émetteurs que les concentrations en benzène les plus élevées sont retrouvées. Ce constat permet d'objectiver le fait que ces émetteurs ont toujours, en 2014, un impact visible au niveau de l'environnement proche de leur site.

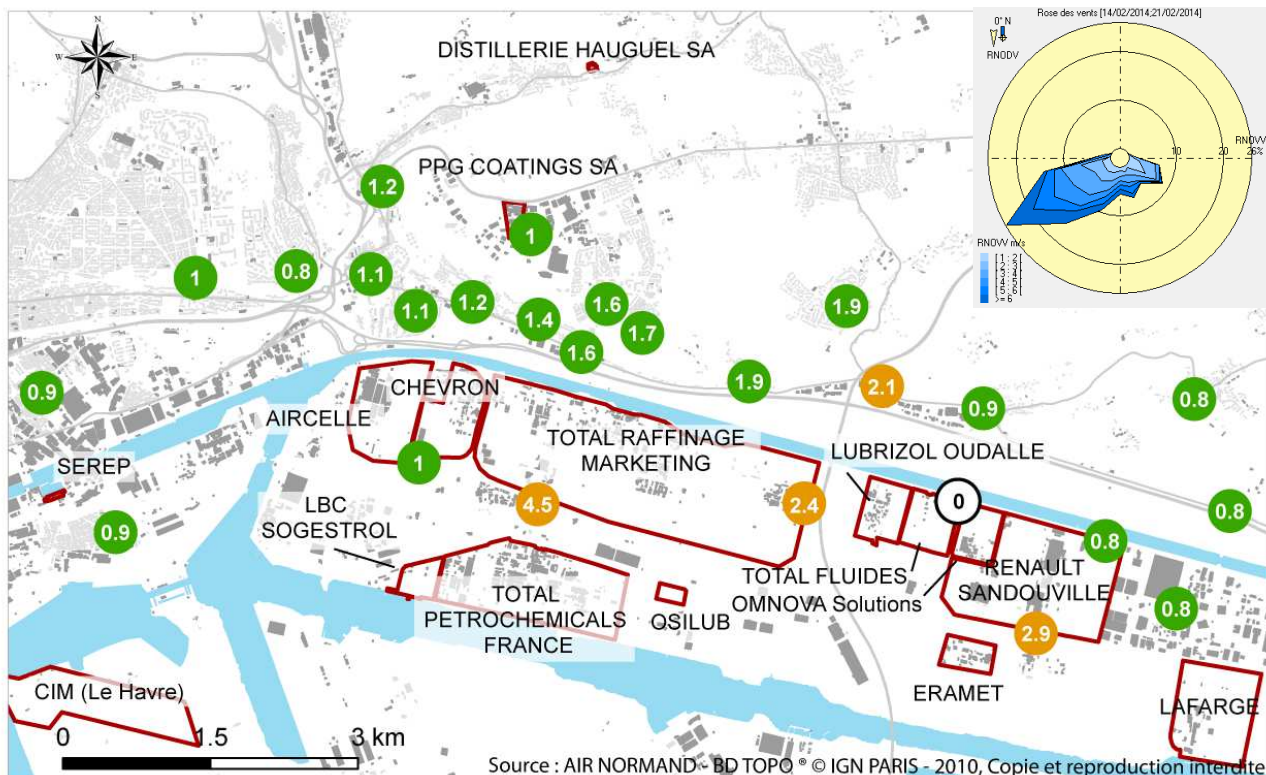


Figure 9 : concentrations en benzène (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées du 14 au 21 février (10.2% de vents faibles)

FEVRIER : (Figure 9)

Quatre sites se détachent des autres cette semaine-là avec des concentrations en benzène supérieures à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$: les sites n° 22, 24 et 25 dans la ZI et le site n° 16 (route des Falaises – Oudalle). Pendant cette semaine-là, les vents viennent principalement du Sud-Ouest. Ainsi, le site n°25 (route de la chimie) se retrouve sous les vents de Total Petrochemicals France et Sogestrol, qui compte parmi les plus gros émetteurs déclarés de benzène de la zone industrielle du Havre. C'est sur ce site que la concentration la plus élevée est observée ($4.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Les sites n°14 (GOR PST) et 15 (Station de Rogerville), qui sont parfaitement alignés avec le site n° 25, se retrouvent également sous les vents de Total Petrochemicals France et Sogestrol à ce moment-là. Ces deux sites présentent des concentrations de $1.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (donc proches de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Sur l'ensemble des autres sites de mesures, les concentrations sont plus faibles et varient de 0.8 à $1.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

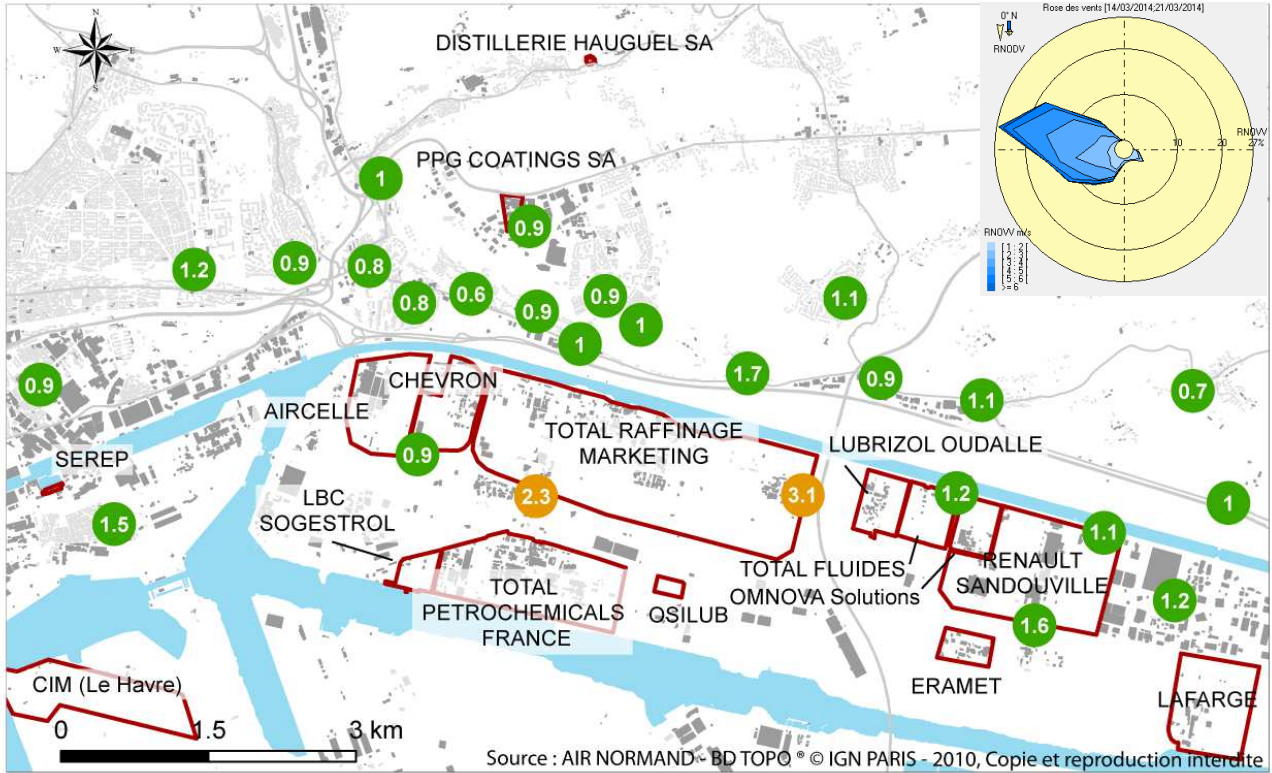


Figure 10 : concentrations en benzène (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées du 14 au 21 mars (4.3% de vents faibles)

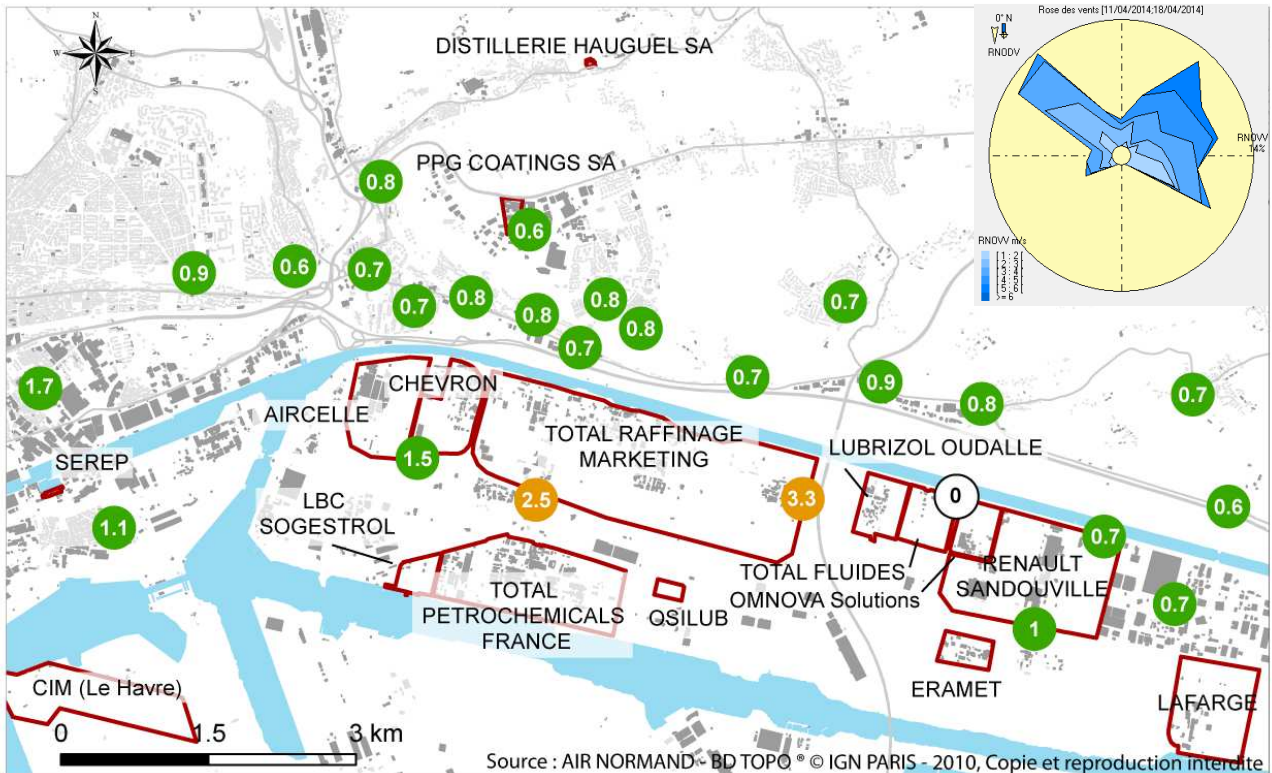


Figure 11 : concentrations en benzène (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées du 11 au 18 avril (16.5% de vents faibles)

MARS et AVRIL : (Figure 10 et Figure 11)

Seuls deux sites de la ZI (n° 24 et 25) présentent des concentrations supérieures $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ce qui paraît logique au vu des directions des vents dominants.

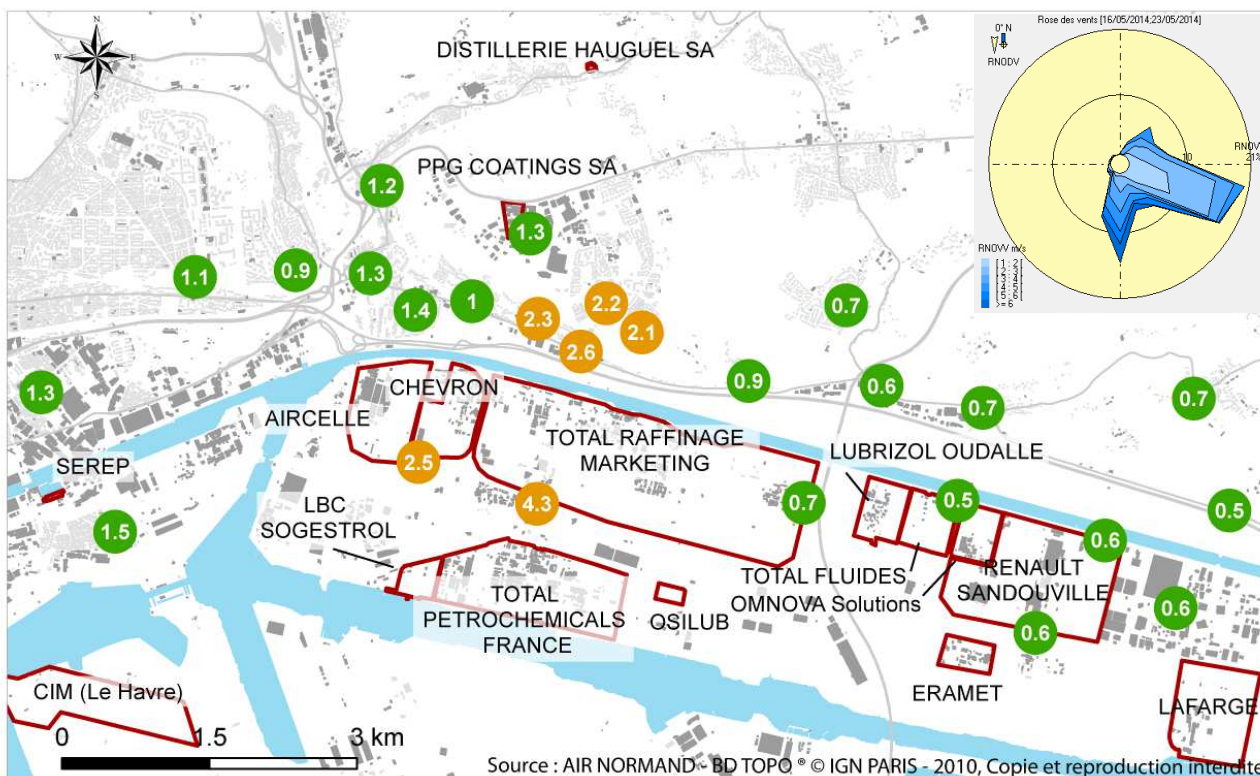


Figure 12 : concentrations en benzène (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées du 16 au 23 mai (8.3% de vents faibles)

MAI : (Figure 12)

6 sites présentent des concentrations supérieures à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Les sites n° 25 et 26 dans la ZI et les sites n° 10, 11, 12, 13 qui sont regroupés au niveau de la commune de Gonfreville. Cette semaine-là, les vents dominants proviennent en majorité du Sud et de l'Est-Sud-Est (vitesses de vent plus faibles pour ce secteur). Ces 6 sites se trouvent sous les vents de Total Petrochemicals France, Sogestrol et la raffinerie de Normandie. La concentration maximale est observée sur le site n° 25 (route de la chimie). Les concentrations décroissent ensuite en s'éloignant de la ZI vers le Nord. Concernant les autres sites de mesures, ceux situés dans la partie le plus à l'Est de la zone d'étude n'ont pas été sous les vents de la zone industrielle. Ce sont ceux qui présentent les concentrations en benzène les plus faibles de l'ordre de $0.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

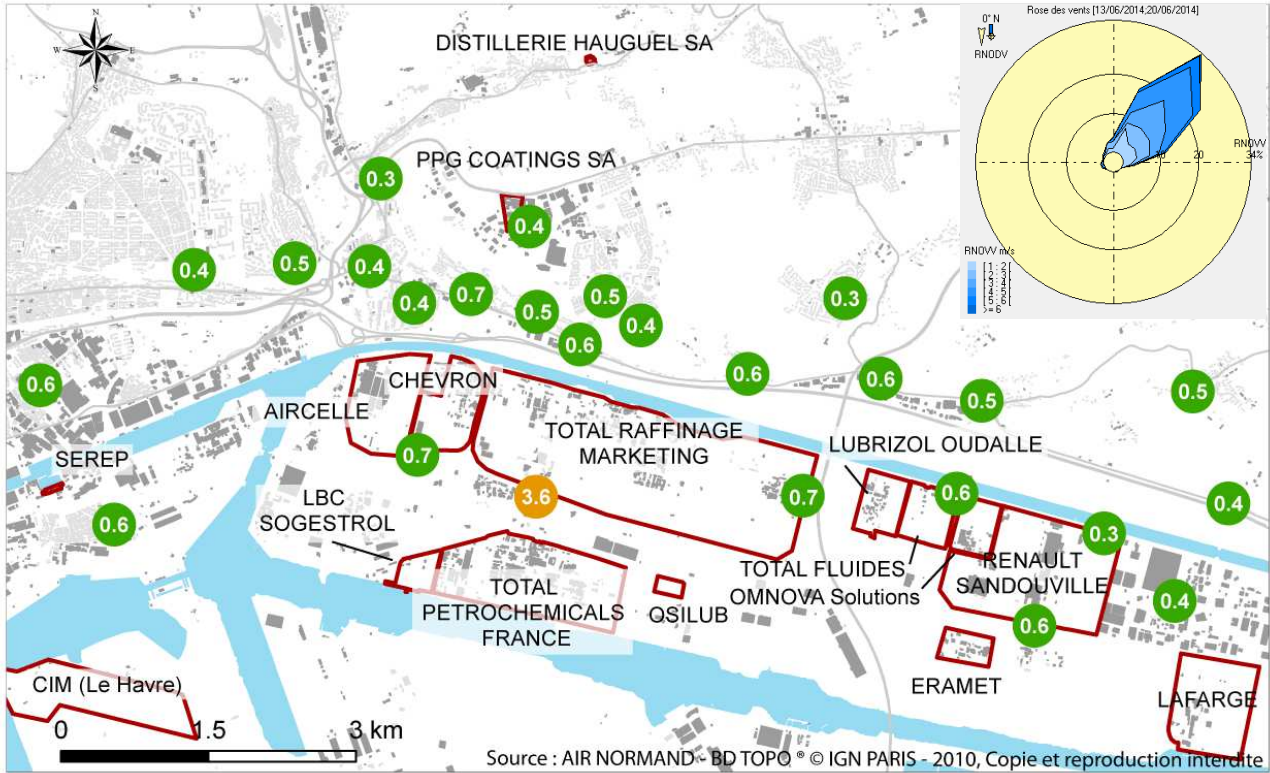


Figure 13 : concentrations en benzène (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées du 13 au 20 juin (18.9% de vents faibles)

JUIN : (Figure 13)

Un seul site de la ZI (site n°25 - route de la chimie) présente une concentration supérieure à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En juin, les vents provenaient du Nord-Est. Le site n°25 se retrouve alors sous les vents de la Raffinerie de Normandie.

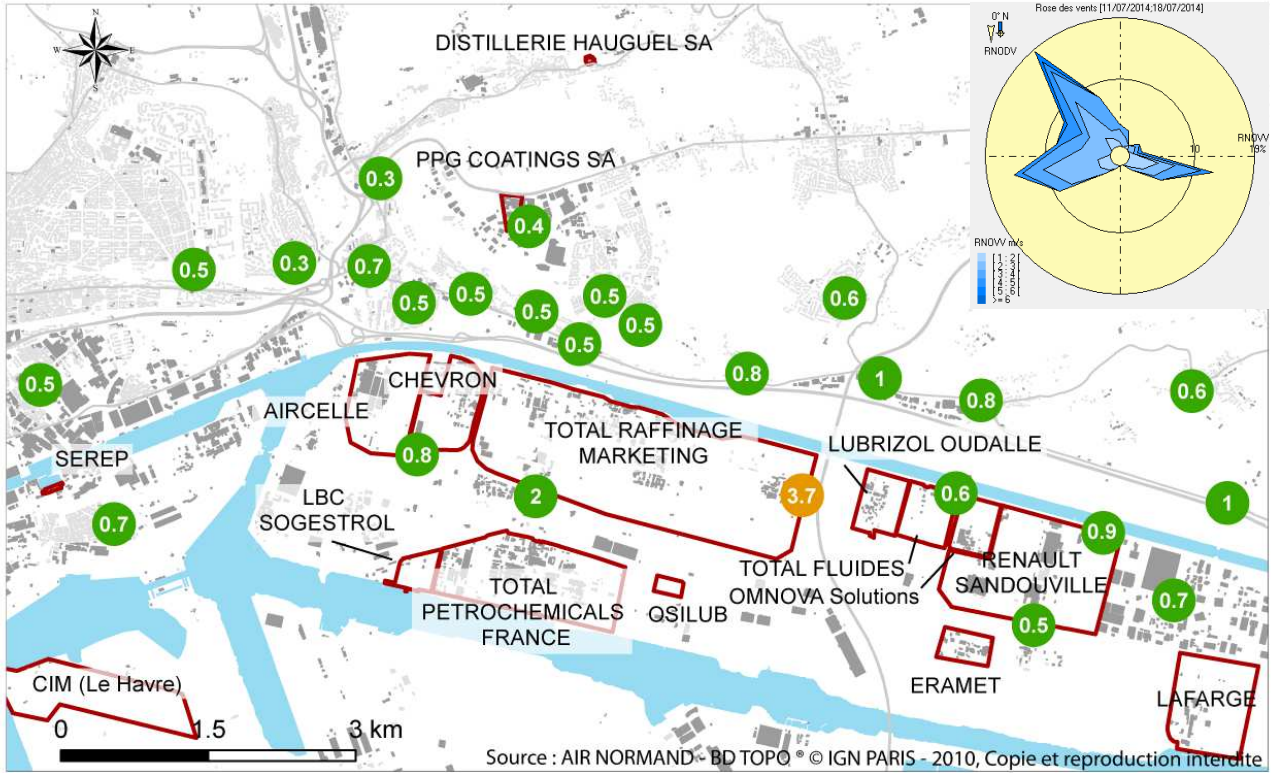


Figure 14 : concentrations en benzène (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées du 11 au 18 juillet (20.2% de vents faibles)

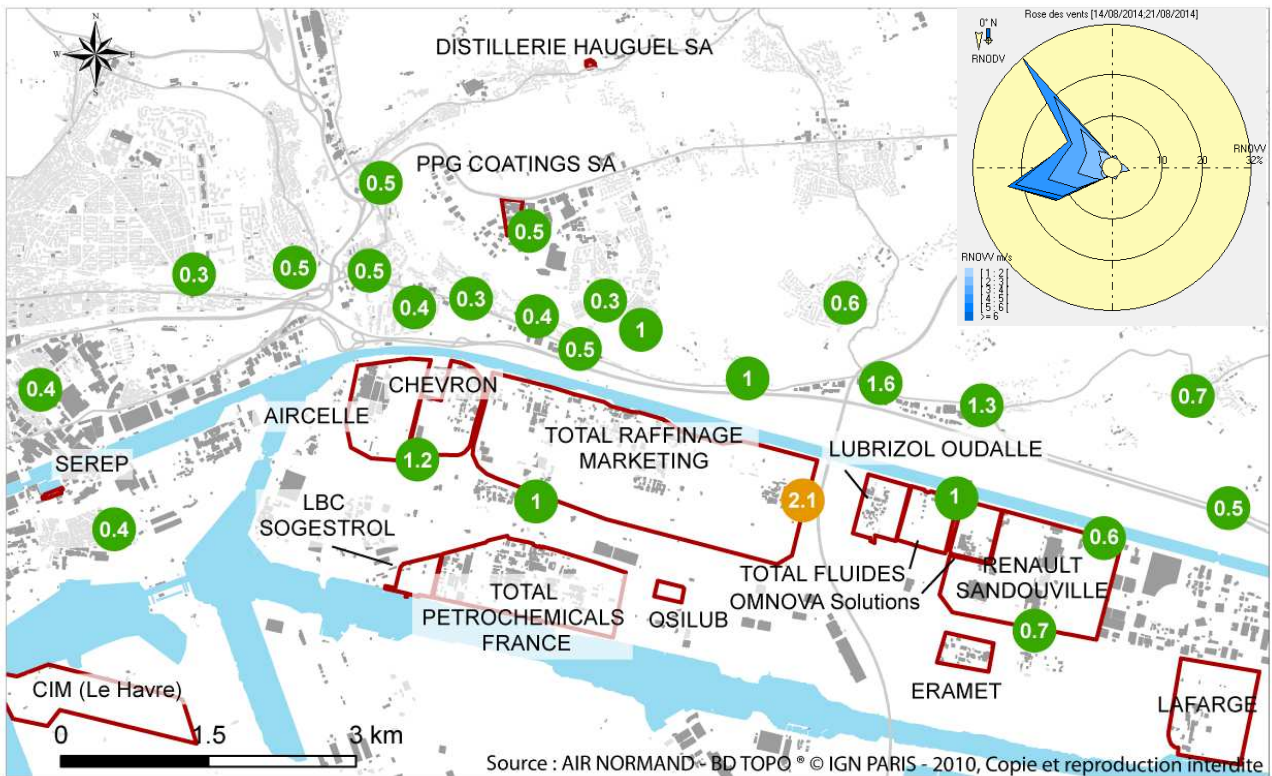


Figure 15 : concentrations en benzène (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées du 14 au 21 août (24.1% de vents faibles)

JUILLET et AOÛT : (Figure 14 et Figure 15)

Un seul site de la ZI (site n°24 – CERT Total) présente une concentration supérieure à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. En juillet et en août, le régime de vent est similaire et provient en majorité de l'Ouest et du Nord-Ouest.

Le site n°24 se retrouve alors une partie du temps sous les vents de la raffinerie de Normandie, de Total Petrochemicals France et de Sogestrol.

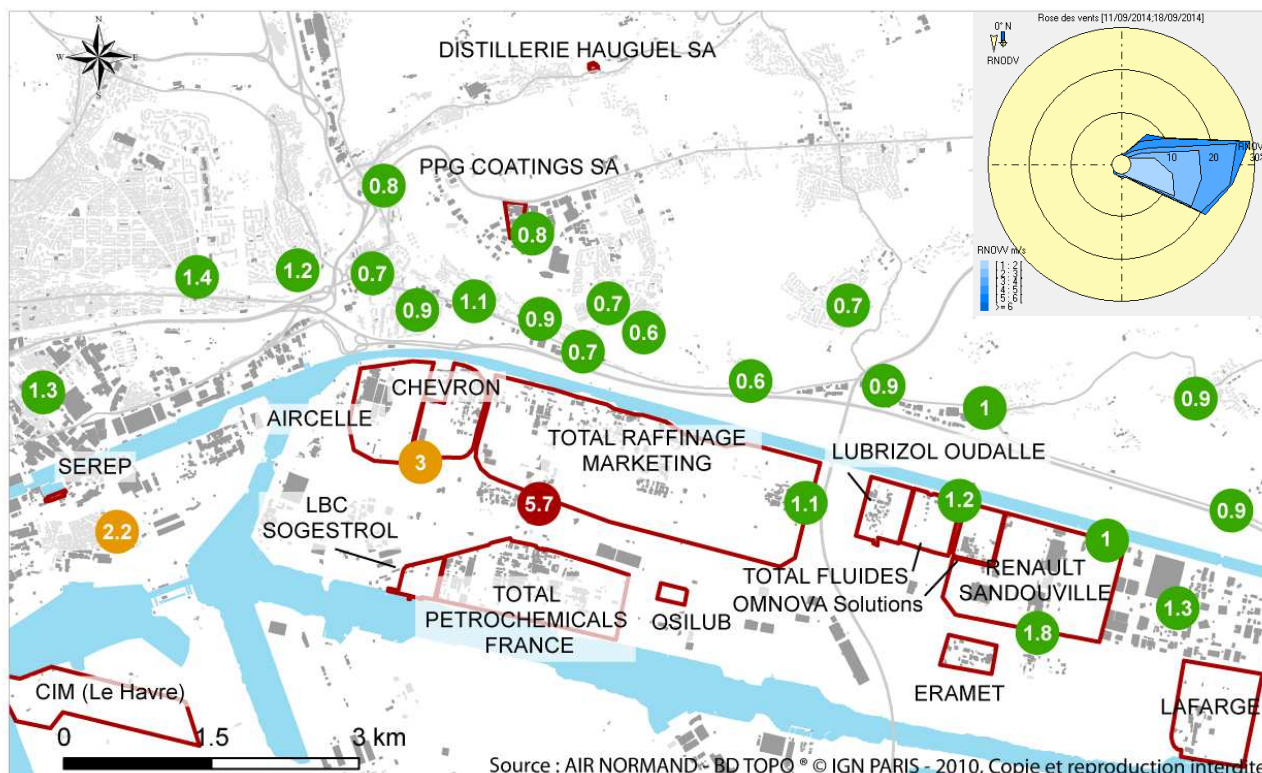


Figure 16 : concentrations en benzène (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurée du 11 au 18 septembre (6.2% de vents faibles)

SEPTEMBRE : (Figure 16)

Le site n°25 (route de la chimie) présente une concentration supérieure à $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et 2 autres sites (n° 1 – station des Neiges et n° 26 – parc des marais) présentent des concentrations à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Cette semaine-là, les vents provenaient de l'Est. Les 3 sites se retrouvent alors sous les vents de la Raffinerie de Normandie. Les 3 sites sont quasiment alignés et les concentrations décroissent du site n°25 (le plus proche de la raffinerie) au site n°1 (le plus éloigné).

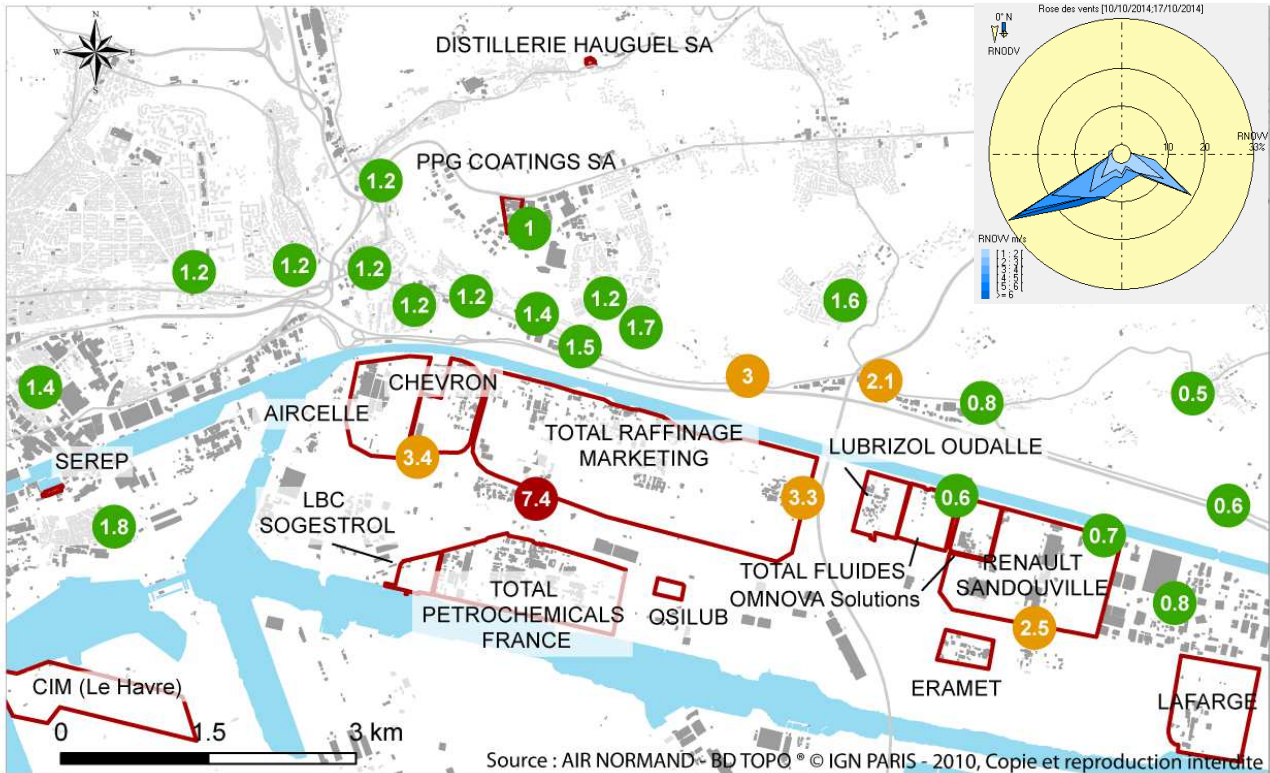


Figure 17 : concentrations en benzène (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées du 10 au 17 octobre (17.3% de vents faibles)

OCTOBRE : (Figure 17)

La configuration est à peu près la même qu'au mois de février. Les vents proviennent du Sud-Ouest. Le site présentant la concentration la plus élevée est le n°25 (route de la chimie) avec une concentration de $7.4\mu\text{g}/\text{m}^3$. Les concentrations des sites n° 16, 22 et 24 sont supérieures à $2\mu\text{g}/\text{m}^3$ (comme au mois de février). Les concentrations des sites n° 14 et 26 sont également supérieures à $2\mu\text{g}/\text{m}^3$ (contrairement au mois de février). Les sites en dépassement sont cette semaine-là sous les vents des trois plus gros émetteurs déclarés de benzène de la zone industrielle du Havre, à savoir : la Raffinerie de Normandie, Total Petrochemicals France et Sogestrol. Les concentrations tendent à diminuer en s'éloignant de ce secteur central de la ZI.

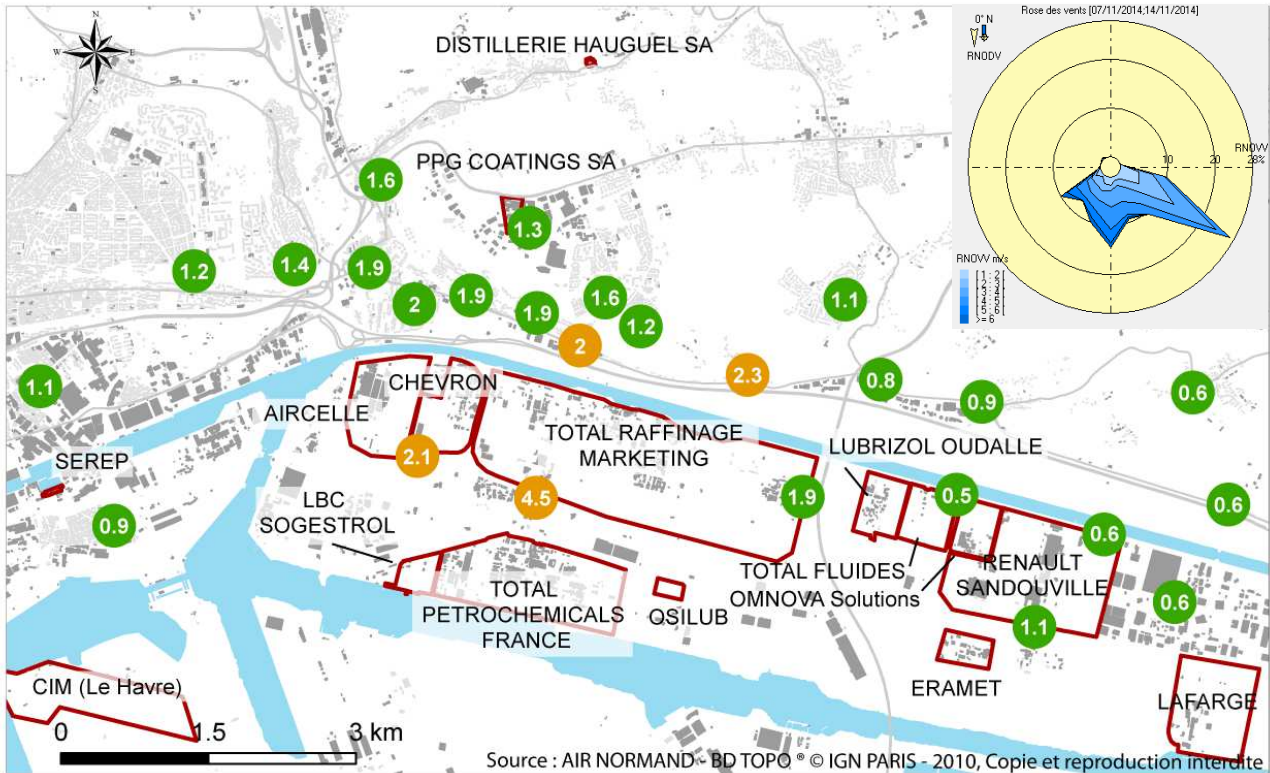


Figure 18 : concentrations en benzène (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées du 7 au 14 novembre (6.7% de vents faibles)

NOVEMBRE : (Figure 18)

La situation est à peu près la même qu’au mois de mai. 4 sites présentent des concentrations supérieures à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (les sites n°25, 26 dans la ZI et les sites n° 12 et 14 à Gonfreville près du canal). La majorité des vents forts provenaient cette semaine-là du Sud et du Sud-Est. Les sites présentant les plus fortes concentrations sont localisés sous les vents de Total Petrochemicals France, Sogestrol et la Raffinerie de Normandie. Parmi les autres sites de mesures, ceux situés dans la partie le plus à l’Est de la zone d’étude présentent des concentrations en benzène de l’ordre de $0.7\mu\text{g}/\text{m}^3$ alors que ceux situés au Nord et à l’Ouest de la zone d’étude présentent des concentrations de l’ordre de $1.5\mu\text{g}/\text{m}^3$.

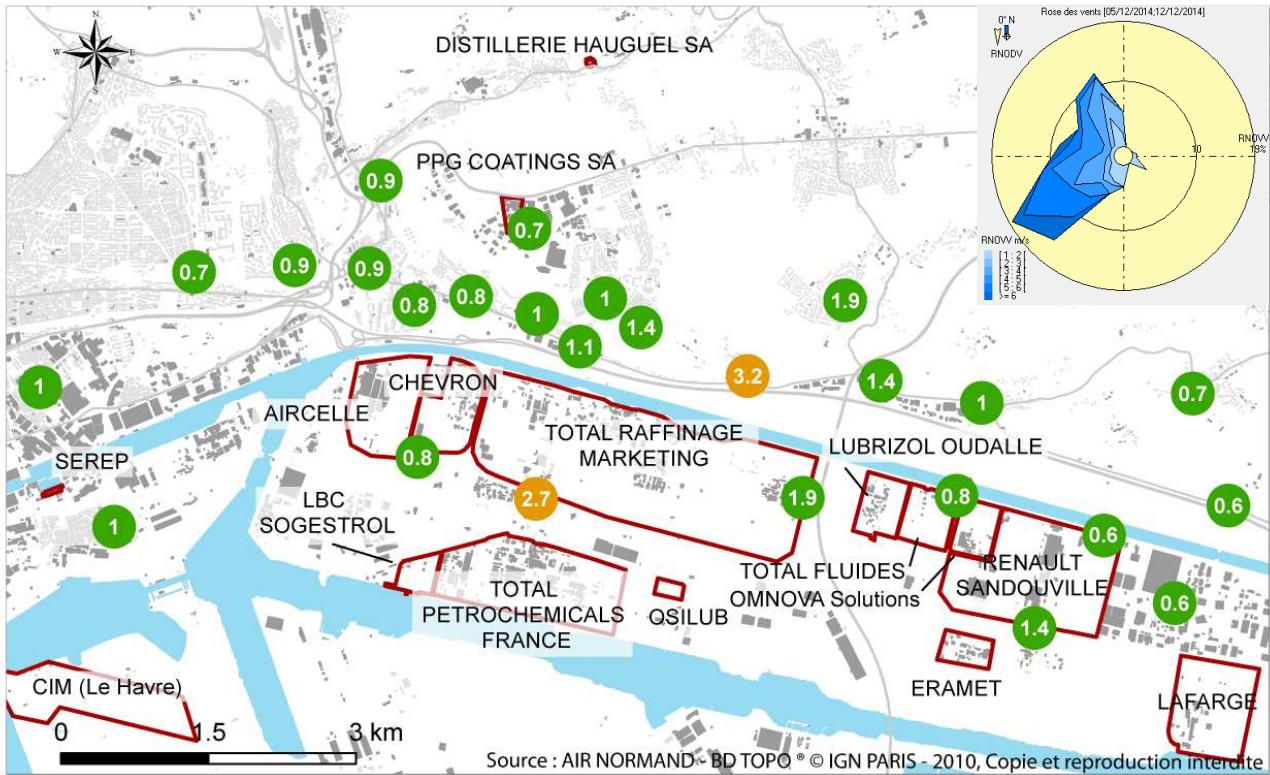


Figure 19 : concentrations en benzène (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mesurées du 5 au 12 décembre (22.1% de vents faibles)

DECEMBRE : (Figure 19)

Deux sites de mesures présentent des concentrations supérieures à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (les sites n° 25 – route de la chimie et n° 14 – GOR PST à Gonfreville). Cette semaine-là les vents forts ont tourné, passant du Sud-Ouest au Nord-Ouest. Encore une fois ces deux sites se sont donc retrouvés une partie de la semaine sous les vents de Total Petrochemicals France, Sogestrol et la raffinerie de Normandie.

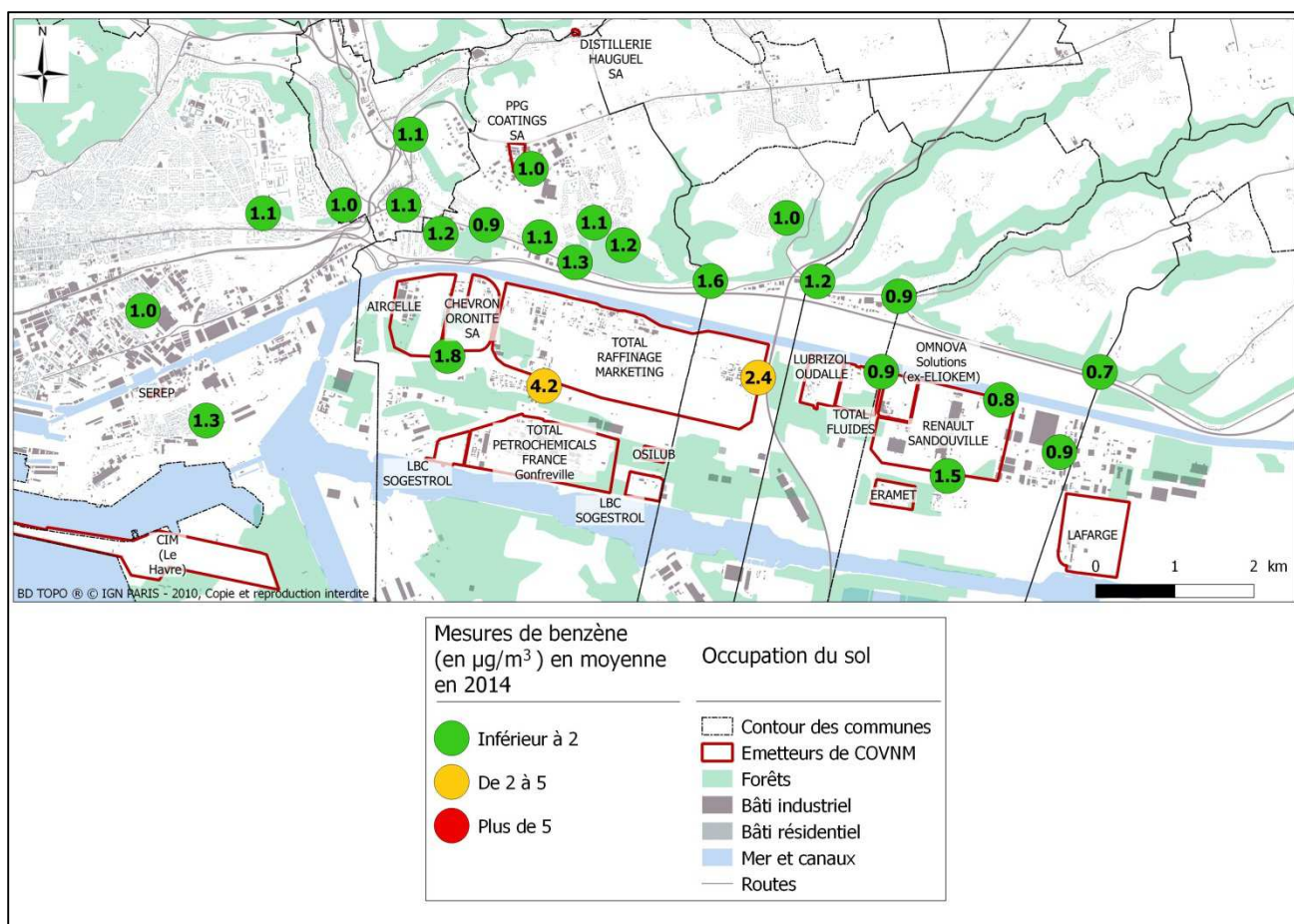


Figure 20 : moyennes annuelles en benzène sur les 26 sites de mesures

En moyenne annuelle (voir Figure 20), seules les sites n°24 et 25, situés dans la ZI, présentent des concentrations supérieures à l'objectif de qualité de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Les concentrations restent inférieures à la valeur limite de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Pour les autres substances mesurées (toluène, xylènes et naphtalène), les sites présentant les concentrations les plus élevées sont globalement les mêmes que pour le benzène (voir cartes des moyennes annuelles en Annexe 2).

Le tableau de comparaison ci-après (Tableau 3) synthétise les résultats d'études similaires menées dans la région et dans d'autres régions françaises. L'AASQA de la région Pays de la Loire a réalisé un suivi plusieurs années de suite de la raffinerie de Donges. Les résultats de l'étude de 2013 sont reportés dans le Tableau 3. L'AASQA de la région Aquitaine a réalisé une étude similaire autour de la zone industrielle de Lacq en 2014. Les résultats de la surveillance permanente d'Air Rhône-Alpes dans le sud Lyonnais près de Feyzin sont également reportés dans le Tableau 3. Air Normand a aussi réalisé d'autres études du même type autour de la ZI de Port Jérôme et près de Pétroplus à Petit Couronne. La précédente campagne de mesures d'Air Normand sur la même zone d'étude est également présentée dans le Tableau 3 pour observer les évolutions des concentrations entre 2006 et 2014.

Composés mesurés	benzène	toluène	m,p-xylènes	o-xylène	naphtalène
Médiane des moyennes annuelles de cette étude (26 sites)	1.1	2.0	2.2	0.7	0.18
Air Pays de la Loire raffinerie de Donges (4 sites – médianes 2013) [6]	1.6	3.3	2.2	0.9	-
ATMO Aquitaine ZI de Lacq (6 sites – médianes 2014) [7]	1.1	1.1	0.4	0.2	-
Air Rhône-Alpes ZI Feyzin Sud Lyonnais (1 site – moyenne 2014) [8]	2.8	4.3	4.6	1.8	-
Air Normand ZI de Port Jérôme (36 sites – médianes 2007) [9]	1.5	2.3	1.5	0.4	-
Air Normand raffinerie Pétroplus à Petit Couronne (10 sites – médianes 2011) [10]	4.1	9.1	4.0	2.0	-
Air Normand ERS ZI de Port Jérôme (4 sites – médianes 2010/2011) [11]	1.6	2.2	1.9	-	0.23
Air Normand étude précédente ZI du Havre (30 sites – médianes 2006) [1]	2.5	3.6	2.3	0.9	-

Tableau 3 : comparaison aux autres études en Haute-Normandie ou ailleurs en France (concentrations en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Pour le benzène, la médiane de la présente étude est équivalente à celle obtenue par ATMO Aquitaine autour de la ZI de Lacq. La médiane est inférieure à celle des autres études de comparaison. Par rapport à l'étude réalisée sur la même zone en 2006, la concentration a diminué d'un facteur 2,3.

Pour le toluène, la médiane de la présente étude est supérieure à celle obtenue par ATMO Aquitaine à Lacq mais inférieure aux autres études comparatives. Par rapport à l'étude de 2006 sur la même zone, la concentration a diminuée d'un facteur 1,8.

Pour les xylènes, les médianes de la présente étude sont supérieures à celles obtenues par ATMO Aquitaine à Lacq et par Air Normand dans la ZI de Port Jérôme (2007). Par contre, les médianes sont inférieures ou équivalentes à celles des autres études de comparaison. Par rapport à l'étude de 2006 sur la même zone, les concentrations en xylènes sont restées stables.

Pour le naphtalène, la seule étude de comparaison est celle réalisée par Air Normand dans la ZI de Port Jérôme en 2010/2011 (en complément de l'étude de risques sanitaires menée dans cette zone). La médiane obtenue dans le cadre de la présente étude est du même ordre de grandeur que celle obtenue à Port Jérôme en 2010/2011.

Dans le Tableau 4 sont résumées les médianes par type de site. Les sites n° 20 à 26 sont considérés comme les sites à l'intérieur de la zone industrielle. Les autres sites sont dits « hors ZI ».

Composés mesurés	benzène	toluène	m,p-xylènes	o-xylène	naphtalène
Ensemble des 26 sites	1.1	2.0	2.2	0.7	0.18
7 sites ZI	1.5	3.5	3.5	1.4	0.23
19 sites hors ZI	1.1	1.9	2.1	0.7	0.17

Tableau 4 : comparaison des concentrations moyennes (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en ZI vs hors ZI

Les médianes observées sur les 7 sites de la zone industrielle sont toujours supérieures à celles des 19 autres sites « hors ZI ».

6. Interprétation des résultats et discussion

Les concentrations maximales pour tous les polluants (benzène, toluène, xylènes et naphthalène) sont observées sur des sites localisés au sein de la zone industrielle du Havre. En effet, les concentrations maximales sont observées sur le site n° 25 (route de la chimie) pour le benzène, le toluène et les xylènes et sur le site n° 24 (CERT Total) pour le naphthalène. Trois autres sites présentent également des concentrations plus importantes que les autres sites investigués à savoir les sites n° 21 (route du canal de Tancarville), 22 (route industrielle) et 26 (parc des marais). Le site n° 21 est notamment plus impacté par le naphthalène (cf. Annexe 1).

Ces sites sont les plus proches des émetteurs déclarés de COVNM, benzène et naphthalène. Ils ressortent logiquement comme les plus impactés. En s'éloignant des émetteurs, les concentrations en polluants gazeux diminuent plus ou moins rapidement (selon les conditions météorologiques et la réactivité intrinsèque des différents polluants). Les plus gros émetteurs de COVNM et benzène sur la zone industrielle du Havre sont : la Raffinerie de Normandie, Total Petrochemicals France, Ppg coatings SARL, Total fluides, Renault Sandouville et Chevron Oronite SAS et Sogestrol 1 & 2. Lafarge est situé le plus à l'Est de la zone industrielle, proche du site de mesures n°21, qui est le site le plus impacté par le naphthalène.

Les plus fortes concentrations en benzène ont été enregistrées en janvier, septembre et octobre (en particulier sur les sites n° 24 et 25).

Les sites n° 24 et 25 sont situés au cœur de la zone industrielle. Ils sont entourés par plusieurs industriels émetteurs de benzène, à savoir : la Raffinerie de Normandie, Sogestrol et Total Petrochemicals France. Au cours de ces trois mois les vents forts provenaient en majorité du Sud-Est en janvier, de l'Est en septembre et du Sud-Ouest en octobre. Ainsi, ces deux sites de mesures se sont retrouvés tour à tour sous les vents des 3 plus gros émetteurs de benzène.

C'est au mois de janvier que les concentrations en benzène mais aussi en toluène et xylène sont les plus élevées de l'année 2014. Pendant cette semaine de mesures la majorité des vents forts provenaient du Sud et du Sud-Est. Les sites de mesures (hors ZI) situés sur les communes du Havre, d'Harfleur et de Gonfreville présentent des concentrations plus élevées (moyenne = $2.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$) que celles des sites d'Oudalle, Rogerville et Sandouville (moyenne = $0.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Vu la direction des vents, les communes du Havre, d'Harfleur et de Gonfreville se retrouvent sous les vents de la zone industrielle et sont donc plus impactées que les communes situées plus à l'Est. La direction et la vitesse du vent à un impact non négligeable sur les conditions de dispersion des polluants gazeux dans l'air.

Le plus gros émetteur déclaré de benzène sur la ZI du Havre est Total Petrochemicals France. Et parmi ses unités, l'unité de vapocraquage est celle qui contribue de façon majoritaire aux émissions de benzène (émissions canalisées). Il est intéressant de noter qu'au cours de la semaine de mesures du mois de janvier (du 17 au 24), Total Petrochemicals France a procédé à la remise en production du vapocraqueur (du 16 au 26 janvier). Au vu de ces différents éléments, les fortes concentrations en benzène mesurées au cours du mois de janvier pourraient être dues en grande partie aux activités réalisées sur le site de Total Petrochemicals France à ce moment-là. Et via l'influence des vents cette semaine-là, l'impact est visible sur l'ensemble des sites de mesures qui étaient sous les vents de l'industriel (à savoir les sites situés dans la ZI et sur les communes du Havre, d'Harfleur et de Gonfreville).

Evolution des concentrations en benzène en fonction de la distance aux sources potentielles :

Au mois de février les vents forts viennent exclusivement du Sud-Ouest. Les sites n° 25, 14, et 15 sont alors sous les vents de Sogestrol et Total Petrochemicals France. Et ils sont parfaitement alignés selon une direction SO-NE. La concentration la plus élevée est observée sur le site n° 25, le plus proche de ces deux émetteurs de COVNM et benzène. Les concentrations diminuent ensuite progressivement en s'éloignant de ces deux émetteurs en direction du Nord-Est (voir Figure 21). Ainsi, sous l'influence du vent, le benzène émis dans la zone industrielle, se disperse et les concentrations diminuent en quelques kilomètres. Le même phénomène est observé en mai, septembre puis octobre sur d'autres séries de sites de mesures (suivant les directions de vents forts).

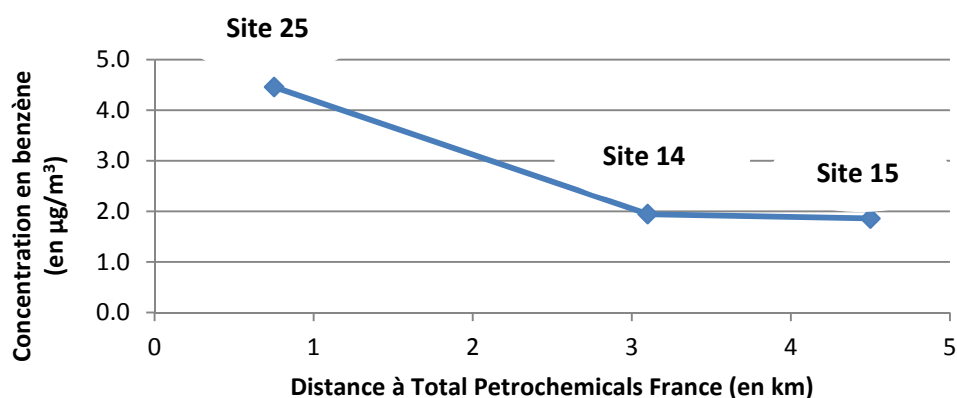


Figure 21 : concentrations en benzène des sites n° 25, 14 et 15 en février 2014

Evolution des concentrations entre 2006 et 2014 :

En 2006, le même type d'étude avait été réalisée dans et alentours de la zone industrielle du Havre. Seuls quelques sites de mesures ont été modifiés entre 2006 et 2014 (18 sites communs).

Le constat qui peut être fait est que (voir Figure 22 et Figure 23 et explication des boxplot en Annexe 1) :

- les concentrations en benzène et toluène ont diminuées d'un facteur 2 que ce soit dans la ZI ou aux alentours (en médiane et en valeurs maximales),
- les concentrations médianes en xylènes sont restées globalement stables par contre les valeurs maximales sont plus élevées en 2014 qu'en 2006 (dans la ZI et hors ZI).

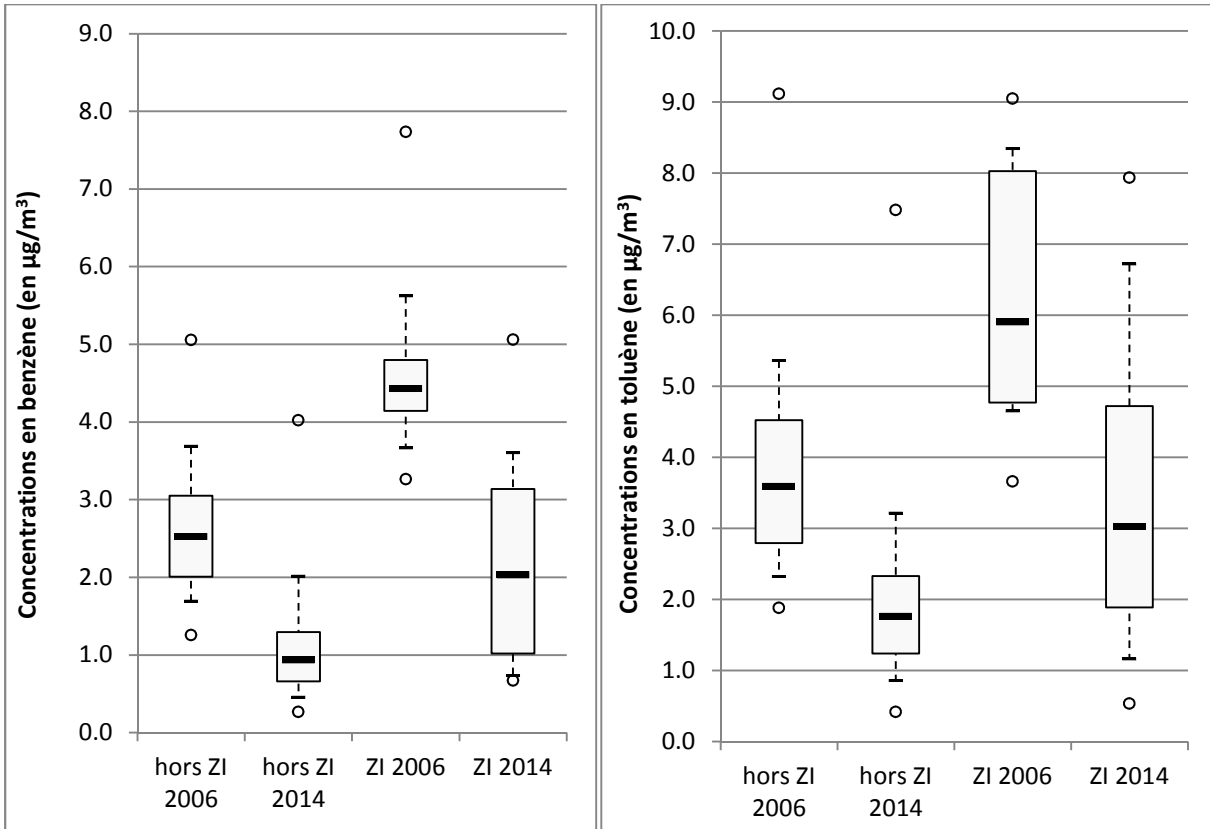


Figure 22 : évolution des concentrations entre 2006 et 2014 (ZI et hors ZI, sur les 18 sites communs) pour le benzène à gauche et le toluène à droite

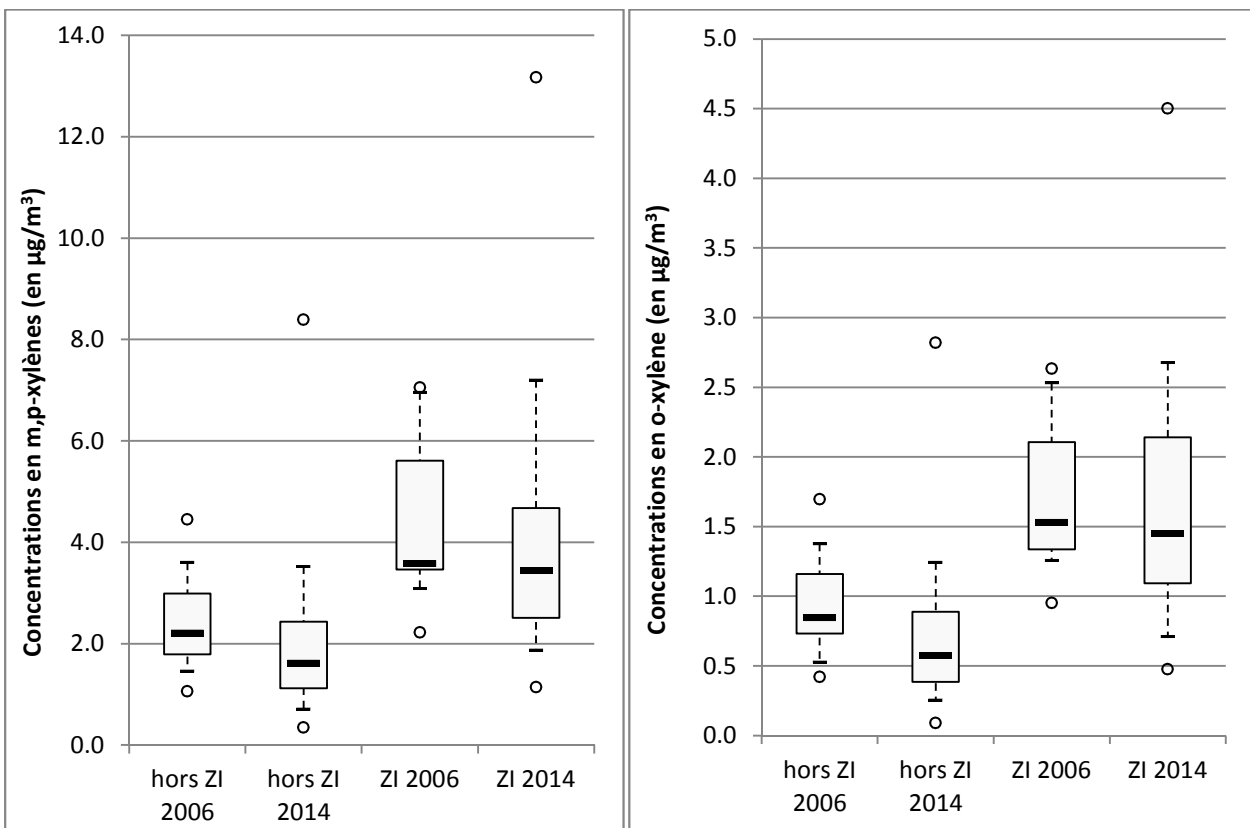


Figure 23 : évolution des concentrations entre 2006 et 2014 (ZI et hors ZI, sur les 18 sites communs) m,p-xylènes à gauche et o-xylène à droite

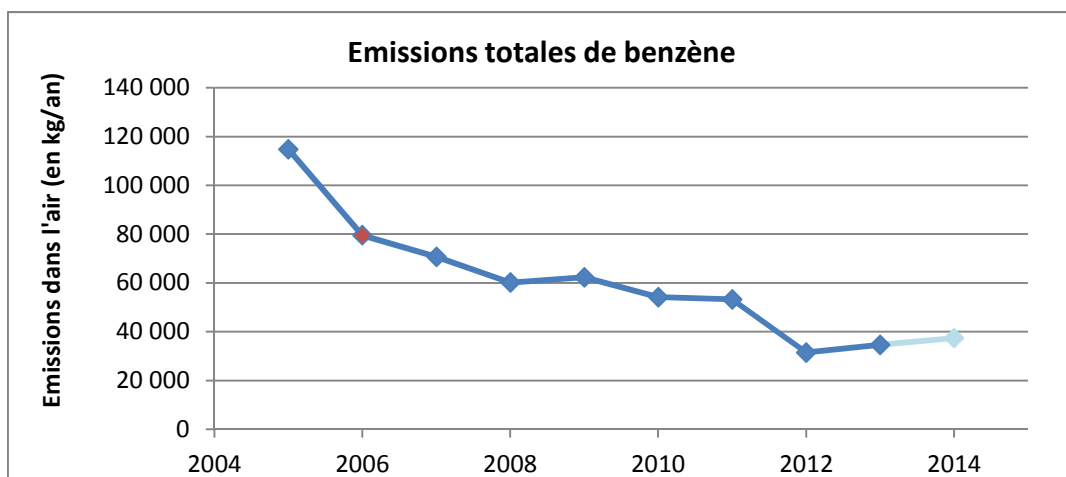


Figure 24 : évolution des émissions de benzène déclarées par les industriels de la ZI du Havre de 2005 à 2013 (et émissions de 2014 : source DREAL)

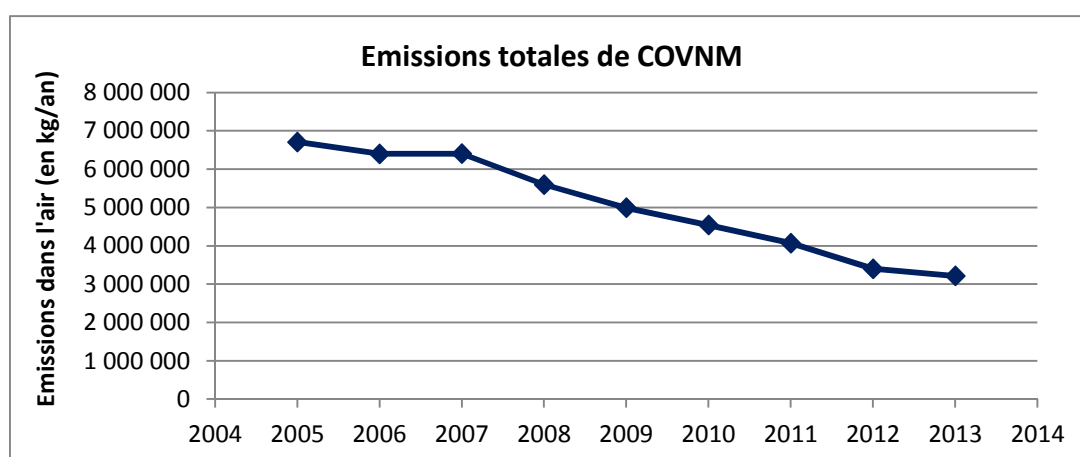


Figure 25 : évolutions des émissions de COVNM déclarées par les industriels de la ZI du Havre de 2005 à 2013

Entre 2006 et 2013, les émissions de benzène dans l'air, déclarées par les industriels, ont diminué d'un facteur 2 (Figure 24). Ainsi, la diminution des concentrations observées entre la présente étude et celle de 2006 est cohérente avec la diminution des émissions déclarées par les industriels. Par ailleurs, d'après l'inventaire des émissions réalisé par Air Normand, le secteur industriel contribue pour 80% aux émissions de benzène sur la zone la Communauté de l'Agglomération Havraise (CODAH) (voir Figure 26). Ce qui explique que l'impact des émissions industrielles de benzène sur les concentrations soit visible, même si les concentrations ont baissées entre 2006 et 2014.

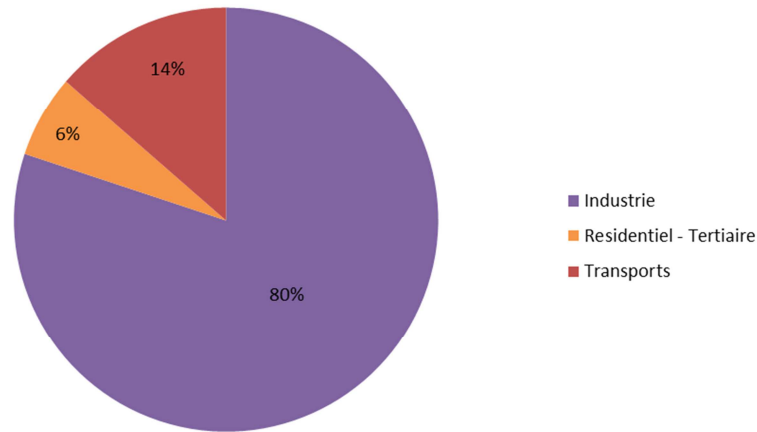


Figure 26 : émissions de benzène en 2010 sur la CODAH Source : Air Normand – Inventaire année 2010 – Version 2013 – V1 [12]

De la même façon, les émissions industrielles de COVNM dans l’air ont également diminué d’un facteur 2 entre 2006 et 2013 (Figure 25). Cette baisse des émissions est cohérente avec la diminution des concentrations en toluène entre 2006 et 2014. Par contre, les concentrations en xylènes sont restées globalement stables entre 2006 et 2014. Les sources principales de COVNM sur la CODAH sont représentées sur la Figure 27.

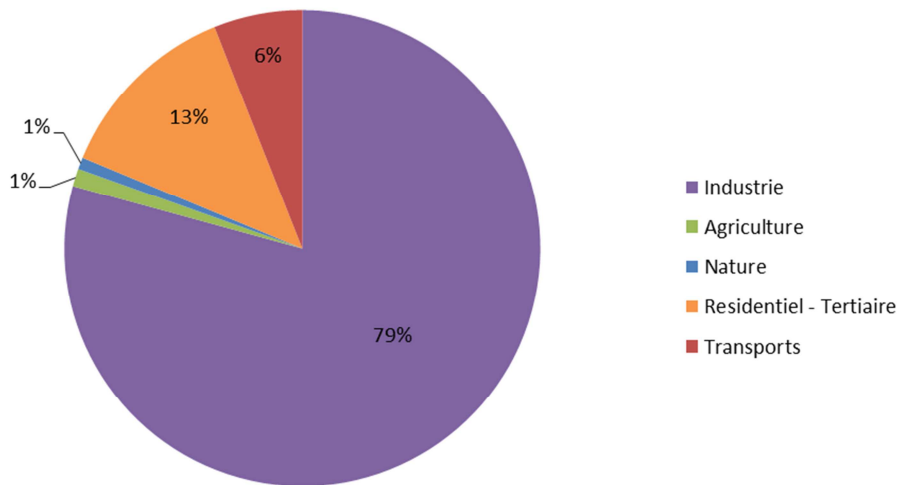


Figure 27 : émissions de COVNM en 2010 sur la CODAH Source : Air Normand - Inventaire année 2010 - Version 2013 - V1 « Nature » = émissions des forêts, des zones humides (marais ...), etc. [12]

La part de toluène ou de xylènes n’est pas différenciable parmi les déclarations d’émissions de COVNM. Les concentrations en xylènes sont vraisemblablement en partie liées à des émissions de la ZI du Havre. La part de chaque émetteur n’a pas pu être clairement identifiée. Ainsi on peut supposer que l’évolution des concentrations en xylènes entre 2006 et 2014 peut être liée en partie à des changements dans l’activité d’unités et/ou à une évolution des émissions industrielles (liée à des changements de process / procédés de dépollution / qualité des matières premières).

7. Conclusion

Les mesures de benzène, toluène, xylènes et naphthalène réalisées sur 26 sites au sein et aux alentours de la zone industrielle du Havre en 2014 permettent de tirer les conclusions suivantes :

- L'impact des émissions industrielles est visible au sein de la zone industrielle où les concentrations sont les plus importantes. Le site le plus impacté est le site n° 25 (route de la chimie) situé au cœur de la ZI entre les deux plus gros émetteurs de COVNM et de benzène que sont la Raffinerie de Normandie et Total Petrochemicals France.
- Les sites aux alentours de la ZI sont moins impactés par les émissions provenant des industriels de la ZI. L'impact varie selon la vitesse et la direction des vents. Les concentrations en polluant gazeux diminuent plus ou moins rapidement en s'éloignant de la ZI.

Les valeurs de référence (valeur limite et objectif de qualité pour le benzène, valeurs guides OMS et ANSES pour le toluène, les xylènes et le naphthalène) ne sont pas dépassées à l'exception de l'objectif de qualité relatif au benzène sur les sites 24 (CERT Total) et 25 (route de la chimie).

- La comparaison avec d'autres études réalisées dans d'autres zones industrielles est indicative, les autres études n'ayant pas toutes été réalisées les mêmes années. De même, les conditions météorologiques, la topographie, le trafic/résidentiel alentours et le type d'industriels présents dans la zone peuvent différer. Le constat qui peut être fait est que les concentrations obtenues dans la zone industrielle du Havre en 2014 sont du même ordre de grandeur que celles obtenues lors de ces autres études.

- Les émissions industrielles dans l'air (de benzène et de COVNM) ont diminuées d'un facteur 2 entre 2006 et 2013. De la même manière, les concentrations en benzène et toluène mesurées dans et aux alentours de la ZI ont diminué d'un facteur 2 entre l'étude réalisée en 2006 et la présente étude de 2014 ce qui paraît cohérent d'autant que le secteur industriel est le contributeur majoritaire aux émissions de benzène et de COVNM sur le secteur de la CODAH.

- Par contre, les concentrations en xylènes dans l'air ambiant sont restées stables entre 2006 et 2014. La part de chaque émetteur n'a pas pu être clairement identifiée. Une hypothèse est que l'évolution des concentrations en xylènes entre 2006 et 2014 soit liée en partie à des changements dans l'activité d'unités et/ou à une évolution des émissions industrielles (liée à des changements de process / procédés de dépollution / qualité des matières premières).

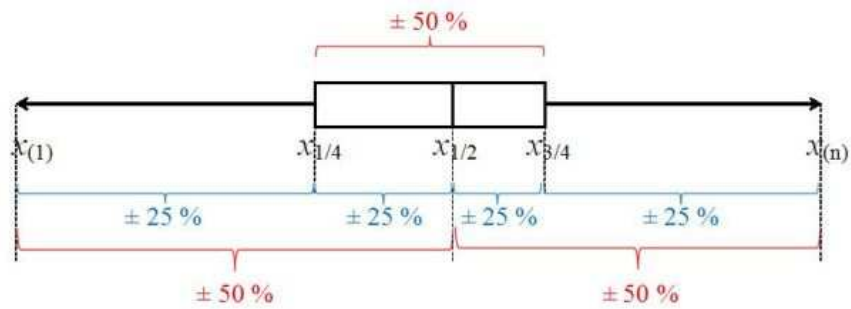
- Les concentrations en naphthalène sont faibles. Les concentrations au niveau du site de mesures n°21 (à l'extrémité Est de la zone industrielle) sont légèrement plus élevées que dans le reste de la zone d'étude. Les concentrations en naphthalène ont été comparées à celles mesurées en 2010/2011 dans la zone de Port Jérôme et elles sont du même ordre de grandeur.

8. Pages complémentaires

8.1. Annexes

Annexe 1 : synthèse des résultats des 26 sites de mesures en 2014

Définition d'un boxplot (ou boîte à moustache) :

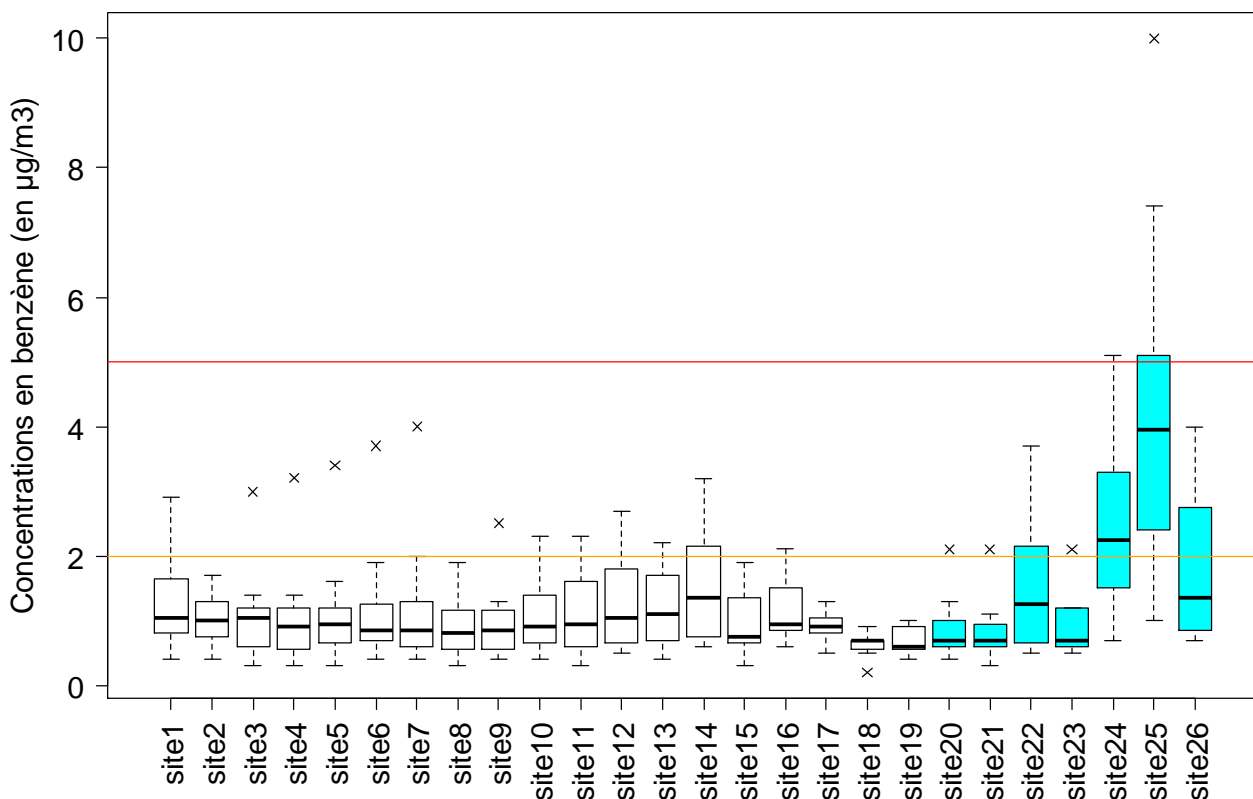


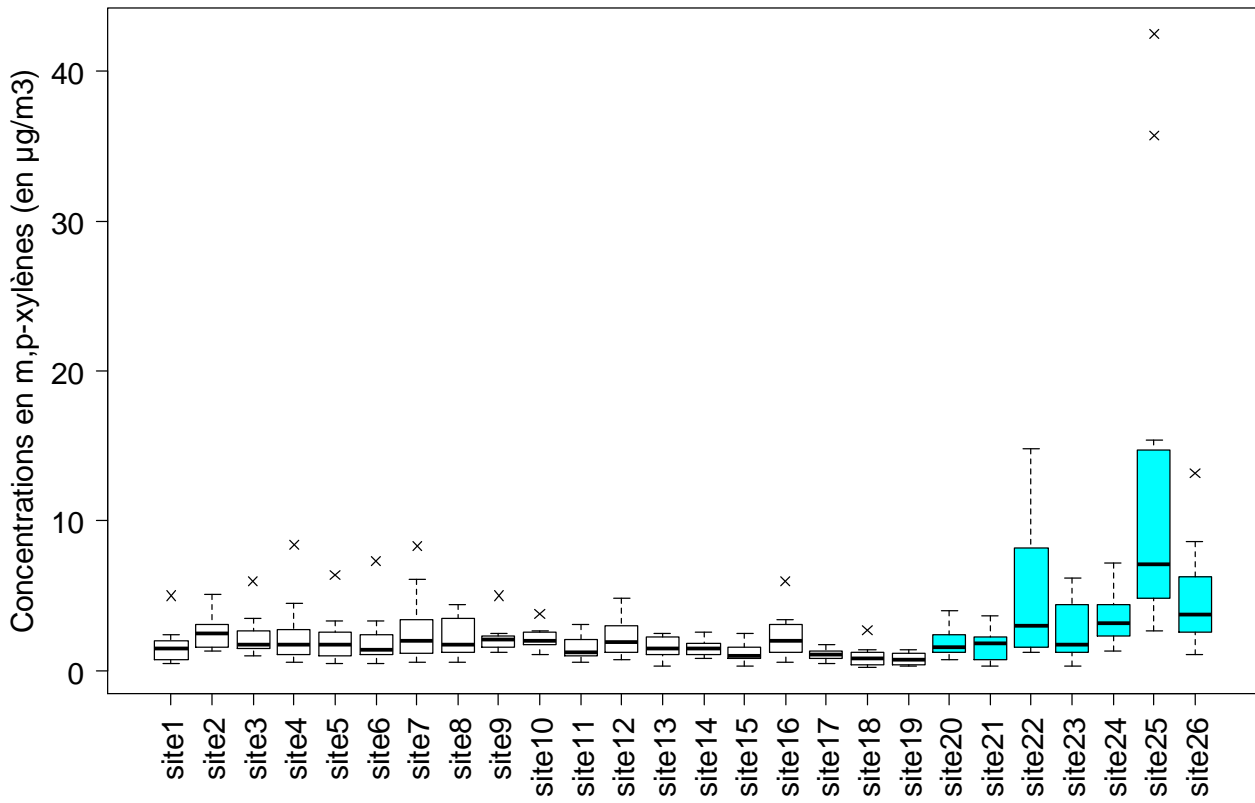
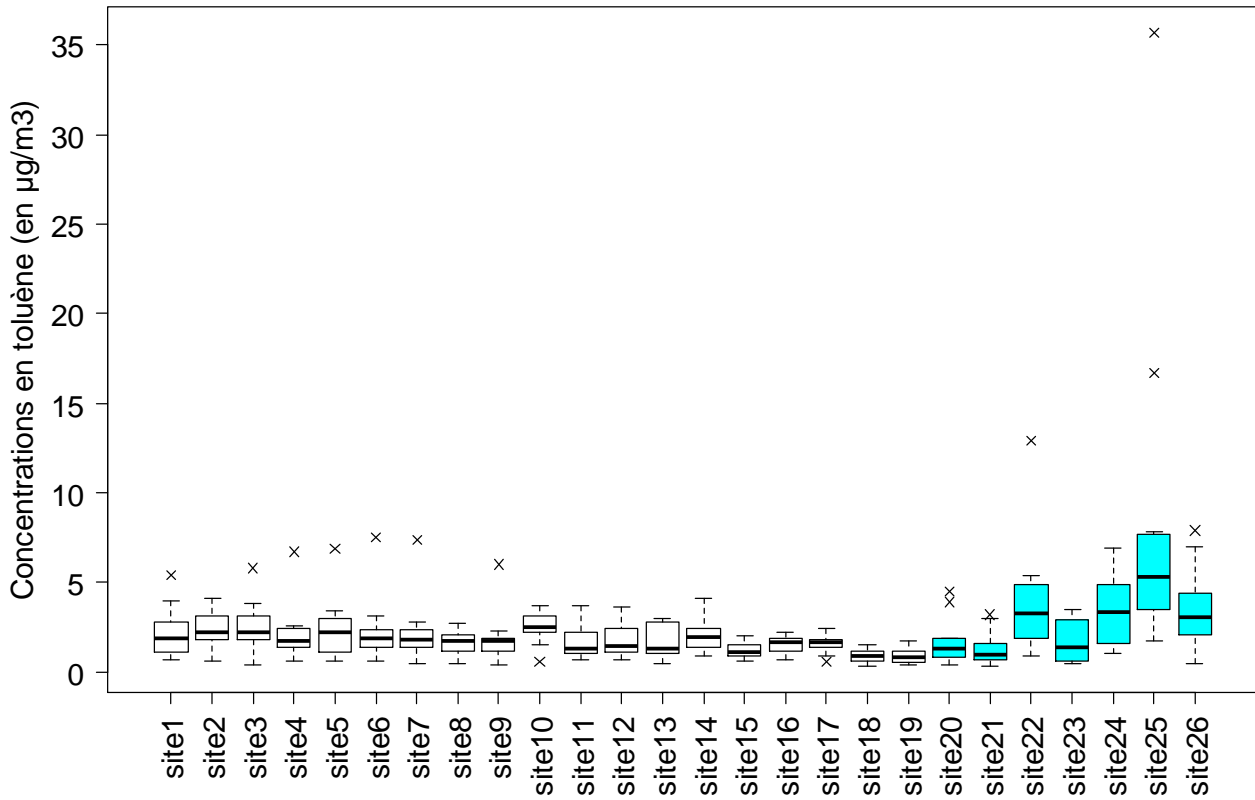
- la médiane $x_{1/2}$ nous renseigne sur le milieu de la série ;
- les largeurs des deux parties de la boîte rendent compte de la dispersion des valeurs situées au centre de la série (la boîte contient 50% (environ) de l'ensemble des observations : 25% à gauche de la médiane et 25% à sa droite) ;
- la longueur des moustaches renseigne sur la dispersion des valeurs situées au début de la série ordonnée (les valeurs les plus petites correspondant à 25% des observations) ou à la fin de celle-ci (les valeurs les plus grandes correspondant aussi à 25% des observations) ;

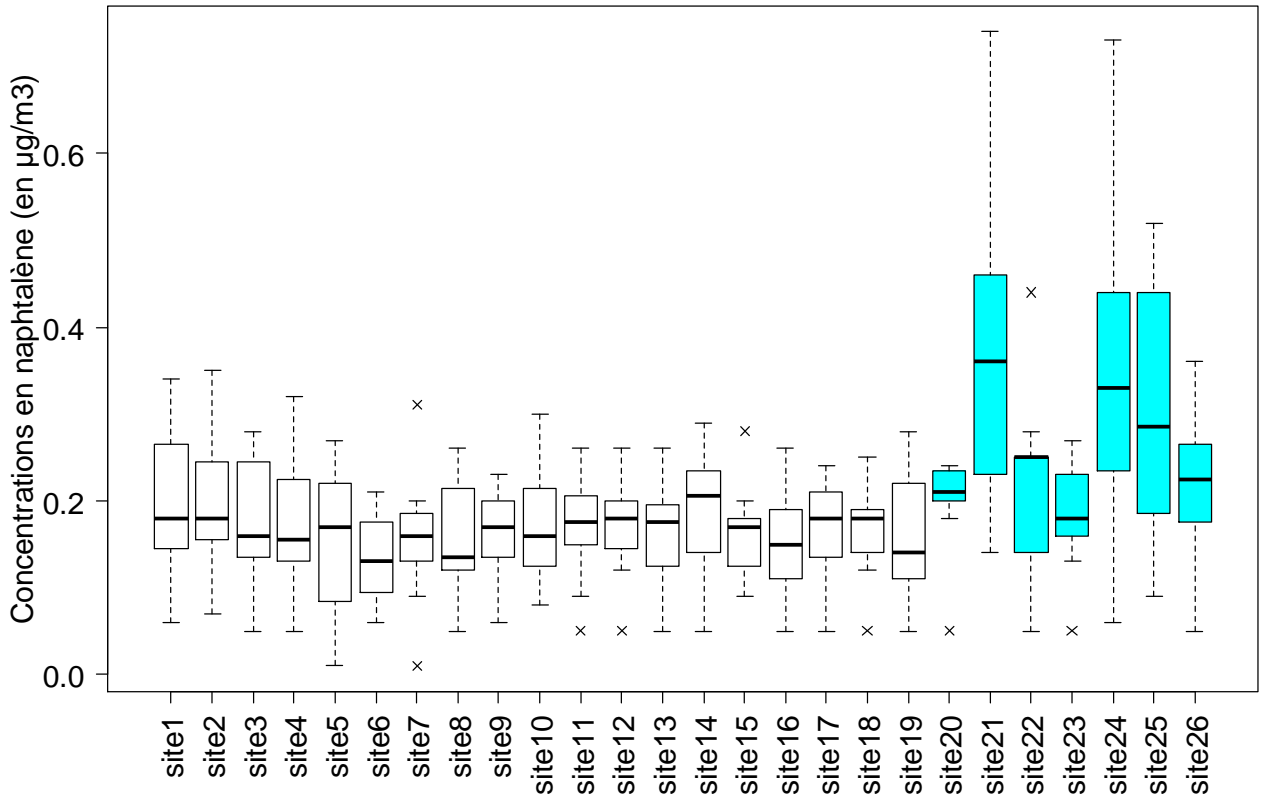
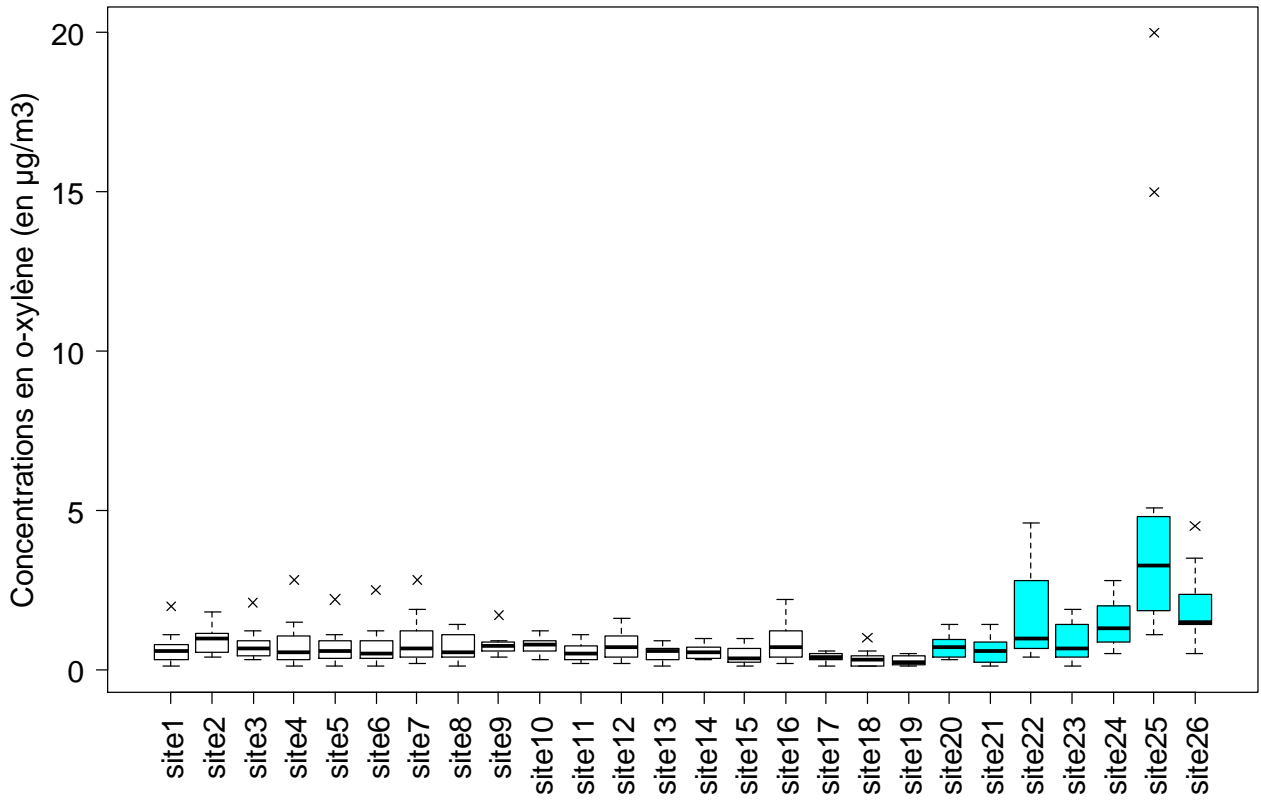
De façon générale, la boîte et les moustaches seront d'autant plus étendues que la dispersion de la série statistique est grande.

Quand la série observée contient l'une ou l'autre valeur extrême (très petite ou très grande), les moustaches risquent de devenir très longues, ce qui nuit à leur interprétation.

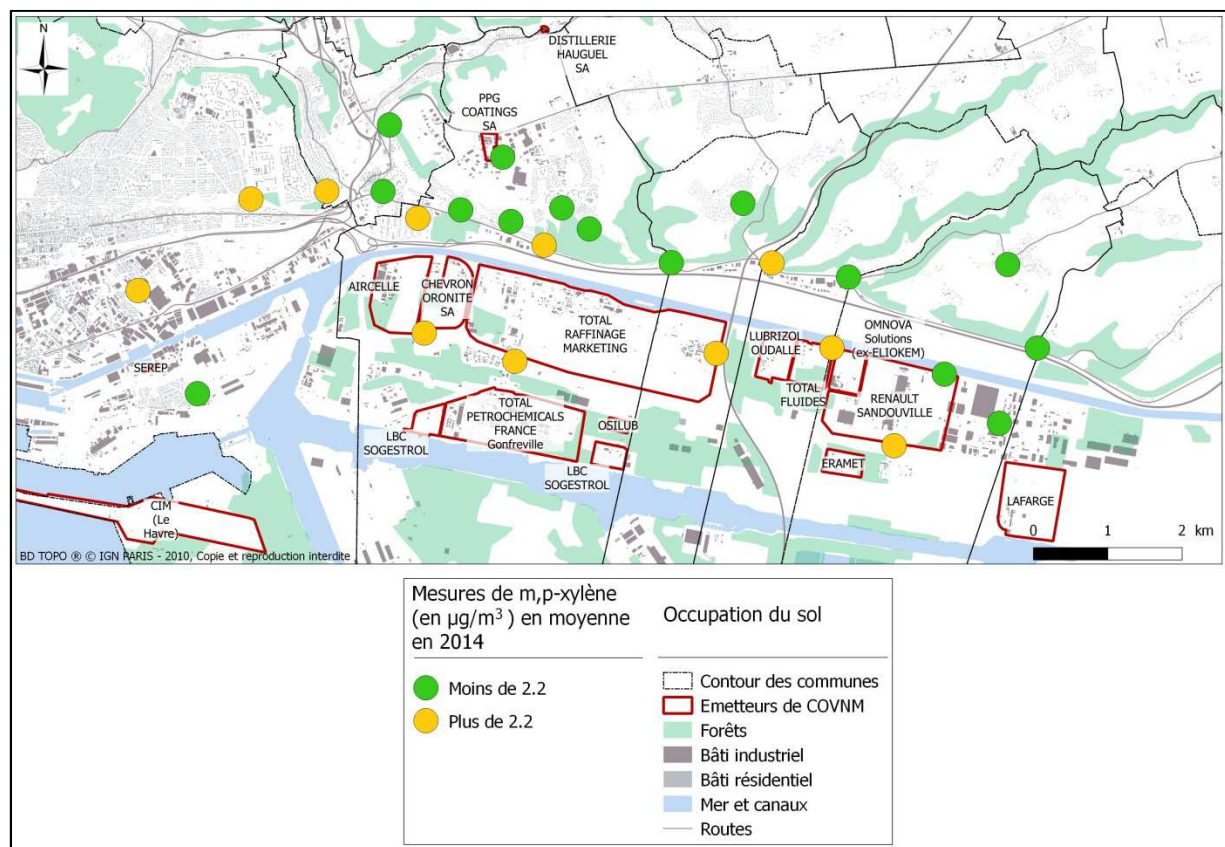
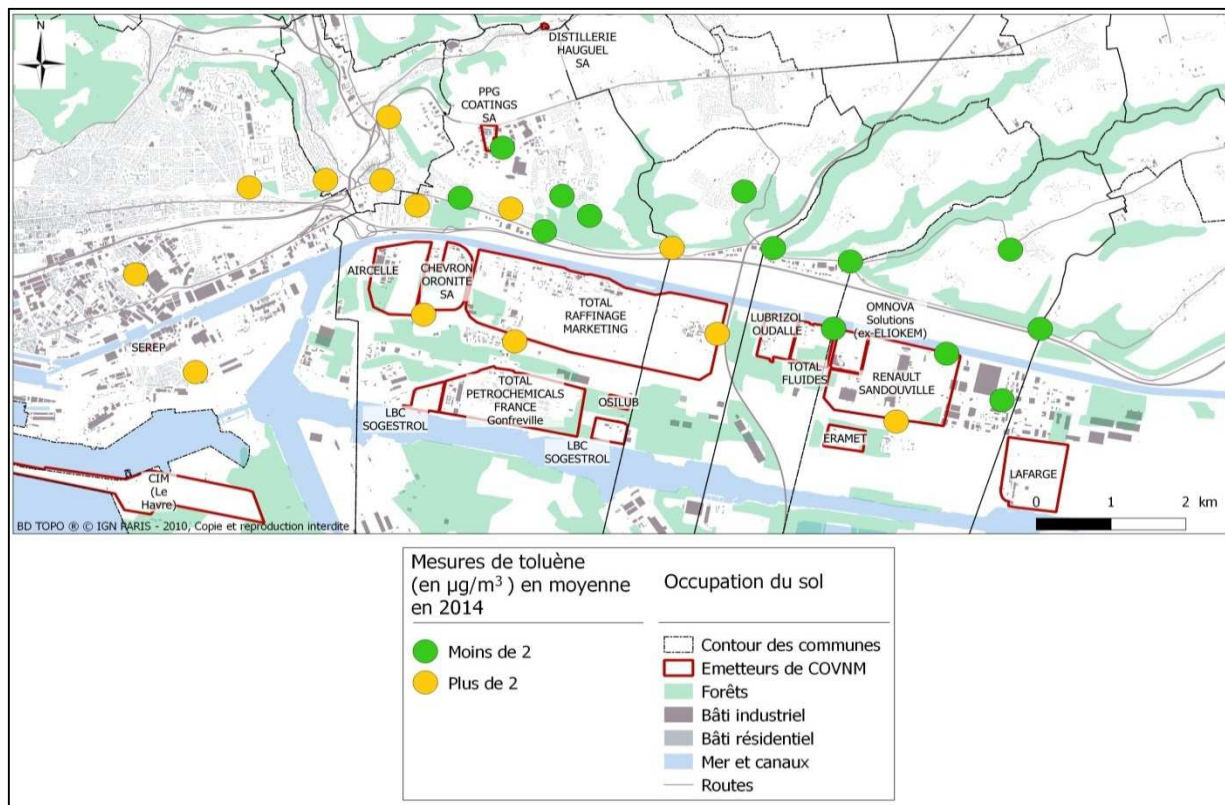
- Ainsi, dans les graphes suivants, les valeurs extrêmes sont représentées par des croix.
- Les boîtes en bleu sont les sites de la ZI (du n°20 au 26).
- Sur le graphe du benzène, sont représentés l'objectif de qualité de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (en orange) et la valeur limite de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (en rouge).

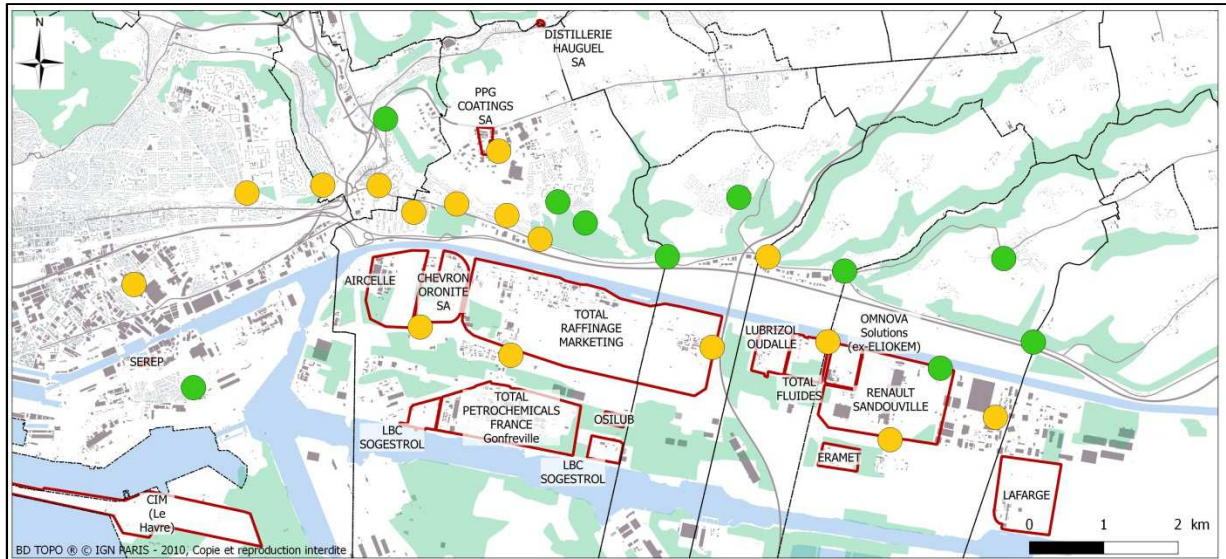






Annexe 2 : Représentation cartographique des moyennes annuelles de toluène, xylènes et naphtalène sur les 26 sites de mesure



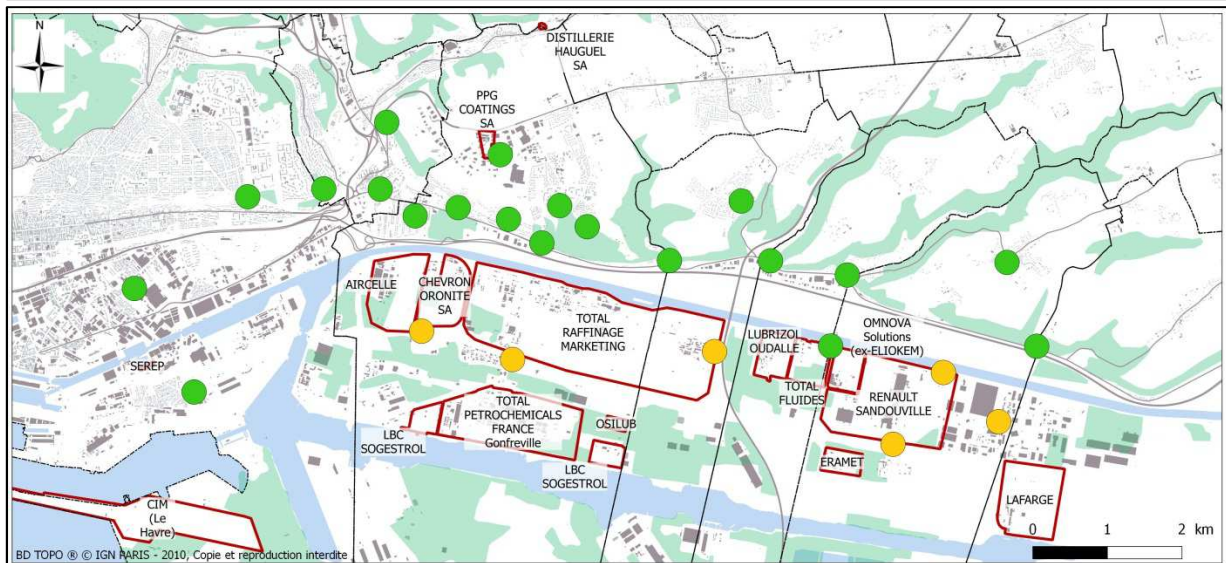


Mesures de o-xylène
(en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en moyenne
en 2014

- Moins de 0.7
- Plus de 0.7

Occupation du sol

- Contour des communes
- Emetteurs de COVNM
- Forêts
- Bâti industriel
- Bâti résidentiel
- Mer et canaux
- Routes



Mesures de naphthalène
(en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en moyenne
en 2014

- Moins de 0.2
- Plus de 0.2

Occupation du sol

- Contour des communes
- Emetteurs de COVNM
- Forêts
- Bâti industriel
- Bâti résidentiel
- Mer et canaux
- Routes

8.2. Bibliographie

- [1] S. Le Meur. Mesure du benzène dans l'environnement de la zone industrielle du Havre [en ligne]. Rapport d'étude, n° 05-15-06, Air Normand, 2006, 31 p. Disponible sur : www.airnormand.fr (consulté le 23.04.2015)
- [2] INERIS, Ministère de l'Ecologie, du développement durable et de l'énergie. Registre français des émissions polluantes, iREP [en ligne]. Disponible sur : <http://www.irep.ecologie.gouv.fr/TREP/index.php> (consulté le 23.04.2015)
- [3] Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie. Décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air [en ligne]. Journal officiel, n° 0247 du 23 octobre 2010. Disponible sur : http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do;jsessionid=4585DAE5E29E82C74FF7A3E961523DB4.tpdila15v_3?cidTexte=JORFTEXT000022941254&categorieLien=id (consulté le 23.04.2015)
- [4] World Health Organisation. Air quality guidelines for Europe - second edition [en ligne]. WHO regional publication, European series, n° 91, 2000, 288 p. Disponible sur : http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0005/74732/E71922.pdf (consulté le 23.04.2015) ISBN 92 890 13 58 3
- [5] AFSSET. Avis de l'Agence Française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail relatif à la proposition de valeur guide de qualité de l'air intérieur pour le naphthalène [en ligne]. Edition scientifique, air et agents chimiques, août 2009, 83 p. Disponible sur : <https://www.anses.fr/fr/documents/AIR2004etVG005Ra.pdf> (consulté le 23.04.2015) ISBN 978 2 11 098507 1
- [6] Air Pays de la Loire. Evaluation des niveaux de benzène dans l'air dans l'environnement de la raffinerie Total à Donges – Campagne 2013 [en ligne]. Rapport d'études, E-Etrpd14014, Air Pays de la Loire, 3 juin 2014, 38 p. Disponible sur : <http://www.airpl.org/Publications/rapports/lundi-07-juillet-2014-evaluation-des-niveaux-de-benzene-dans-l-air-dans-l-environnement-de-la-raffinerie-Total-a-Donges-campagne-2013> (consulté le 22.06.2015)
- [7] S. Le Bail. Surveillance réglementaire du benzène au voisinage de la zone industrielle de Lacq – année 2014 [en ligne]. Rapport d'étude, n° ET/TP/15/01, AIRAQ ATMO Aquitaine, janvier 2015, 17 p. Disponible sur : http://www.airaq.asso.fr/fileadmin/user_upload/redacteur/Rapport_ETTP1501_Lacq_2014.pdf (consulté le 23.04.2015)
- [8] Air Rhône-Alpes. Benzène, Sud lyonnais / Feyzin ZI – données 2014 [en ligne]. Disponible sur : http://www.air-rhonealpes.fr/site/article/voir/naviguez_dans_la_base_de_donnees#Article/extraire/161617 (consulté le 23.04.2015)
- [9] S. Le Meur. Mesure du benzène dans l'environnement de la zone industrielle de Port Jérôme [en ligne]. Rapport d'étude, n° 06-12-07, Air Normand, 2007, 31 p. Disponible sur : www.airnormand.fr (consulté le 23.04.2015)
- [10] S. Le Meur. Mesure du benzène dans l'environnement de la raffinerie « Petroplus » à petit Couronne - évolution 2007-2011 [en ligne]. Rapport d'étude, n° 10-20-11, Air Normand, 2011, 22p. Disponible sur : www.airnormand.fr (consulté le 23.04.2015)
- [11] S. Le Meur. Evaluation des teneurs en naphthalène dans la zone industrielle de Port Jérôme d'octobre 2010 à septembre 2011 [en ligne]. Rapport d'étude, n° 10-16-13-1, Air Normand, avril 2013, 8 p. Disponible sur : www.airnormand.fr (consulté le 23.04.2015)
- [12] AIR NORMAND. Inventaire des émissions [en ligne]. Disponible sur : <http://www.airnormand.fr/Donnees/Inventaire-des-emissions> (consulté le 23.04.2015)