



évaluation des niveaux de benzène dans l'air

dans l'environnement de la raffinerie
Total à Donges

campagne de mesure 2012

mars 2013



sommaire

synthèse	1
introduction	6
la raffinerie Total de Donges	7
le dispositif mis en œuvre	9
la mesure par tubes à diffusion.....	9
la mesure par analyseur automatique	12
les résultats	14
1. situation des niveaux 2012 en benzène par comparaison à d'autres études menées en milieu industriel	15
2. évolution spatiale des niveaux de benzène à proximité de la raffinerie durant les 12 semaines de mesure	19
3. résultats des mesures par analyseur automatique : localisation des zones d'émission au sein de la raffinerie et évolution temporelle fine des concentrations en benzène.....	20
4. évolution de l'impact des zones d'émissions sur les teneurs en benzène enregistrées sur le site de Pasteur depuis 2007.....	23
5. évaluation des risques de dépassement des valeurs réglementaires 2012	24
conclusions et perspectives	25
annexes	26
annexe 1 : direction des vents durant la campagne	27
annexe 2 : validation des mesures réalisées par tubes à diffusion passive	29
annexe 3 : histogramme de distribution des valeurs horaires en benzène rue Pasteur et boulevard Victor-Hugo pour les 2 séquences de mesures par analyseur automatique	30
annexe 4 : Air Pays de la Loire.....	31
annexe 5 : techniques d'évaluation.....	32
annexe 6 : types des sites de mesure.....	33
annexe 7 : polluants	34
annexe 8 : seuils de qualité de l'air 2012	35
bibliographie	36
glossaire	37

contributions

Coordination de l'étude : François Ducroz, Rédaction et exploitation statistique : Alexandre Algoët, Mise en page : Bérangère Poussin, Exploitation du matériel de mesure : Arnaud Tricoire, Claude Baron & équipe métrologie opérationnelle, Crédit photographies : Total Raffinage Marketing, Arnaud Tricoire & Claude Baron, Validation : Arnaud Rebours.

conditions de diffusion

Air Pays de la Loire est l'organisme agréé pour assurer la surveillance de la qualité de l'air dans la région des pays de la Loire, au titre de l'article L. 221-3 du code de l'environnement, précisé par l'arrêté du 3 août 2010 pris par le Ministère chargé de l'Écologie.

A ce titre et compte tenu de ses statuts, Air Pays de la Loire est garant de la transparence de l'information sur les résultats des mesures et les rapports d'études produits selon les règles suivantes :

Air Pays de la Loire, réserve un droit d'accès au public aux résultats des mesures recueillies et rapports produits dans le cadre de commandes passées par des tiers. Ces derniers en sont destinataires préalablement.

Air Pays de la Loire a la faculté de les diffuser selon les modalités de son choix : document papier, communiqué, résumé dans ses publications, mise en ligne sur son site Internet www.airpl.org, etc...

Air Pays de la Loire ne peut en aucune façon être tenu responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses ou de toute œuvre utilisant ses mesures et ses rapports d'études pour lesquels Air Pays de la Loire n'aura pas donné d'accord préalable.

remerciements

Nous tenons à remercier nos collègues Messieurs Le Meur (Air Normand), Vigier (Air Rhône Alpes) et Mathiot (Air Paca), pour la communication des données de concentrations de benzène en environnement industriel.

synthèse

contexte → poursuite de l'évaluation du benzène dans l'environnement de la raffinerie

La raffinerie Total de Donges est la seconde raffinerie de Total de France par sa capacité de traitement. Construite en 1930, elle atteint en 2011 une capacité de raffinage de 11.5 millions de tonnes ce qui représente près de 14 % de la capacité de raffinage nationale (Ufip, 2012).

Ses émissions de benzène dans l'air sont estimées à 13.8 tonnes en 2011 en nette diminution depuis 2006 (- 19 % entre 2006 et 2011).

Les arrêtés préfectoraux du 16 juin 2005 et du 3 juillet 2006 imposent une surveillance du benzène dans l'environnement de l'établissement. Depuis 2005, à la demande de Total, Air Pays de la Loire réalise l'étude d'évaluation des concentrations atmosphériques en benzène dans l'environnement de son établissement.

objectifs → un suivi spatial et temporel

L'objectif de cette étude est double :

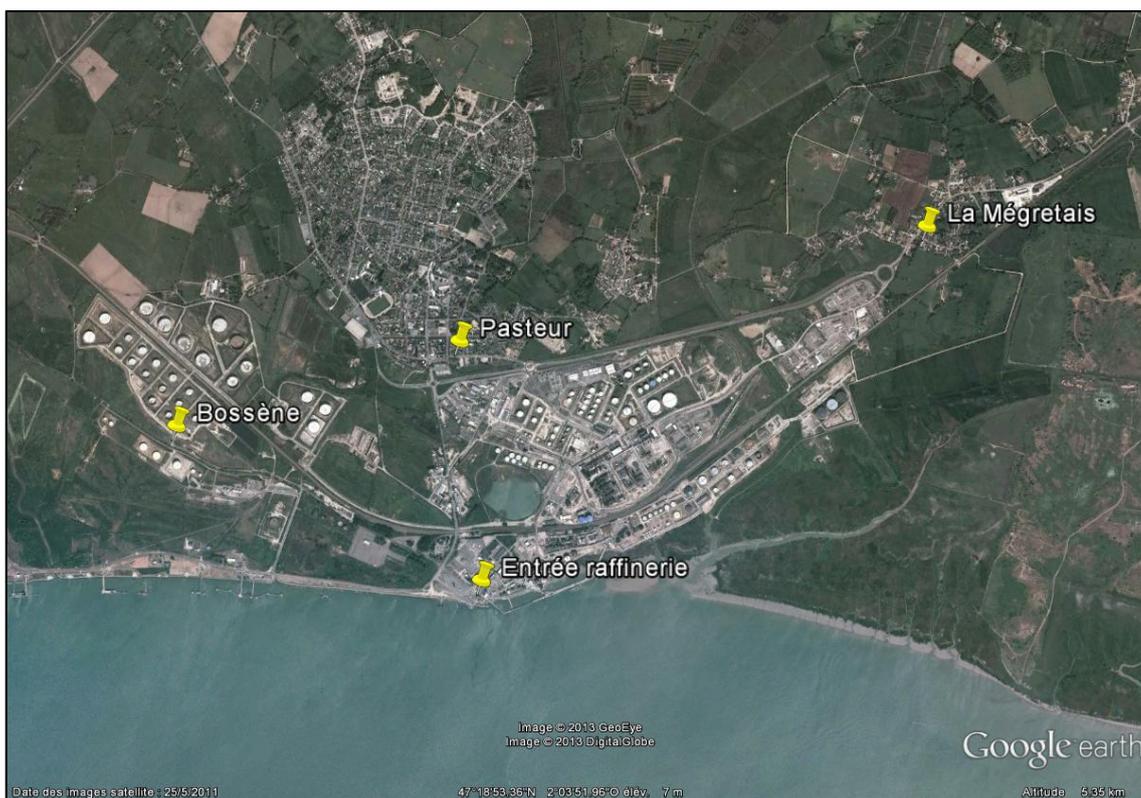
- étudier la distribution spatiale du benzène sur 4 sites localisés à proximité de la raffinerie et déterminés suite aux résultats de l'étude 2005-2007, en raison de leur proximité de l'établissement.
- étudier l'évolution temporelle fine du benzène sur le site de Pasteur, station permanente d'Air Pays de la Loire située à 250 mètres de la raffinerie et localisée dans le sud du centre-ville de Donges. Cette évolution fine des teneurs couplée aux mesures de direction de vent, permet de localiser les zones d'émissions prépondérantes au sein de la raffinerie.

moyens → 2 méthodes de mesures complémentaires

Afin de répondre aux 2 objectifs, Air Pays de la Loire a mis en œuvre deux techniques complémentaires de mesure du benzène.

mesures par tubes à diffusion passive

Les mesures par tubes à diffusion passive permettent d'avoir accès aux teneurs moyennes en benzène sur 7 jours mesurées sur une large zone. Cette technique a été mise en œuvre simultanément sur 4 sites (La Mégretais, Bossènes, entrée de la raffinerie et Pasteur). Ces sites ont été choisis en fonction des résultats de l'étude 2005-2007 (présence d'une influence établie des rejets, répartition géographique autour de l'établissement).



Localisation des sites de mesure pourvus de tubes à diffusion passive

Ces mesures ont été réalisées durant 4 séquences de 3 semaines réparties sur l'année ce qui représente une couverture temporelle annuelle de 23 % permettant de respecter l'objectif de qualité fixé par la directive 2008/50/CE à 14 % pour la saisie minimale des mesures indicatives.

mesures par analyseur automatique

Les mesures par analyseur automatique permettent de mesurer le benzène au niveau horaire et ainsi d'avoir des informations sur l'évolution des concentrations à un pas de temps court. Un analyseur automatique a donc été installé sur le site de Pasteur, l'étude de 2005-2007 ayant montré une influence des émissions de la raffinerie dans cette zone. Les mesures ont été effectuées en continu pendant 2 périodes : du 8 mars au 4 juin 2012, et du 11 septembre au 1^{er} novembre 2012, soit un total de 4,5 mois de mesures.

Rappel : le dispositif mis en œuvre ne permet pas de situer de façon stricte la concentration en benzène vis-à-vis des valeurs réglementaires (objectif de qualité, valeur limite) qui sont basées sur des concentrations annuelles de benzène. Toutefois une estimation des risques de dépassement de ces valeurs peut être établie.

résultats 1 → une teneur moyenne qui a de fortes probabilités de respecter la valeur limite

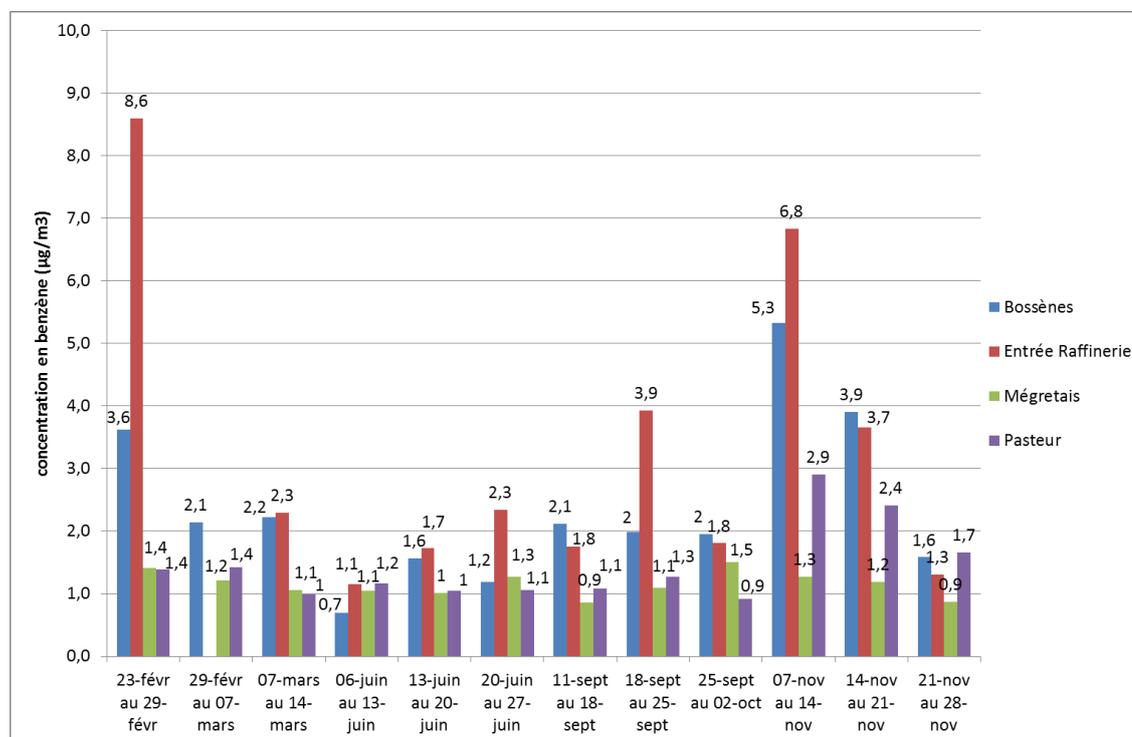
Situation par rapport à la valeur limite :

Pour les sites Pasteur, Bossènes et Mégretais, les niveaux moyens relevés sont au minimum 2 fois plus faibles que la valeur limite de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (respectivement $1.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) : les probabilités de dépassement sont donc faibles. Pour les sites de Pasteur et Mégretais, la concentration moyenne est comparable aux niveaux moyens enregistrés en milieu urbain de fond (niveau moyen de $1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ enregistré en 2012 sur le site du Cimetière de la Bouteillerie à Nantes). En revanche la station située à l'entrée de la raffinerie enregistre une moyenne de $3.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur les 12 semaines de mesure, niveau proche de la concentration moyenne mesurée en milieu urbain à proximité du trafic (niveau moyen de $2.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ enregistré en 2012 rue Gougéard au Mans).

Situation par rapport à l'objectif de qualité :

Sur les sites de l'entrée de la raffinerie et Bossènes le niveau moyen en benzène atteint respectivement $3.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La possibilité de ne pas atteindre l'objectif de qualité ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle) est donc avérée pour ces sites. Pour le site de l'entrée de la raffinerie cette possibilité avait déjà été mise en évidence lors des études 2008 ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$), 2010 ($1.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et 2011 ($2.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Pour les sites Pasteur et Mégretais, les niveaux sont plus faibles (respectivement $1.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$), l'objectif de qualité devrait donc être respecté.

résultats 2 → distribution spatiale des concentrations sur Donges

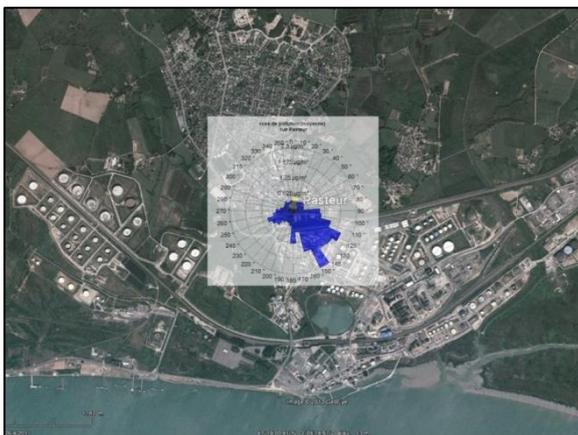


Évolution hebdomadaire des teneurs en benzène durant les 12 semaines de mesure

Les mesures hebdomadaires durant les 12 semaines ont permis de confirmer les résultats des études précédentes avec des niveaux très différents dans l'espace et le temps. Les niveaux les plus élevés sont enregistrés lorsque le site de mesure est sous les vents de la raffinerie et notamment de la partie centrale.

résultats 3 ➔ deux zones d'émissions prépondérantes au sein de la raffinerie

Les mesures horaires de benzène enregistrées en 2012 sur le site de Pasteur couplées aux mesures de direction de vent permettent de confirmer les résultats des études précédentes soit deux zones d'émissions prépondérantes au sein de l'établissement: le centre de la raffinerie et dans une moindre mesure la zone de stockage Ouest.



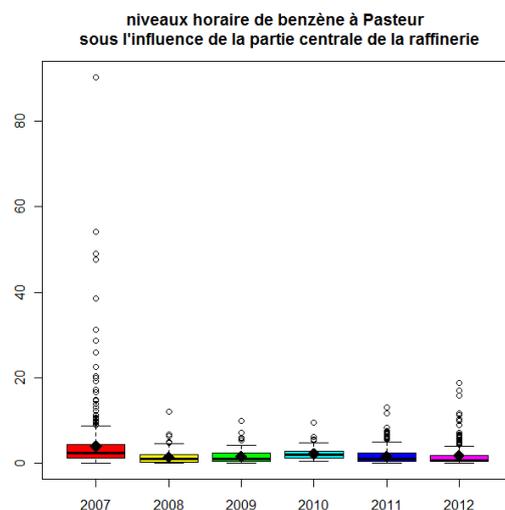
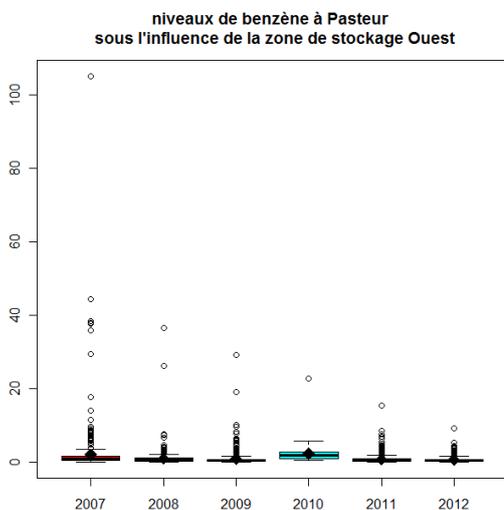
Rose de concentration moyenne en benzène du 8 mars au 4 juin 2012



Rose de concentration moyenne en benzène du 11 septembre au 1^{er} novembre 2012

résultats 4 ➔ une influence de la raffinerie en diminution depuis 2007

Depuis la première étude menée l'hiver 2006-2007, nous assistons à une baisse régulière des niveaux de pointe lorsque le site se situe sous les vents de la zone de stockage Ouest. Parallèlement une baisse significative de l'ampleur des épisodes de pollution est également constatée entre 2007 et 2008 lorsque le site de Pasteur est sous les vents de la partie centrale de la raffinerie ; les maxima horaires ne dépassant plus 25 µg/m³ à partir de 2008. Cette évolution à la baisse de l'impact des émissions de benzène de la raffinerie sur les teneurs atmosphériques mesurées à proximité est à mettre en relation avec les actions mises en œuvre par l'exploitant pour limiter ses rejets.



conclusions

La concentration moyenne en benzène mesurée en 2012 à proximité de la raffinerie Total à Donges se situe dans la fourchette basse de celle enregistrée dans l'environnement d'autres sites de raffinage. Le maximum enregistré sur une heure au niveau de la rue Pasteur en 2012 ($18.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) demeure inférieur à ceux mesurés dans l'environnement des autres raffineries qui peuvent atteindre une centaine de $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Cette étude a permis de confirmer les résultats des études précédentes soit une influence des rejets de la raffinerie sur les sites localisés sous les vents de l'établissement, et l'existence de deux zones d'émissions prépondérantes (zone de stockage Ouest et centre de la raffinerie).

L'étude interannuelle des niveaux horaires de benzène lorsque le site de Pasteur est sous les vents respectivement de ces deux zones d'émissions montre depuis 2007, une baisse régulière des niveaux de pointe lorsque le site se situe sous les vents de la zone de stockage Ouest et une baisse significative de l'ampleur des épisodes de pollution entre 2007 et 2008 lorsque le site de Pasteur est sous les vents de la partie centrale de la raffinerie. Cette diminution de l'impact de l'établissement sur les teneurs atmosphériques mesurées à Donges est cohérente avec la baisse significative des émissions de la raffinerie depuis 2006 (-19 % entre 2006 et 2011).

Enfin, la probabilité de dépassement de la valeur limite annuelle ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est très faible sur l'ensemble des sites.

La possibilité de ne pas atteindre l'objectif de qualité ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) n'est pas à exclure sur les sites de l'entrée de la raffinerie et Bossènes. Pour l'entrée de la raffinerie, cette possibilité avait déjà été mise en évidence lors des études 2008, 2010 et 2011. Il faut néanmoins noter l'absence de population résidente au niveau de cette station. Pour les sites Pasteur et Mégretais, les niveaux sont plus faibles (respectivement $1.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$), l'objectif de qualité devrait donc être respecté.

Par comparaison aux mesures effectuées en milieu urbain, la moyenne 2012 calculée sur les 4 séquences de mesures rue Pasteur ($1.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est supérieure à celles enregistrées en milieu urbain de fond à Nantes ($1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et au Mans ($1 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Elle reste toutefois deux fois plus faible que celle mesurée sur le site de trafic rue Gougeard au Mans ($2.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

La poursuite de l'évaluation des niveaux de benzène dans l'environnement proche de la raffinerie permettra de suivre à long terme l'influence de l'évolution des émissions de l'établissement sur les teneurs atmosphériques mesurées à proximité.

introduction

Située sur la rive droite de l'estuaire de la Loire, à 15 km de Saint-Nazaire et 50 km de Nantes, la raffinerie Total de Donges représente la 2^{ème} raffinerie de Total de France après celle de Gonfreville. Elle possède une capacité de traitement de 11,5 millions de tonnes de pétrole brut, soit près de 14 % de la capacité de raffinage française (Ufip, 2012) et près de 25 % de la capacité de raffinage de Total en France.

Outre les carburants automobiles, cette raffinerie produit également du kérosène, du butane, du propane, des bitumes ainsi que des fiouls domestiques et industriels.

Parmi les différents polluants pouvant être émis par les raffineries, les niveaux de benzène dans l'environnement de ces établissements font l'objet d'une surveillance particulière.

En 2011, les émissions atmosphériques de benzène par la raffinerie de Donges s'élèvent à 13,8 tonnes (Source IREP, 2013).

Suite aux arrêtés préfectoraux du 16 juin 2005 et du 3 juillet 2006, la société Total est tenue de surveiller les concentrations de benzène dans l'environnement de la raffinerie de Donges. Cette mission de surveillance a été confiée à Air Pays de la Loire qui a réalisé en 2005 et 2007, une 1^{ère} campagne d'évaluation des niveaux de ce polluant autour de l'établissement. D'après cette première étude, les sites de mesure les plus proches de l'établissement (0-300 mètres) se sont révélés influencés par les émissions de la raffinerie. A l'inverse, la concentration de benzène sur les sites les plus éloignés reste faible et comparable à celle enregistrée sur des sites urbains de Nantes et Saint-Nazaire.

Suite à cette 1^{ère} campagne de mesure et depuis 2008, Total a confié à Air Pays de la Loire la poursuite de l'étude des niveaux de benzène en se focalisant désormais sur les zones proches de l'établissement.

Ce rapport recense les résultats de la campagne de mesures réalisée en 2012.

Il comprend successivement :

- un descriptif de la raffinerie en termes d'émissions atmosphériques mises à jour et comparées à d'autres sites pétrochimiques ;
- le dispositif de mesure mis en œuvre en 2012 ;
- les résultats des mesures.

la raffinerie Total de Donges

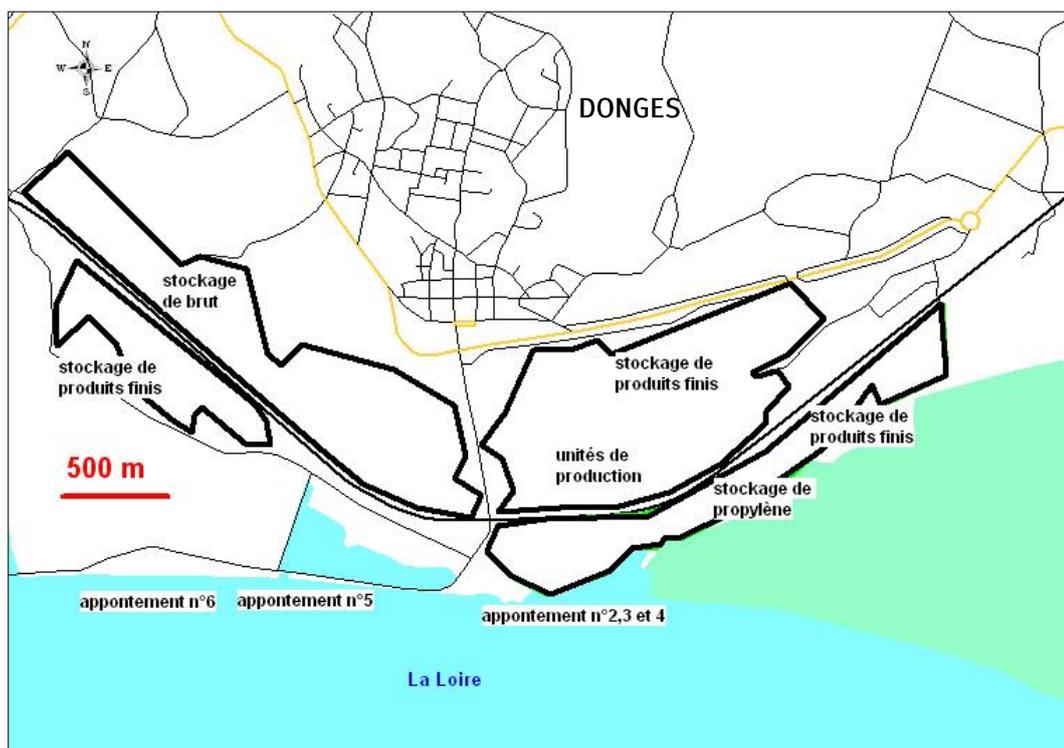
Seule raffinerie sur la façade Atlantique, la raffinerie de Donges est la seconde raffinerie de Total de France par sa capacité de traitement après celle de Gonfreville. Construite en 1930, elle atteint en 2011 une capacité de traitement de 11,5 millions de tonnes ce qui représente plus de 13 % de la consommation nationale annuelle et près de 25 % de la capacité de raffinage de Total en France (UFIP, 2012).

Outre les carburants automobiles (essence, gazole, GPL), la raffinerie produit également du kérosène, du butane, du propane, des bitumes ainsi que des fiouls domestiques et industriels. Située à l'entrée de l'estuaire de la Loire, la raffinerie de Donges s'appuie sur une logistique axée conjointement vers la mer et vers l'intérieur des terres.

Six appontements peuvent accueillir des pétroliers pour la réception de brut et l'expédition de produits finis. Deux oléoducs desservent le marché, l'un vers la Bretagne à travers le dépôt de Rennes, l'autre vers le centre et l'est avec le pipeline Donges-Melun-Metz. Deux gares routières et une gare ferroviaire permettent les livraisons par camions et par wagons dans l'ensemble des régions Ouest et Centre.



Photo 1 : Raffinerie Total de Donges



Carte 1 : le site de la raffinerie Total à Donges

Les activités de la raffinerie sont sources d'émissions dans l'air. Les quantités de benzène émis de 2006 à 2011 sont mentionnées dans le tableau suivant :

Polluants	Emissions 2006 (tonnes) ¹	Emissions 2007 (tonnes) ¹	Emissions 2008 (tonnes) ¹	Emissions 2009 (tonnes) ¹	Emissions 2010 (tonnes) ¹	Emissions 2011 (tonnes) ¹
Benzène	17.1	16.8	11.7	11.3	11.2	13.8

Tableau 1 : émissions de benzène par la raffinerie Total de Donges de 2006 à 2011 (source IREP 2012 - <http://www.irep.ecologie.gouv.fr/IREP/>)

Les émissions estimées de benzène sont stables entre 2006 et 2007 (17 tonnes) puis en nette diminution à partir de 2008 (- 19 % entre 2006 et 2011). On observe toutefois une augmentation de 23% des émissions entre 2010 et 2011.

À titre indicatif, les émissions de benzène en 2011 par d'autres raffineries sont présentées dans le tableau suivant :

Etablissement	Localisation	Activité principale	émissions de benzène en 2011 (tonnes)	Capacité de raffinage en 2011 (Mt/an)	Ratio des émissions de benzène (t de Bz/t de brut traité)
Ineos Manufacturing France Sas	13117 Martigues	Pétrole et gaz	11,7	9.8	0.8
Petroplus Raffinage Reichstett	67455 Mundolsheim	Pétrole et gaz	8,3	4	0.5
Raffinerie De Berre	13130 Berre-l'Étang	Pétrole et gaz	6,5	6.3	1
Raffinerie De Feyzin	69551 Feyzin	Pétrole et gaz	14,5	5.7	0.4
Raffinerie De Grandpuits	77720 Mormant	Pétrole et gaz	4,69	4.8	1
Raffinerie De Normandie	76700 Harfleur	Pétrole et gaz	21,6	12	0.6
Raffinerie De Port-Jérôme / Gravenchon	76330 Notre-Dame-de-Gravenchon	Pétrole et gaz	27,4	11.3	0.4
Raffinerie Esso	13771 Fos-sur-Mer	Pétrole et gaz	21,8	6.2	0.3
Sara Raffinerie	97292 LE LAMENTIN	Pétrole et gaz	4,23	0.8	0.2
Total Raffinage Marketing	44480 Donges	Pétrole et gaz	13,8	11.4	0.8
		moyenne	13.5	7.2	0.6

Tableau 2 : ratio des émissions de benzène par différentes raffineries en 2011 (www.pollutionindustrielles.ecologie.gouv.fr)

Avec un ratio de 0.8 tonnes de benzène émis par tonne de produit brut traité, la raffinerie Total de Donges se situe dans la moyenne concernant les proportions d'émissions de benzène en fonction de la production.

¹ Registre français des Emissions Polluantes – www.pollutionindustrielles.ecologie.gouv.fr

le dispositif mis en œuvre

Suite aux résultats des campagnes 2005 - 2007 qui ont montré une influence des rejets de la raffinerie sur les teneurs atmosphériques en benzène dans les zones proches de l'établissement (0-300 mètres), Air Pays de la Loire a mis en œuvre en 2012 comme les années précédentes deux techniques complémentaires de mesure du benzène dans ces zones :

- des mesures par tubes à diffusion passive sur quatre sites permettant d'avoir accès aux teneurs moyennes sur 7 jours ;
- un analyseur automatique mesurant le benzène au niveau horaire et donc produisant des informations sur l'évolution des concentrations à un pas de temps court.

la mesure par tubes à diffusion

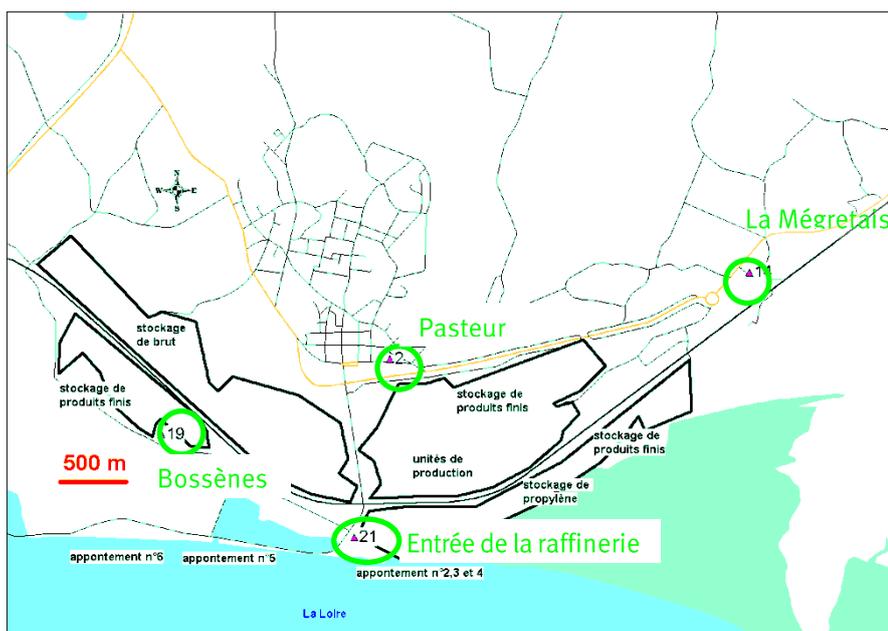
Cette méthode présente l'avantage de ne pas nécessiter d'alimentation électrique, d'être facile à mettre en œuvre. Elle peut donc être déployée sur de nombreux sites simultanément et permet ainsi d'étudier la distribution spatiale du benzène sur de larges zones géographiques.

4 sites de mesure

4 sites de mesure ont été considérés dans cette étude. Leur localisation est reportée dans le tableau et la carte suivants :

n°	description de la localisation
2	rue Pasteur : gouttière sur le garage de la station permanente d'Air Pays de la Loire
14	la Mégretais sur bâtiment de la station permanente d'Air Pays de la Loire
19	Lieu-dit les Bossènes : sur un des montants du grillage entourant la station permanente d'Air Pays de la Loire
21	en face de l'entrée principale de la raffinerie sur le projecteur à 2 têtes

Tableau 3 : description de la localisation des 4 sites de mesure pourvus de tubes à diffusion passive



Carte 2 : localisation des 4 sites de mesure par tubes à diffusion passive

La localisation de ces sites a été déterminée à partir des résultats de la campagne de mesure 2005-2007. Ces sites sont parmi les plus exposés aux émissions de la raffinerie.

des mesures de benzène par tubes à diffusion passive

Des mesures de benzène par tubes à diffusion passive ont été réalisées sur les 4 sites.

La méthode de mesure du benzène par tubes à diffusion passive est basée sur le transport par diffusion moléculaire du benzène de l'air extérieur vers une zone de piégeage (cartouche adsorbante) constituée d'un adsorbant spécifique. Le benzène est ainsi retenu et s'accumule sur cette cartouche. Dans la pratique, le tube à diffusion passive est exposé dans l'air ambiant puis envoyé en laboratoire pour l'analyse du benzène piégé sur la cartouche adsorbante.

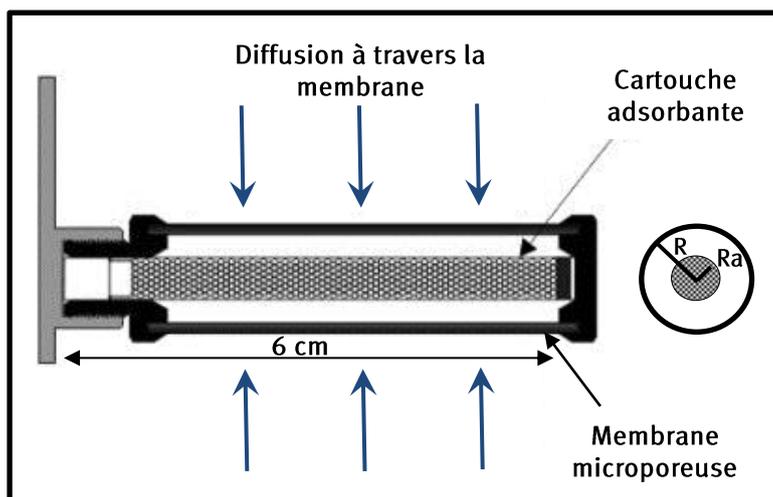


Photo 2 : tubes à diffusion passive installés dans leur boîte de protection

Pour la mesure du benzène, les tubes ont été exposés sur sites durant 7 jours. Les concentrations obtenues correspondent donc à des **teneurs moyennes sur 7 jours**.

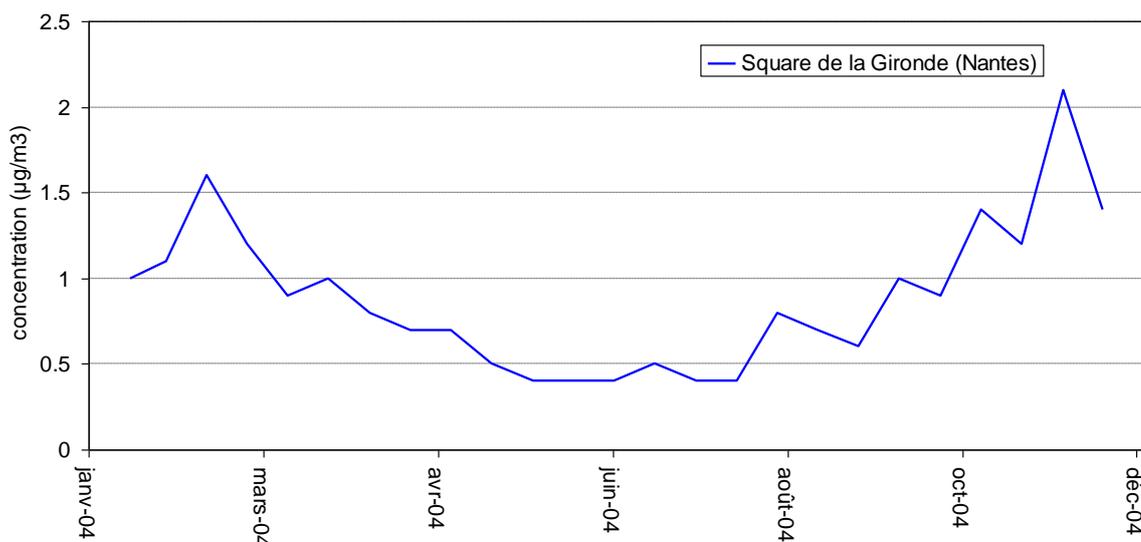
Les tubes utilisés sont commercialisés par la société Radiello et ont fait l'objet de plusieurs études de validation en chambre d'exposition [1], [2], [3], [4], [5] et en conditions réelles sur le terrain [2], [5]. Après exposition ils ont été envoyés au laboratoire Lasair d'Airparif pour analyse.

Les 4 sites ont été dotés de 2 tubes (doublons). La comparaison des 2 concentrations enregistrées sur chaque site a permis d'appréhender la répétabilité de la mesure (cf. annexe 2).

les périodes de mesure

4 séquences de mesure de 3 semaines chacune (12 semaines au total soit une couverture temporelle annuelle de 23 %) réparties sur l'année ont été effectuées.

À titre indicatif, en milieu urbain, les niveaux de benzène sont maxima durant l'hiver et minima durant l'été (cf. graphique suivant). Ces variations saisonnières sont dues aux émissions hivernales plus importantes, à des conditions météorologiques propices à l'accumulation de benzène dans l'air en hiver.



Graphique 1 : évolution du benzène mesuré sur le site urbain du square de la Gironde à Nantes en 2004

Le tableau suivant présente les 12 semaines de mesures effectuées en 2012 :

<i>N °séquence</i>	<i>période de mesure</i>
<i>séquence 1</i>	<i>23 février au 29 février</i>
	<i>29 février au 7 mars</i>
	<i>7 mars au 14 mars</i>
<i>séquence 2</i>	<i>6 juin au 13 juin</i>
	<i>13 juin au 20 juin</i>
	<i>20 juin au 27 juin</i>
<i>séquence 3</i>	<i>11 septembre au 18 septembre</i>
	<i>18 septembre au 25 septembre</i>
	<i>25 septembre au 2 octobre</i>
<i>séquence 4</i>	<i>7 novembre au 14 novembre</i>
	<i>14 novembre au 21 novembre</i>
	<i>21 novembre au 28 novembre</i>

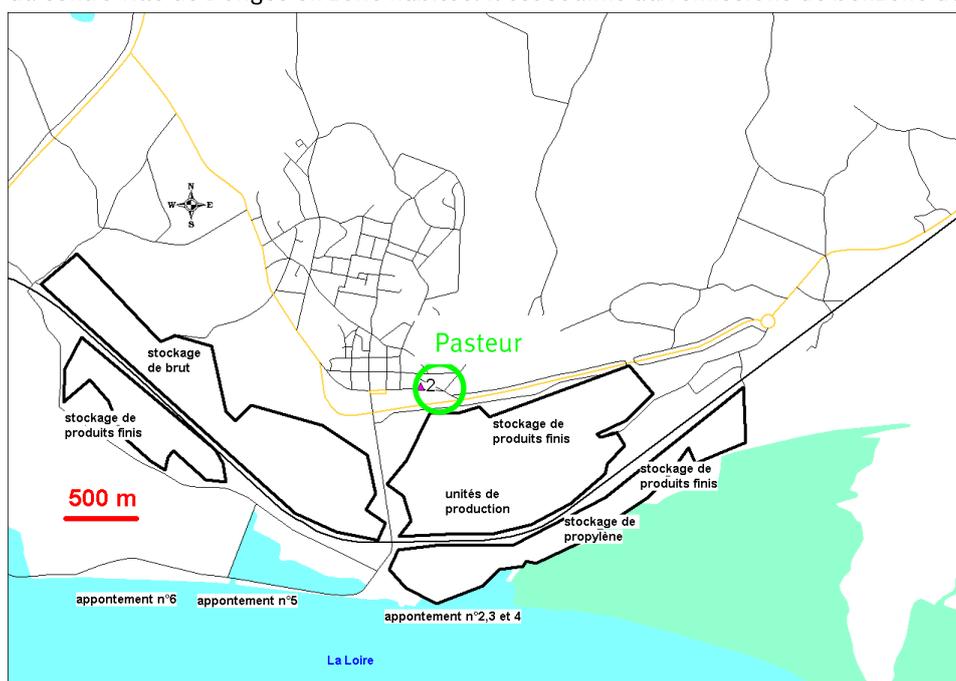
Tableau 4 : séquences de mesures en 2012

la mesure par analyseur automatique

Cette méthode automatique par chromatographie permet d'avoir accès aux teneurs horaires de benzène et ainsi d'étudier l'évolution temporelle fine de ce polluant. L'analyseur est installé dans un local sécurisé, climatisé, doté d'alimentation électrique et relié au poste central d'Air Pays de la Loire via une ligne téléphonique.

1 site de mesure

Suite aux résultats de l'étude 2005-2007, l'analyseur automatique a été installé rue Pasteur dans la station permanente d'Air Pays de la Loire. Ce site est localisé à 250 mètres de la raffinerie dans le sud du centre-ville de Donges en zone habitée. Il est soumis aux émissions de benzène de la raffinerie.



Carte 3 : localisation du site Pasteur

la mesure automatique par chromatographie

Il s'agit d'une méthode de mesure de référence au niveau européen. L'analyseur utilisé dans cette étude est un chromatographe en phase gazeuse à détection de ionisation de flamme (GC/FID) commercialisé par la société Chromatotech.

Le suivi du bon fonctionnement de l'analyseur est réalisé périodiquement, lors d'opérations de vérification ou d'étalonnage. Ces opérations sont manuelles, réalisées sur site.

Les opérations d'étalonnage sont effectuées avec des étalons de transfert raccordés directement au laboratoire d'étalonnage national de référence (Laboratoire National d'Essai).



Photo 3 : analyseur automatique de benzène

les périodes de mesure

L'analyseur a été installé du 8 mars au 1^{er} novembre 2012 et a fourni des mesures en continu pendant 2 périodes : du 8 mars au 4 juin 2012, et du 11 septembre au 1^{er} novembre 2012, soit un total de 4,5 mois de mesures. Ces périodes couvrent des conditions météorologiques contrastées notamment des situations hivernales et estivales.

Le taux de validité des données pendant ces deux périodes a été conforme aux objectifs de qualité définis dans la Directive 2008/50/CE.

Localisation	Période de mesure	Durée	Taux de validité des mesures
Pasteur	du 8 mars au 4 juin 2012	88 jours	96 %
	Du 11 septembre au 1 ^{er} novembre 2012	51 jours	95 %
	Total	139 jours	95,5%

Tableau 5 : périodes de mesure du benzène par analyse automatique

récapitulatif des moyens mis en œuvre

Le tableau suivant récapitule pour les deux objectifs visés les méthodes mises en œuvre dans cette étude.

Objectif	Méthode de mesure	Caractéristique de la méthode	site	Période de mesure
Distribution spatiale du benzène à proximité de la raffinerie	Tubes à diffusion passive	Mesures intégrées sur 7 jours facilité de mise œuvre	4	4 x 3 semaines réparties sur l'année
Localisation des zones d'émission au sein de la raffinerie et étude de l'évolution temporelle fine	Analyseur automatique	Mesures horaires Nécessité d'un local climatisé, d'alimentation électrique et téléphonique	Pasteur	08/03 au 04/06/12 11/09 au 01/11/12

Tableau 6 : récapitulatif des moyens mis en œuvre

Rappel : Compte tenu de la durée de l'étude, le dispositif mis en œuvre ne permet pas de situer strictement les niveaux de concentration en benzène dans l'environnement de la raffinerie vis-à-vis des valeurs réglementaires (objectif de qualité, valeur limite) qui sont basées sur des concentrations annuelles de benzène.

les résultats

L'analyse suivante présente successivement les résultats de la campagne de mesure :

1. Situation des niveaux 2012 en benzène par comparaison à d'autres études menées en milieu industriel.
2. Evolution spatiale des niveaux de benzène à proximité de la raffinerie durant les 12 semaines de mesure.
3. Résultats des mesures par analyseur automatique : localisation des zones d'émission au sein de la raffinerie et évolution temporelle fine des concentrations en benzène.
4. Evolution de l'impact des zones d'émissions sur les teneurs en benzène enregistrées sur le site de Pasteur depuis 2007.
5. Evaluation des risques de dépassement des valeurs réglementaires 2012.

1. situation des niveaux 2012 en benzène par comparaison à d'autres études menées en milieu industriel

comparaison aux mesures réalisées dans l'environnement d'autres raffineries

Les deux tableaux suivants regroupent les niveaux de benzène mesurés par plusieurs réseaux de surveillance de la qualité de l'air autour de différentes raffineries respectivement au pas de temps hebdomadaire et horaire.

Environnement industriel	Concentration hebdomadaire en benzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			Remarques	Référence - AASQA
	Min	moy	max		
Donges 2012 environnement immédiat de la raffinerie Total	0.6	2.0	8.8	Mesures hebdomadaires (tubes Radiello) 12 semaines réparties sur l'année 2012 4 sites de mesure	Cette étude
Donges 2011 environnement immédiat de la raffinerie Total	0.4	1.4	7.2	Mesures hebdomadaires (tubes Radiello) 12 semaines réparties sur l'année 2011 4 sites de mesure	Air Pays de la Loire, 2012 [10]
Donges 2010 environnement immédiat de la raffinerie Total	0.5	1.5	4.1	Mesures hebdomadaires (tubes Radiello) 8 semaines réparties sur 2 séquences (été - hiver 2010) 4 sites de mesure	Air Pays de la Loire, 2011 [9]
Donges 2009 environnement immédiat de la raffinerie Total	0.4	1.3	3.9	Mesures hebdomadaires (tubes Radiello) 12 semaines réparties sur l'année 2008 4 sites de mesure	Air Pays de la Loire, 2010 [8]
Donges 2008 environnement immédiat de la raffinerie Total	0.5	1.6	8	Mesures hebdomadaires (tubes Radiello) 12 semaines réparties sur l'année 2008 4 sites de mesure	Air Pays de la Loire, 2009 [7]
Donges hiver 2005 – été 2006 : environnement immédiat de la raffinerie Total	0.2	1.4	5.5	Mesures hebdomadaires (tubes Radiello) du 24/11 au 14/12/05 et du 03/07 au 25/07/07 sur 11 sites	Air Pays de la Loire, 2007 [6]
Quilleboeuf/Seine : à proximité de la raffinerie Exxon Mobil	0.4	1.4	4.6	Mesures hebdomadaires (tubes Radiello) année 2012 – 2 sites	Air Normand communication personnelle
Notre Dame de Gravenchon : à proximité de la raffinerie Exxon Mobil	0.4	1.4	4.6	Mesures hebdomadaires (tubes Radiello) année 2012 – 2 sites	Air Normand communication personnelle
Gonfreville l'Orcher : à proximité de la raffinerie Total	0.7	2.1	7.2	Mesures hebdomadaires (tubes Radiello) année 2012 - 3 sites	Air Normand communication personnelle
Petit Couronne à proximité de la raffinerie Pétroplus	0.6	3	13.9	Mesures hebdomadaires (tubes Radiello) année 2012 - 3 sites	Air Normand communication personnelle

Tableau 7 : concentrations atmosphériques en benzène mesurées au pas de temps hebdomadaire dans l'environnement de raffineries de pétrole

Environnement industriel	Concentration horaire en benzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			Remarques	Référence - AASQA
	Min	moy	max		
Donges 2012 environnement immédiat de la raffinerie Total	0.1	0.7	18.8	Mesures horaires par analyseurs automatiques 1 site	Cette étude
Donges 2011 environnement immédiat de la raffinerie Total	0.1	0.8	15.4	Mesures horaires par analyseurs automatiques 1 site	Air Pays de la Loire, 2012 [10]
Donges été 2010 environnement immédiat de la raffinerie Total	0.1	0.6	8.3	Mesures horaires par analyseurs automatiques 1 site	Air Pays de la Loire, 2011 [9]
Donges hiver 2009 environnement immédiat de la raffinerie Total	0.1	1.0	29.3	Mesures horaires par analyseurs automatiques 1 site	Air Pays de la Loire, 2010 [8]
Donges été 2008 environnement immédiat de la raffinerie Total	0.1	0.6	7.6	Mesures horaires par analyseurs automatiques Du 20/06/08 au 01/08/08 1 site	Air Pays de la Loire, 2007 [7]
Donges hiver 2008 environnement immédiat de la raffinerie Total	0.1	1.2	44.8	Mesures horaires par analyseurs automatiques Du 04/11/08 au 22/12/08 1 site	Air Pays de la Loire, 2007 [7]
Donges hiver 2006-2007 : environnement immédiat de la raffinerie Total	0.1	2.4	105.1	Mesures horaires par analyseurs automatiques (19/09/06 -15/03/07)	Air Pays de la Loire, 2007 [6]
Feyzin à proximité de la raffinerie Total	0.03	2.2	263	Mesures horaires par analyseurs automatiques année 2012 3 sites	Air Rhône Alpes communication personnelle
Lavéra à proximité de l'usine pétrochimique (INEOS-INOVEL)	0.2	1.5	250	Mesures horaires par analyseurs automatiques année 2012 1 site	Air Paca communication personnelle
Berre à proximité de la raffinerie Lyon dell Basell	0.1	1.5	107	Mesures horaires par analyseurs automatiques Année 2012 1 site	Air Paca communication personnelle

Tableau 8: concentrations atmosphériques en benzène mesurées au pas de temps horaire dans l'environnement de raffineries de pétrole.

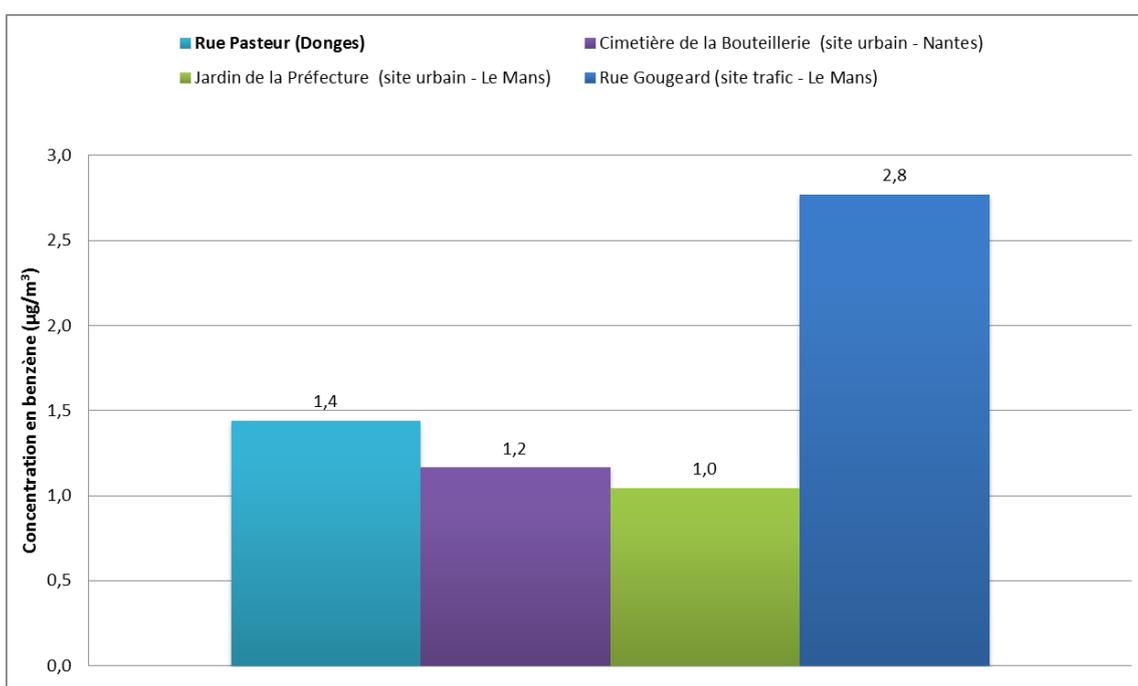
La concentration moyenne en benzène mesurée en 2012 à proximité de la raffinerie Total à Donges se situe dans la fourchette basse de celle enregistrée dans l'environnement d'autres sites de raffinage.

Le maximum enregistré sur une heure au niveau de la rue Pasteur en 2012 ($18.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) demeure inférieur à ceux mesurés dans l'environnement des autres raffineries qui peuvent atteindre une centaine de $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

comparaison au milieu urbain

Dans le cadre du suivi réglementaire, Air Pays de la Loire réalise depuis 2001 un suivi continu des teneurs en benzène dans les principales agglomérations de la région à l'aide de tubes diffusifs Radiello et également à l'aide d'un analyseur automatique situé sur le boulevard Victor-Hugo à Nantes.

Le graphique suivant montre le niveau annuel en benzène mesuré à partir des 4 séquences de mesures en 2012 rue Pasteur (secteur urbanisé de Donges à proximité de la raffinerie) comparé aux niveaux mesurés à Nantes et Le Mans sur des sites urbains (Cimetière de la Bouteillerie à Nantes et jardin de la préfecture au Mans) et de trafic (rue Gougéard au Mans). Notons que les mesures réalisées en milieu urbain ne sont pas synchrones avec celles effectuées rue Pasteur mais ont été toutefois réalisées durant plusieurs semaines réparties sur l'année permettant ainsi d'estimer une moyenne annuelle.

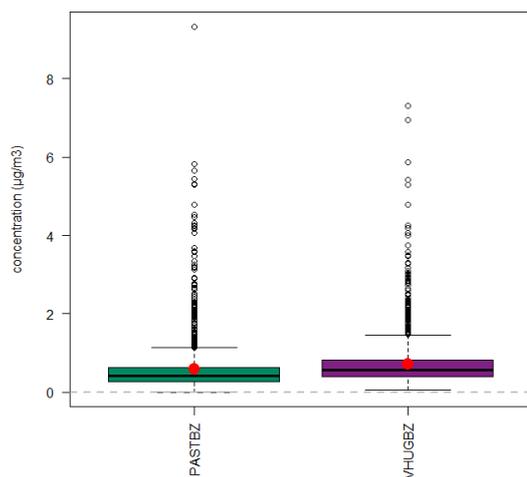


Graphique 2 : niveaux hebdomadaires en benzène à Donges (Pasteur), à Nantes et Le Mans

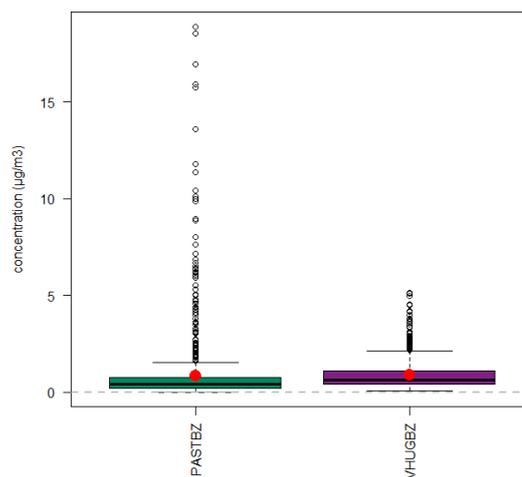
La moyenne 2012 calculée sur les 4 séquences de mesures rue Pasteur ($1.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est supérieure à celles enregistrées en milieu urbain de fond à Nantes ($1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et au Mans ($1 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Elle reste deux fois plus faible que celle mesurée sur le site de trafic rue Gougéard au Mans ($2.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

comparaison des mesures horaires de benzène à Pasteur et sur le boulevard Victor-Hugo à Nantes (site de trafic)

Les graphiques ci-après représentent la distribution des niveaux horaires de benzène mesurés respectivement rue Pasteur et sur le site de trafic Boulevard Victor Hugo à Nantes pendant les 2 séquences de mesures : du 8 mars au 4 juin 2012, et du 11 septembre au 1^{er} novembre 2012. Les points rouges représentent les moyennes calculés sur la période d'étude.



Graphique 3 : distribution des valeurs horaires de benzène rue Pasteur et boulevard Victor-Hugo du 8 mars au 4 juin 2012



Graphique 4 : distribution des valeurs horaires de benzène rue Pasteur et boulevard Victor-Hugo du 11 septembre au 1^{er} novembre 2012

Pendant la première séquence, du 8 mars au 4 juin 2012, la concentration moyenne en benzène mesurée sur le site de Pasteur ($0.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est comparable à celle enregistrée en proximité automobile au niveau du boulevard Victor-Hugo à Nantes ($0.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Pendant la seconde séquence, du 11 septembre au 1^{er} novembre 2012, les concentrations moyennes sont identiques ($0.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

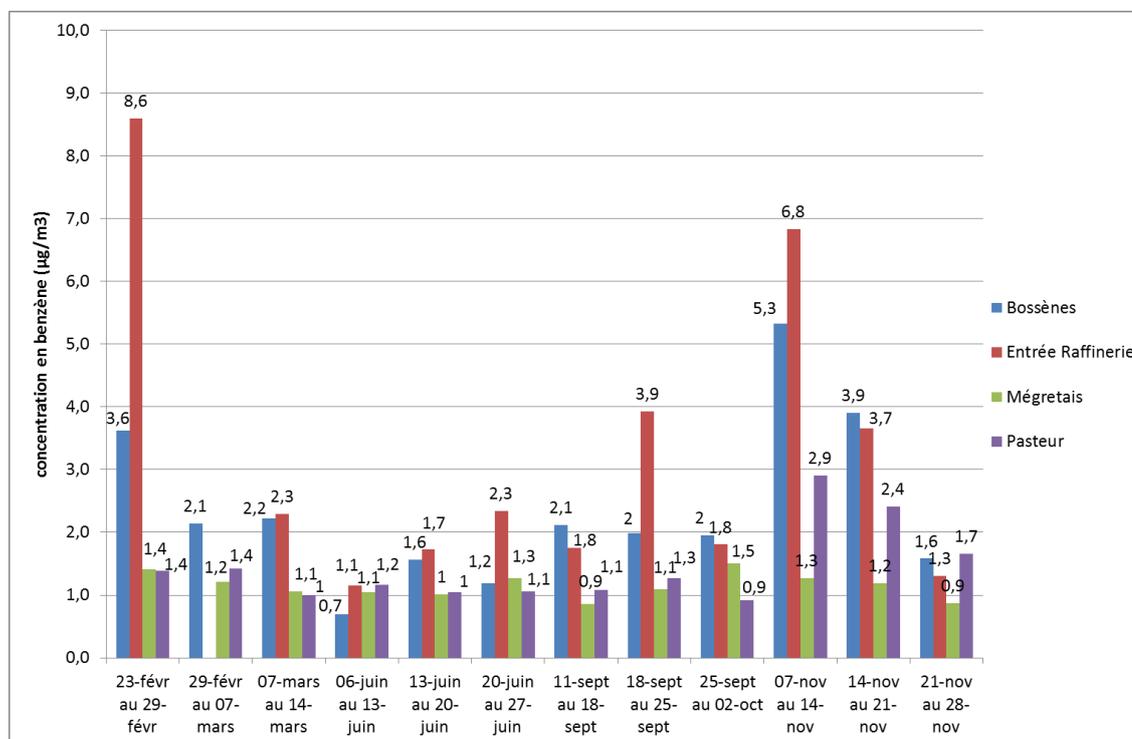
Pendant la première séquence de mesures environ 90 % des valeurs horaires rue Pasteur sont inférieures à $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et 5 % comprises entre 1 et $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (cf. annexe 3). Par comparaison, sur le boulevard Victor-Hugo et pour la même période, 85 % des valeurs horaires demeurent inférieures à $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et 10 % sont comprises entre 1 et $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Cette tendance s'observe également pendant la seconde période de mesures, où 85% des concentrations mesurées sont inférieures à $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rue Pasteur, alors qu'au niveau du Boulevard Victor Hugo 75 % des valeurs horaires demeurent inférieures à $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

En revanche, concernant la seconde période de mesures, nous constatons que les niveaux horaires supérieurs à $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sont globalement plus fréquents rue Pasteur qu'au niveau du boulevard Victor-Hugo (graphique ci-dessus et cf. annexe 3). Le maximum horaire mesuré rue Pasteur ($18.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est presque quatre fois plus élevé que celui enregistré au niveau de boulevard Victor-Hugo ($5.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

En résumé, cette différence dans la distribution horaire des concentrations entre le site de Pasteur et le boulevard Victor-Hugo suggère une influence des émissions de la raffinerie plus ponctuelle mais plus intense rue Pasteur que celle liée aux émissions routières dans le boulevard Victor-Hugo à Nantes.

2. évolution spatiale des niveaux de benzène à proximité de la raffinerie durant les 12 semaines de mesure

Le graphique suivant regroupe les teneurs hebdomadaires en benzène mesurées à l'aide de tubes à diffusion passive durant les 12 semaines de mesure.



Graphique 5 : évolution hebdomadaire des teneurs en benzène durant les 12 semaines de mesure

Les teneurs en benzène sont fortement variables d'un site à l'autre et selon les périodes.

L'étude croisée des niveaux de benzène avec les directions de vent (cf. annexe 1) montre un impact établi des rejets de l'établissement sur les sites localisés sous les vents de la raffinerie et notamment de la partie centrale de l'établissement.

À titre d'exemple, du 23 février au 29 février 2012, du 20 juin au 27 juin, et du 18 septembre au 25 septembre, les niveaux de benzène les plus élevés sont enregistrés à l'entrée de la raffinerie. Ces concentrations sont 2 fois plus élevées que celles enregistrées sur les autres sites. Durant ces périodes, l'entrée de la raffinerie se situe sous les vents de Nord Est de la partie centrale de l'établissement. Les sites de la Mégretais et de Pasteur, situés au vent de la raffinerie, présentent des teneurs comparables à celles mesurées en hiver en milieu urbain non influencés ($1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Du 7 au 14 mars 2012, les concentrations les plus élevées sont mesurées sur les sites de Bossènes ($2,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et à l'entrée de la raffinerie ($2,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) par vents de Nord-Ouest. Ces vents placent ces 2 sites sous les vents de la zone de stockage Ouest. En revanche, les sites de La Mégretais et de Pasteur localisés au vent de la raffinerie enregistrent des valeurs inférieures aux 2 autres sites, respectivement $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Enfin, la période du 7 novembre au 14 novembre se caractérise par la présence de vents variant du Nord Est au Sud Est [20°N - 170°N] plaçant ainsi les sites de Pasteur, de l'entrée de la raffinerie et dans une moindre mesure de Bossènes sous les vents de la partie centrale et, de façon minoritaire, des apports. Le site de la Mégretais, au vent de l'établissement, enregistre une concentration moyenne ($1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) respectivement inférieure d'un facteur 5, 4 et 2 à celles mesurées à l'entrée de la raffinerie, rue Pasteur et à Bossènes, et comparable à celle en milieu urbain non influencé.

A noter que le site de Bossènes est potentiellement impacté par les postes de chargement des camions-citernes et leur parc de stockage, à proximité immédiate².

² Total Raffinage Marketing communication personnelle

3. résultats des mesures par analyseur automatique : localisation des zones d'émission au sein de la raffinerie et évolution temporelle fine des concentrations en benzène

Rappel du dispositif : des mesures horaires de benzène ont été effectuées à l'aide d'un analyseur automatique installé dans la station permanente d'Air Pays de la Loire rue Pasteur à Donges.

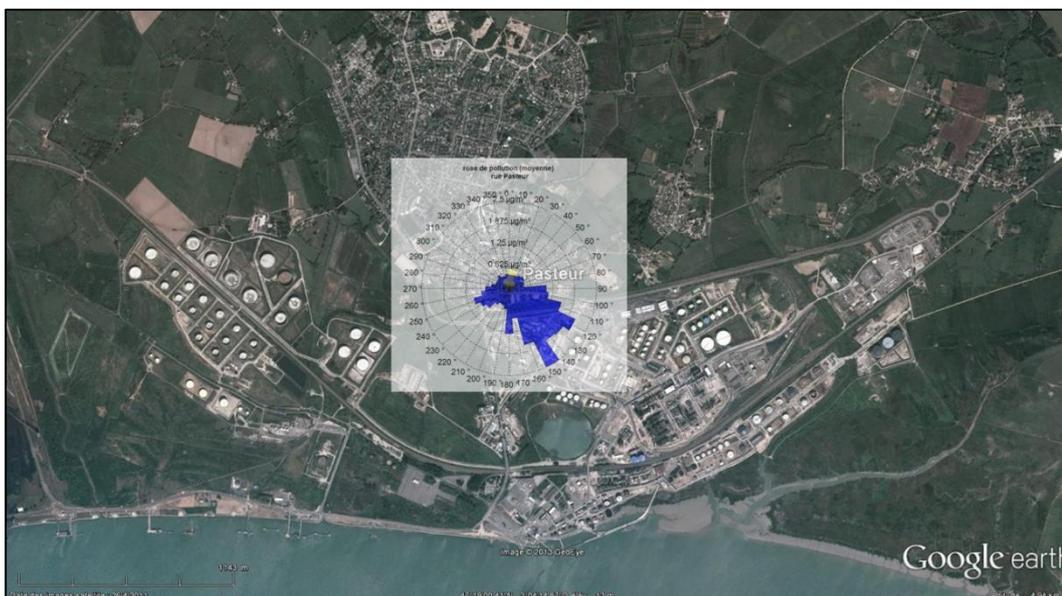
localisation des zones d'émission au sein de la raffinerie

La localisation des zones d'émission au sein de la raffinerie se base sur l'étude des roses de concentration enregistrées sur le site de Pasteur.

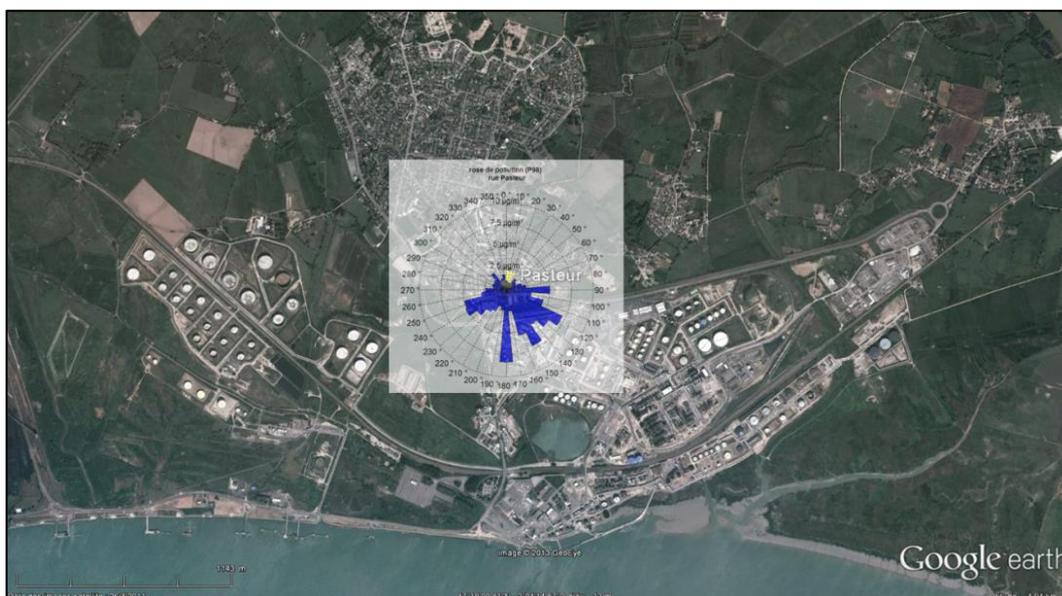
Ce type de graphique indique les niveaux de benzène en fonction de la direction des vents enregistrés par Météo France à Gron. Sur un site donné, il permet de savoir sous quelle direction de vents les niveaux sont les plus élevés et ainsi de localiser les zones d'émissions prépondérantes au sein de la raffinerie.

Les graphiques suivants représentent la rose de concentrations pour les niveaux moyens et de pointe (percentile 98) en benzène, enregistrés durant les 4,5 mois de mesures par analyseur automatique.

Première séquence de mesures : 8 mars au 4 juin 2012



Graphique 6 : rose de concentration des niveaux moyens de benzène mesurés rue Pasteur à Donges du 8 mars au 4 juin 2012



Graphique 7 : rose de concentration des niveaux de pointe (percentile 98) en benzène mesurés rue Pasteur à Donges du 8 mars au 4 juin 2012

Seconde séquence de mesures : 11 septembre au 1^{er} novembre 2012



Graphique 8 : rose de concentration des niveaux moyens de benzène mesurés rue Pasteur à Donges du 11 septembre au 1^{er} novembre 2012



Graphique 9 : rose de concentration des niveaux de pointe (percentile 98) en benzène mesurés rue Pasteur à Donges du 11 septembre au 1^{er} novembre 2012

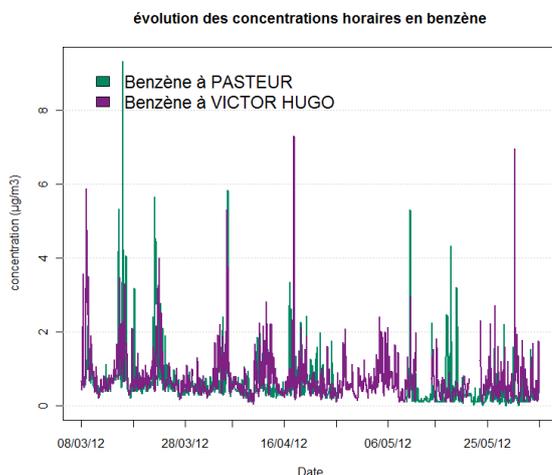
Lors des deux périodes de mesures, les niveaux moyens et de pointe les plus élevés sont observés par vent de Sud-Est et dans une moindre mesure par vent de Sud-Ouest, lorsque le site de Pasteur se trouve respectivement sous les vents de la partie centrale de la raffinerie et de la zone de stockage Ouest.

Durant la seconde période de mesure, les niveaux moyens sont supérieurs à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans le secteur $[90^\circ\text{N}-170^\circ\text{N}]$. Ce secteur représente environ 9% des directions de vents mesurées durant l'hiver 2012.

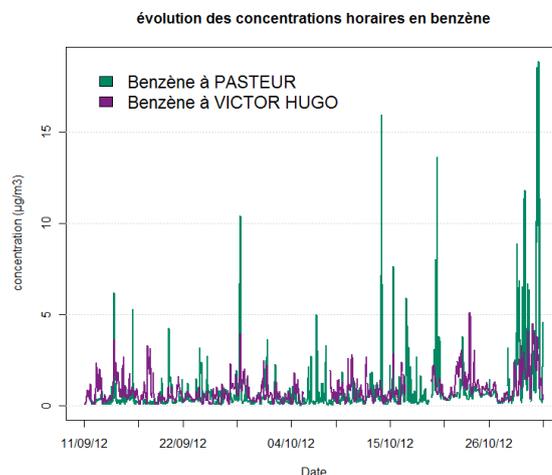
Cette localisation des zones d'émission rejoint les premières observations réalisées à partir des résultats des prélèvements sur tube passif.

évolution temporelle fine des concentrations en benzène

Le graphique suivant montre l'évolution temporelle des concentrations horaires enregistrées sur le site de Pasteur, une comparaison est faite avec le site de trafic du Boulevard Victor-Hugo à Nantes.



Graphique 10 : évolution temporelle des concentrations horaires en benzène mesurées du 8 mars au 4 juin 2012 sur le site de Pasteur



Graphique 11 : évolution temporelle des concentrations horaires en benzène mesurées du 11 septembre au 1^{er} novembre 2012 sur le site de Pasteur

L'évolution temporelle sur le site de Pasteur se caractérise par la présence d'élévations ponctuelles des niveaux de benzène qui peuvent atteindre une dizaine de $\mu\text{g}/\text{m}^3$. En dehors de ces augmentations de concentration, les niveaux restent faibles et inférieurs à ceux enregistrés sur le site de trafic du boulevard Victor-Hugo à Nantes.

Le tableau suivant recense les journées pour lesquelles un maximum horaire de benzène supérieur à $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a été détecté.

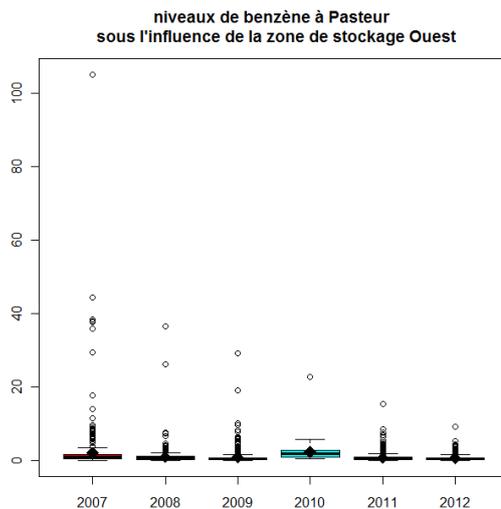
Date	Maximum horaire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Durée de l'évènement (heure)
28/09/2012	10.4	1
14/10/2012	15.9	1
20/10/2012	13.6	1
29/10/2012	11.8	4
31/10/2012	18.9	9

Tableau 9 : journées pour lesquelles le maximum horaire a dépassé $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

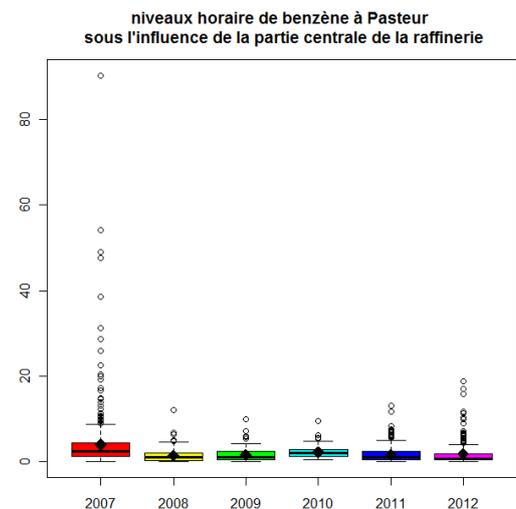
Durant les 4 mois et demi de mesures, 5 journées (soit 3,6 % du temps) sont concernées par des hausses de benzène dont le maximum horaire dépasse $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Durant ces journées, les hausses de concentration ont duré de 1 à 9 heures.

4. évolution de l'impact des zones d'émissions sur les teneurs en benzène enregistrées sur le site de Pasteur depuis 2007

Les mesures automatiques réalisées depuis l'hiver 2006-2007 sur le site de Pasteur permettent d'étudier l'évolution de l'impact des 2 principales zones d'émissions (zone de stockage Ouest et partie centrale de la raffinerie) sur les teneurs atmosphériques. Pour ce faire, les niveaux moyens et maxima en benzène sont calculés pour chaque année lorsque le site est sous les vents de la zone de stockage ouest [220°N-280°N] ou de la partie centrale [120°N-190°N]. Les deux graphiques suivants présentent les résultats respectivement lorsque le site de Pasteur est sous les vents de la zone de stockage ouest et de la partie centrale de la raffinerie.



Graphique 12 : niveaux horaires à Pasteur lorsque le site est sous les vents de la zone de stockage Ouest de 2007 à 2012



Graphique 13 : niveaux horaires à Pasteur lorsque le site est sous les vents de la partie centrale de 2007 à 2012

Depuis la première étude menée l'hiver 2006-2007, nous assistons à une baisse régulière des niveaux de pointe lorsque le site se situe sous les vents de la zone de stockage Ouest. Parallèlement une baisse significative de l'ampleur des épisodes de pollution est également constatée entre 2007 et 2008 lorsque le site de Pasteur est sous les vents de Sud Est de la partie centrale de la raffinerie ; les maxima horaires ne dépassant plus 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à partir de 2008.

Cette évolution à la baisse de l'impact des émissions de benzène de la raffinerie sur les teneurs atmosphériques mesurées à proximité est à mettre en relation avec les actions mises en œuvre par l'exploitant pour limiter ses rejets. Citons pour exemple les actions suivantes (Total communication personnelle) :

- Programme de contrôle voire de remplacement de certains joints de toit flottant sur les bacs lors de leur passage en travaux ;
- Programme de mise en place de garnitures doubles sur certaines pompes ;
- Réduction des dégazages aux torches Est ;
- Campagne de mesures des émissions de COV par sniffing avec resserrages immédiats ;
- Amélioration des récupérations des hydrocarbures au niveau des déshuileurs du traitement des eaux ;

Cette évolution à la baisse est également cohérente avec celle des émissions estimées de 2006 à 2012.

5. évaluation des risques de dépassement des valeurs réglementaires 2012

Le tableau suivant recense les valeurs moyennes enregistrées sur les 4 sites de mesure, durant les 12 semaines de prélèvement ainsi que les valeurs réglementaires relatives au benzène.

	Moyennes ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Objectif qualité ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valeur limite ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Pasteur	1.4	2	5
La Mégretais	1.2		
Entrée de la Raffinerie	3.3		
Bossènes	2.5		

Tableau 10 : concentrations moyennes en benzène sur les 4 sites de mesure et valeurs réglementaires

Dans le cas du benzène, les valeurs réglementaires existantes, que ce soit l'objectif qualité de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ou la valeur limite de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, représentent des moyennes sur une année civile. Compte tenu de la période d'étude de 12 semaines, une comparaison stricte des niveaux de concentration en benzène avec ces valeurs ne peut être effectuée. Toutefois une estimation des possibilités de dépassement peut être réalisée.

Situation par rapport à la valeur limite :

Les niveaux moyens relevés sur chacun des 4 sites sont plus faibles que la valeur limite de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$: pour les sites de Pasteur et La Mégretais, le niveau moyen est respectivement de $1.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, les probabilités de dépassement de la valeur limite sont donc faibles. Pour les sites de Pasteur et Mégretais, la concentration moyenne est comparable aux niveaux moyens enregistrés en milieu urbain de fond (niveau moyen de $1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ enregistré en 2012 sur le site du Cimetière de la Bouteillerie à Nantes).

Cependant le site de l'entrée de la raffinerie atteint un niveau moyen de $3.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soit plus de deux fois plus que les deux sites précédents. Néanmoins cela est à mettre en relation avec des niveaux de pointe localisés et ponctuelles, puisque la médiane des concentrations mesurées est de $2.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ce niveau est proche de la concentration moyenne mesurée en milieu urbain à proximité du trafic (niveau moyen de $2.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ enregistré en 2012 rue Gougéard au Mans).

Situation par rapport à l'objectif de qualité :

Sur les sites de l'entrée de la raffinerie et Bossènes le niveau moyen en benzène atteint respectivement $3.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La probabilité de dépassement de l'objectif de qualité ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle) n'est donc pas à exclure. Pour le site de l'entrée de la raffinerie cette possibilité avait déjà été mise en évidence lors des études 2008 ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$), 2010 ($1.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et 2011 ($2.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Il faut toutefois noter ici l'absence de population résidente au niveau de ce site.

Pour les sites Pasteur et Mégretais, les niveaux sont plus faibles (respectivement $1.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$), l'objectif de qualité devrait donc être respecté.

conclusions et perspectives

A proximité de la raffinerie, les mesures de benzène réalisées par tubes à diffusion passive durant l'année 2012 sur 4 sites de mesure (rue Pasteur, La Mégretais, entrée de la raffinerie et Bossènes) et par analyseur automatique rue Pasteur ont permis de dégager les conclusions suivantes.

La concentration moyenne en benzène mesurée en 2012 à proximité de la raffinerie Total à Donges se situe dans la fourchette basse de celle enregistrée dans l'environnement d'autres sites de raffinage. Le maximum enregistré sur une heure au niveau de la rue Pasteur en 2012 ($18.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) demeure inférieur à ceux mesurés dans l'environnement des autres raffineries qui peuvent atteindre une centaine de $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

La concentration moyenne en benzène ($1.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$) rue Pasteur (secteur urbanisé dans le sud de la ville de Donges) demeure deux fois plus faible que celle mesurée sur le site de trafic rue Gougéard au Mans ($2.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Elle est supérieure à celles enregistrées en milieu urbain de fond à Nantes ($1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et au Mans ($1 \mu\text{g}/\text{m}^3$). La concentration à proximité de la raffinerie est très variable dans l'espace et le temps avec les niveaux les plus élevés lorsque le site de mesure se situe sous les vents de l'établissement notamment de la partie centrale de l'établissement par vent de Sud Est et, dans une moindre mesure, de la zone de stockage Ouest par vent d'Ouest ; phénomène déjà observé lors des études précédentes.

Depuis la première étude menée l'hiver 2006-2007, nous assistons à une baisse régulière des niveaux de pointe lorsque le site se situe sous les vents de la zone de stockage Ouest. Parallèlement une baisse significative de l'ampleur des épisodes de pollution est également constatée entre 2007 et 2008 lorsque le site de Pasteur est sous les vents de Sud Est de la partie centrale de la raffinerie. Cette évolution à la baisse de l'impact des émissions de benzène de la raffinerie sur les teneurs atmosphériques mesurées à proximité est à mettre en relation avec les actions mises en œuvre par l'exploitant pour limiter ses rejets. Ces actions ont permis de diminuer de façon significative (-19 %) les émissions de benzène entre 2006 et 2011.

Situation par rapport à la valeur limite :

Bien qu'il ne soit pas possible d'effectuer une comparaison stricte des données aux valeurs réglementaires fixées sur une moyenne annuelle, les probabilités de dépassement de la valeur limite de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ont pu être estimées comme étant faibles sur l'ensemble des sites.

Situation par rapport à l'objectif de qualité :

La possibilité de dépassement de l'objectif de qualité ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle) n'est pas exclue sur le site de l'entrée de la raffinerie ($3.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et de Bossènes ($2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Pour le site de l'entrée de la raffinerie cette possibilité avait déjà été mise en évidence lors des études 2008 ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$), 2010 ($1.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et 2011 ($2.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Pour les sites Pasteur et Mégretais, les niveaux sont plus faibles (respectivement $1.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$), l'objectif de qualité devrait donc être respecté.

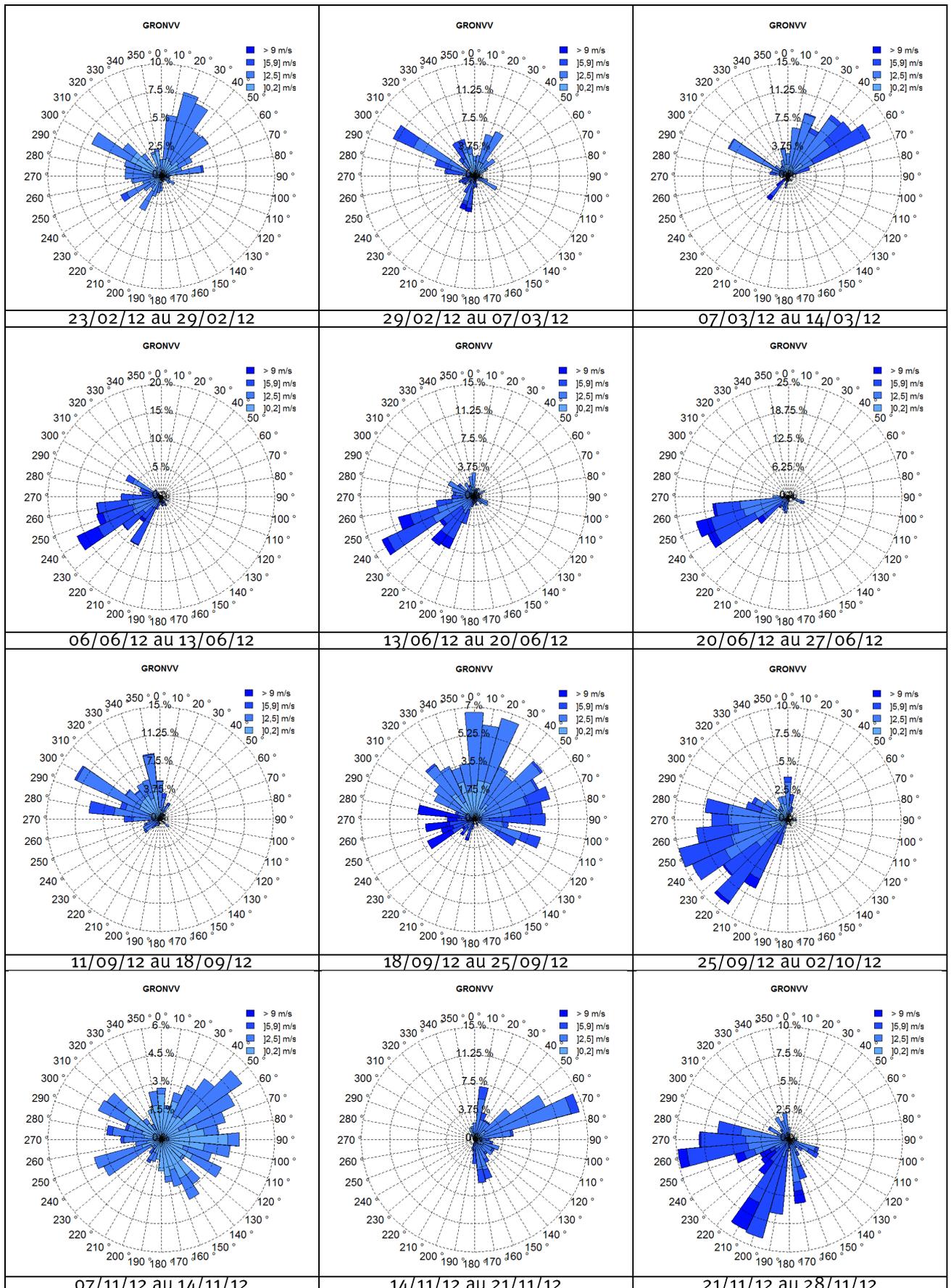
La poursuite de l'évaluation des niveaux de benzène dans l'environnement proche de la raffinerie permettra de suivre à long terme l'influence de l'évolution des émissions de l'établissement sur les teneurs atmosphériques mesurées à proximité.

annexes

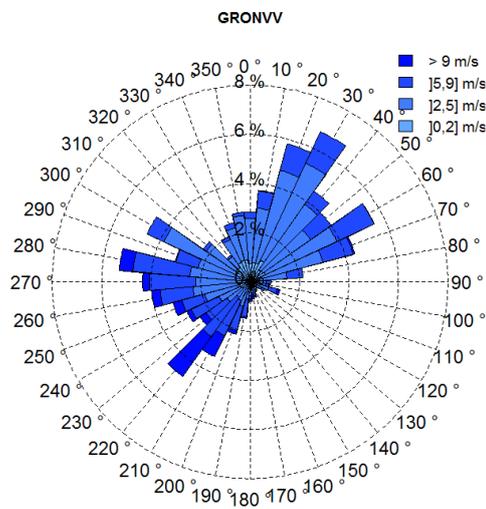
- annexe 1 : direction des vents durant la campagne
- annexe 2 : validation des mesures réalisées par tubes à diffusion
- annexe 3 : histogramme de distribution des valeurs horaires en benzène rue Pasteur et boulevard Victor-Hugo pour les 2 séquences de mesures par analyseur automatique
- annexe 4 : Air Pays de la Loire
- annexe 5 : techniques d'évaluation
- annexe 6 : types des sites de mesure
- annexe 7 : polluants
- annexe 8 : seuils de qualité de l'air 2012

annexe 1 : direction des vents durant la campagne

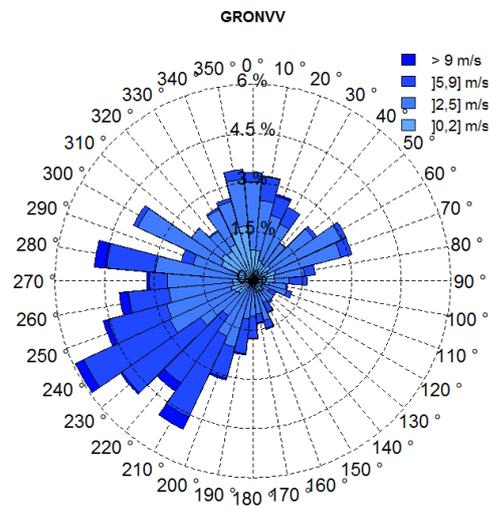
roses de vents durant les 12 séquences de mesures par tubes diffusion passive



direction des vents durant les périodes de mesures par analyseur automatique



Première séquence
08/03/12 au 04/06/12



Seconde séquence
11/09/12 au 01/11/12

La direction des vents enregistrée durant les périodes de mesures par analyseur automatique est conforme aux directions de vents habituellement enregistrées durant ces périodes avec une prédominance des vents de Sud-Ouest durant l'automne et des vents de Sud-ouest et Nord-est au printemps.

annexe 2 : validation des mesures réalisées par tubes à diffusion passive

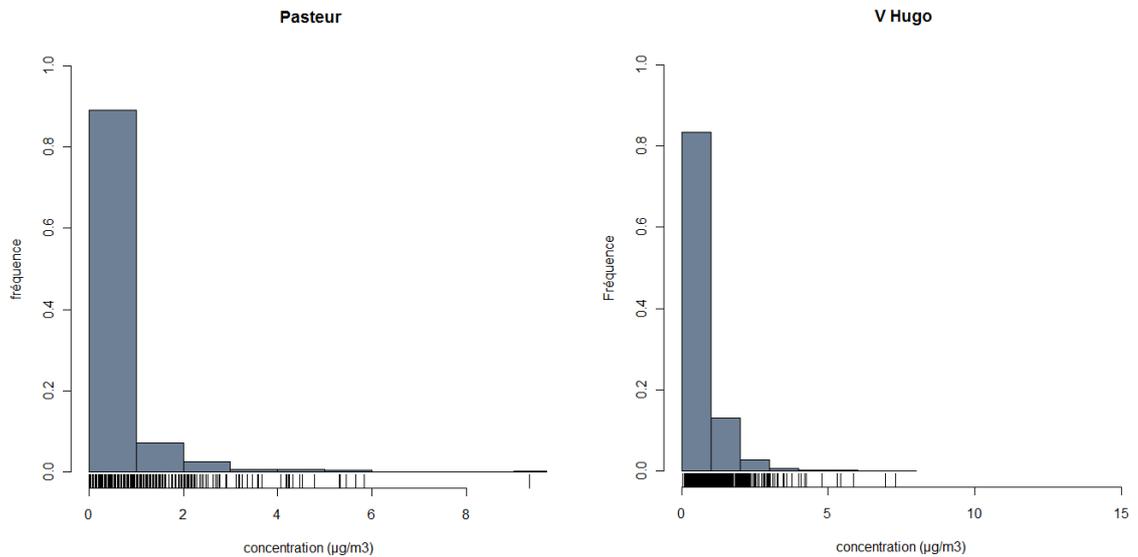
Les tubes placés en doublon sur les sites proches de la raffinerie permettent d'appréhender la répétabilité de la mesure. Les résultats sont regroupés dans le tableau suivant.

	Ecart relatif en %	Ecart absolu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Moyenne sur 41 doublons	12.2	0.22

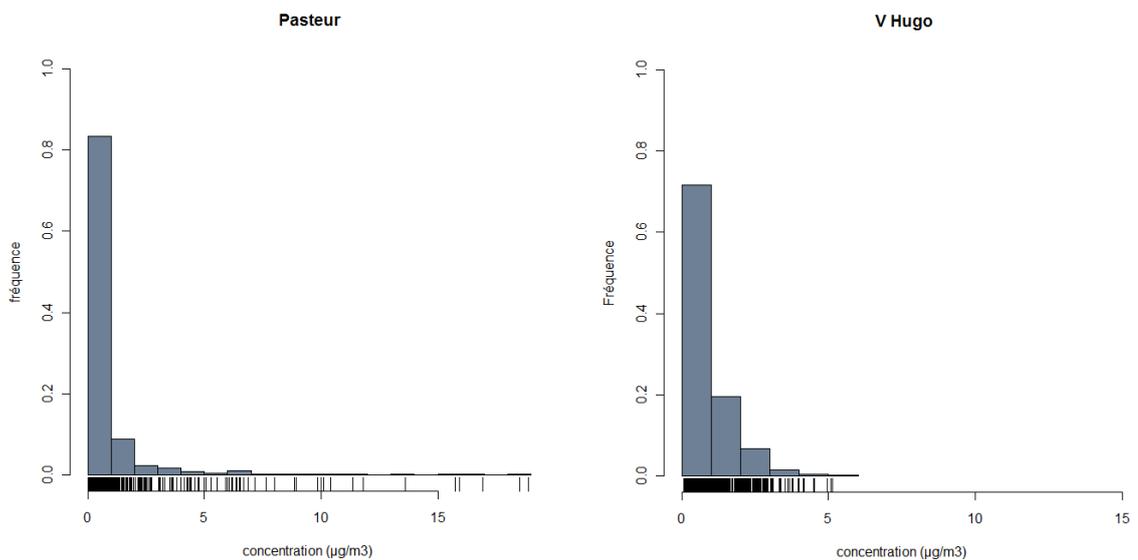
Tableau 11 : répétabilité des mesures de benzène effectuées par tubes à diffusion passive

L'écart relatif est proche de 10 % soit un écart absolu inférieur à $0.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ce qui suggère une bonne répétabilité de la mesure de benzène par tubes Radiello. Cette remarque confirme les tests réalisés par le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA) [1], [2].

annexe 3: histogramme de distribution des valeurs horaires en benzène rue Pasteur et boulevard Victor-Hugo pour les 2 séquences de mesures par analyseur automatique



mesures du 8 mars au 4 juin 2012



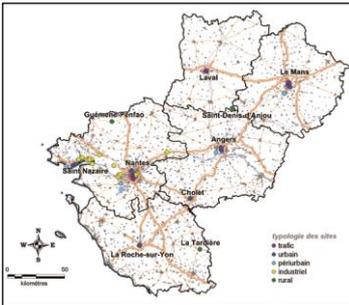
mesures du 11 septembre au 1^{er} novembre 2012

annexe 4 : Air Pays de la Loire

Dotée d'une solide expertise riche de trente ans d'expérience, Air Pays de la Loire est agréée par le Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie pour surveiller la qualité de l'air de la région des Pays de la Loire. Air Pays de la Loire regroupe de manière équilibrée l'ensemble des acteurs de la qualité de l'air : services de l'État et établissements publics, collectivités territoriales, industriels et associations et personnalités qualifiées.

Air Pays de la Loire mène deux missions d'intérêt général : surveiller et informer.

surveiller pour savoir et comprendre



l'air de la région sous haute surveillance

Fonctionnant 24 heures sur 24, le dispositif permanent de surveillance est constitué d'une quarantaine de sites de mesure, déployés sur l'ensemble de la région : principales agglomérations, zones industrielles et zones rurales.

mesurer où et quand c'est nécessaire

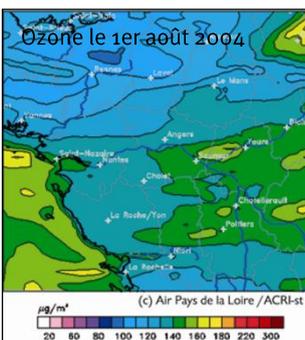
Air Pays de la Loire s'est doté de systèmes mobiles de mesure (laboratoires mobiles, préleveurs...). Ces appareils permettent d'établir un diagnostic complet de la qualité de l'air dans des secteurs non couverts par le réseau permanent. Des campagnes de mesure temporaires et ciblées sont ainsi menées régulièrement sur l'ensemble de la région.

la fiabilité des mesures garantie

Les mesures de qualité de l'air consistent le plus souvent à détecter de très faibles traces de polluants. Elles nécessitent donc le respect de protocoles très précis. Pour assurer la qualité de ces mesures, Air Pays de la Loire dispose d'un laboratoire d'étalonnage, airpl.lab accrédité par le Cofrac et raccordé au Laboratoire National d'Essais.

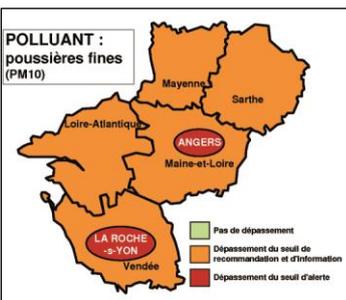
simuler et cartographier la pollution

Pour évaluer la pollution dans les secteurs non mesurés, Air Pays de la Loire utilise des logiciels de modélisation. Ces logiciels simulent la répartition de la pollution dans le temps et l'espace et permettent d'obtenir une cartographie de la qualité de l'air. La modélisation permet par ailleurs d'estimer l'impact de la réduction, permanente ou ponctuelle, des rejets polluants. Elle constitue un outil d'aide à la décision pour les autorités publiques compétentes et les acteurs privés.



prévoir la qualité de l'air

Si le public souhaite connaître la pollution prévue pour le lendemain afin de pouvoir adapter ses activités, les autorités politiques ont, elles, besoin d'anticiper les pics de pollution pour pouvoir prendre les mesures adaptées. En réponse à cette attente, Air Pays de la Loire réalise des prévisions de la pollution atmosphérique grâce à sa plateforme IRIS.



informer pour prévenir

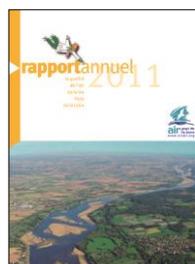
pics de pollution : une vigilance permanente

En cas d'épisodes de pollution, une information spécifique est adressée aux autorités publiques et aux médias. Suivant les concentrations de pollution atteintes, le préfet de département prend, si nécessaire, des mesures visant à réduire les émissions de polluants (limitations de vitesse, diminution d'activités industrielles...)



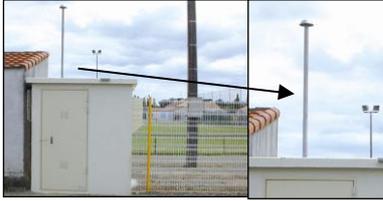
sur Internet : tous les résultats, tous les dossiers

Le site Internet www.airpl.org donne accès à de très nombreuses informations sur la qualité de l'air des Pays de la Loire. Elles sont actualisées toutes les heures. On y trouve les cartes de pollution et de vigilance, les communiqués d'alerte, les indices de la qualité de l'air, les mesures de pollution heure par heure, les actualités, toutes les publications d'Air Pays de la Loire...



annexe 5 : techniques d'évaluation

mesures



les sites fixes

C'est le principal moyen de surveillance : il existe une trentaine de sites fixes dans les Pays de la Loire. Ils surveillent en continu la qualité de l'air des principales agglomérations de la région, des zones industrielles de Basse-Loire, et également dans un secteur rural dans l'est de la Vendée. Fonctionnant 24 heures sur 24, ils sont équipés d'analyseurs spécifiques des principaux indicateurs de pollution atmosphérique : dioxyde de soufre, oxydes d'azote, ozone, particules PM10 ou PM2,5, monoxyde de carbone, BTX. Ces stations sont reliées au poste central d'Air Pays de la Loire où les données sont traitées et servent le cas échéant à activer les procédures d'information et d'alerte.



les tubes à diffusion passive

Ces systèmes de dimension réduite permettent à moindre coût de mesurer sur des périodes de 15 jours en général, et après analyse en laboratoire, des polluants tels que le dioxyde d'azote, l'ozone, benzène et les composés organiques volatils, de façon générale. Ils sont également utilisés pour mailler un territoire et obtenir ainsi la répartition géographique de la pollution.

annexe 6 : types des sites de mesure

Les sites de mesure sont localisés selon des objectifs précis de surveillance de la qualité de l'air, définis au plan national.



sites urbains

Les sites urbains sont localisés dans une zone densément peuplée en milieu urbain et de façon à ne pas être soumis à une source déterminée de pollution ; ils caractérisent la pollution moyenne de cette zone.



sites de trafic

Les sites de trafic sont localisés près d'axes de circulation importants, souvent fréquentés par les piétons ; ils caractérisent la pollution maximale liée au trafic automobile.



sites industriels

Les sites industriels sont localisés de façon à être soumis aux rejets atmosphériques des établissements industriels ; ils caractérisent la pollution maximale due à ces sources fixes.

annexe 7 : polluants

les composés organiques volatils (COV)

Ils englobent des composés organiques gazeux que l'on rencontre dans l'atmosphère, dont les principaux sont des hydrocarbures.

Les trois sources principales sont le trafic routier (39 %), l'utilisation industrielle ou domestique de peinture, vernis, colle, etc, dont les solvants s'évaporent au cours du séchage, et l'évaporation à partir du stockage d'hydrocarbures. Avec les oxydes d'azote et le monoxyde de carbone, ils contribuent à la formation d'ozone troposphérique.

Les BTEX (appellation regroupant le benzène, le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes) sont des hydrocarbures monocycliques (HAM) constitués d'un seul cycle benzénique. Les BTEX entrent dans la composition des carburants des réservoirs ou des stations services.

Les effets des COV sont très variables selon le polluant considéré.

Ils sont à l'origine de la formation des photooxydants tels que l'ozone, lui-même responsable de gêne respiratoire chez l'homme. Les COV peuvent aussi directement provoquer des irritations sensorielles (hydrocarbures et formaldéhydes). Des manifestations plus sévères telles que les troubles cardiaques (toluène, chloroforme) et digestifs ou les effets cancérogènes (benzène) et mutagènes, sont liés à des expositions chroniques ou intenses enregistrées dans le passé dans certaines ambiances de travail. Les concentrations relevées dans l'environnement sont très inférieures à ces atmosphères et n'entraînent pas d'expositions aiguës.

annexe 8 : seuils de qualité de l'air 2012

TYPE DE SEUIL (µg/m³)	DONNÉE DE BASE	POLLUANT												
		Ozone	Dioxyde d'azote	Oxydes d'azote	Poussières (PM10)	Poussières (PM2.5)	Plomb	Benzène	Monoxyde de carbone	Dioxyde de soufre	Arsenic	Cadmium	Nickel	Benzo(a)pyrène
décret 2010-1250 du 21/10/2010														
valeurs limites	moyenne annuelle	-	40	30 ⁽¹⁾	40	27 ⁽²⁾	0,5	5	-	20 ⁽³⁾	-	-	-	-
	moyenne hivernale	-	-	-	-	-	-	-	-	20 ⁽³⁾	-	-	-	-
	moyenne journalière	-	-	-	50 ⁽³⁾	-	-	-	-	125 ⁽⁴⁾	-	-	-	-
	moyenne 8-horaire maximale du jour	-	-	-	-	-	-	-	10 000	-	-	-	-	-
	moyenne horaire	-	200 ⁽⁵⁾	-	-	-	-	-	-	350 ⁽⁶⁾	-	-	-	-
seuils d'alerte	moyenne horaire	240 ⁽⁷⁾ 1 ^{er} seuil : 240 ⁽⁸⁾ 2 ^{ème} seuil : 300 ⁽⁸⁾ 3 ^{ème} seuil : 360	400 ⁽⁸⁾ 200 ⁽⁹⁾	-	-	-	-	-	-	500 ⁽⁸⁾	-	-	-	-
	moyenne 24-horaire	-	-	-	80 ⁽¹⁰⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-
seuils de recommandation et d'information	moyenne horaire	180	200	-	-	-	-	-	-	300	-	-	-	-
	moyenne 24-horaire	-	-	-	50 ⁽¹⁰⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-
objectifs de qualité	moyenne annuelle	-	40	-	30	10	0,25	2	-	50	-	-	-	-
	moyenne journalière	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	moyenne 8-horaire maximale du jour	120 ⁽¹¹⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	moyenne horaire	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	AOT 40	6000 ⁽¹⁾⁽¹²⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
valeurs cibles	AOT 40	18 000 ⁽¹⁾⁽¹³⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	moyenne annuelle	-	-	-	-	20	-	-	-	-	0,006 ⁽¹⁴⁾	0,005 ⁽¹⁴⁾	0,02 ⁽¹⁵⁾	0,001 ⁽¹⁵⁾
	moyenne 8-horaire maximale du jour	120 ⁽¹⁴⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

- (1) pour la protection de la végétation
 (2) valeur intégrant la marge de tolérance applicable en 2012 : 2 (valeur applicable à compter du 01/01/2015 : 25)
 (3) à ne pas dépasser plus de 35j par an (percentile 90,4 annuel)
 (4) à ne pas dépasser plus de 3j par an (percentile 99,2 annuel)
 (5) à ne pas dépasser plus de 18h par an (percentile 99,8 annuel)
 (6) à ne pas dépasser plus de 24h par an (percentile 99,7 annuel)
 (7) pour une protection sanitaire pour toute la population, en moyenne horaire
 (8) dépassé pendant 3h consécutives

- (9) si la procédure de recommandation et d'information a été déclenchée la veille et le jour même et que les prévisions font craindre un nouveau risque de déclenchement pour le lendemain
 (10) à compter du 1^{er} janvier 2012
 (11) pour la protection de la santé humaine : maximum journalier de la moyenne sur 8 heures, calculé sur une année civile
 (12) calculé à partir des valeurs enregistrées sur 1 heure de mai à juillet
 (13) en moyenne sur 5 ans, calculé à partir des valeurs enregistrées sur 1 heure de mai à juillet
 (14) pour la protection de la santé humaine : maximum journalier de la moyenne sur 8 heures, à ne pas dépasser plus de 25 j par an en moyenne sur 3 ans
 (15) à compter du 31 décembre 2012

valeur limite : niveau maximal de pollution atmosphérique, fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de la pollution pour la santé humaine et/ou l'environnement.

seuil d'alerte : niveau de pollution atmosphérique au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation de l'environnement et à partir duquel des mesures d'urgence doivent être prises.

seuil de recommandation et d'information : niveau de pollution atmosphérique qui a des effets limités et transitoires sur la santé en cas d'exposition de courte durée et à partir duquel une information de la population est susceptible d'être diffusée.

objectif de qualité : niveau de pollution atmosphérique fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de la pollution pour la santé humaine et/ou l'environnement, à atteindre dans une période donnée.

valeur cible : niveau de pollution fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans la mesure du possible sur une période donnée.

bibliographie

- [1] Plaisance Hervé, Pennequin-Cardinal Anne, Locoge Nadine, 2003 : *Programme d'évaluation du tube Radiello pour la mesure des BTEX* ; étude n°11, rapport LCSQA décembre 2003, 34 pages.
- [2] Plaisance Hervé, Pennequin-Cardinal Anne, Leonardis Thierry, Locoge Nadine, 2004 : *Programme d'évaluation du tube Radiello pour la mesure des BTEX* ; étude n°7, rapport LCSQA décembre 2004 , 30 pages.
- [3] Pennequin-Cardinal A, Plaisance H, Locoge N., Ramalho O., kirchner S., Galloo J.C.; 2005 : *Dependance on sampling rates of Radiello diffusion sampler for BTEX measurements with the concentration level and exposure*; Talanta, 65, 1233-1240.
- [4] Pennequin-Cardinal A, Plaisance H, Locoge N., Ramalho O., kirchner S., Galloo J.C.; 2005 : *Performances of the Radiello diffusive sampler for BTEX measurements : influence of environmental conditions and determination of modelled sampling rates* ; Atmospheric Environment, 39: 2535-2544.
- [5] Zdanevtich Isabelle, 2003 : *Mesure des BTEX par tubes passifs, étude sur site et mesure en chambre d'exposition* ; étude n°10, rapport LCSQA, 33 pages.
- [6] Air Pays de la Loire, 2007 : *Evaluation des niveaux de benzène dans l'air dans l'environnement de la raffinerie Total à Donges, campagne de mesure hiver 2005- été 2006 – hiver 2006-2007*, 43 pages.
- [7] Air Pays de la Loire, 2009 : *Evaluation des niveaux de benzène dans l'air dans l'environnement de la raffinerie Total à Donges, campagnes de mesure hiver 2008 – été 2008 – automne 2008*, 35 pages 35 pages.
- [8] Air Pays de la Loire, 2010 : *Evaluation des niveaux de benzène dans l'environnement de la raffinerie Total à Donges, campagnes 2009* 34 pages.
- [9] Air Pays de la Loire, 2011 : *Evaluation des niveaux de benzène dans l'environnement de la raffinerie Total à Donges, campagnes 2010*, 34 pages.
- [10] Air Pays de la Loire, 2012 : *Evaluation des niveaux de benzène dans l'environnement de la raffinerie Total à Donges, campagnes 2011*, 35 pages.

glossaire

abréviations

Aasqa	Association agréée de surveillance de la qualité de l'air
Airpl.lab	Laboratoire d'étalonnage d'Air Pays de la Loire
BTX	benzène, toluène, éthyl-benzène, xylènes
C6H6	benzène
COV	composés organiques volatils
HAM	hydrocarbures aromatiques monocycliques
LCSQA	laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air
OMS	Organisation mondiale de la santé
µg	microgramme (= 1 millièème de gramme)

définitions

percentile x	niveau de pollution respecté par x % des données de la série statistique considérée
taux de représentativité	pourcentage de données valides sur une période considérée
valeur cible	niveau de pollution fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement, à atteindre là dans la mesure du possible sur une période donnée
objectif de qualité	niveau de pollution atmosphérique fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de la pollution pour la santé humaine et/ou l'environnement, à atteindre dans une période donnée
valeur limite	niveau maximale de pollution atmosphérique, fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de la pollution pour la santé humaine et/ou l'environnement

airpays de la loire

7, allée Pierre de Fermat – CS 70709 – 44307 Nantes cedex 3

Tél + 33 (0)2 28 22 02 02

Fax + 33 (0)2 40 68 95 29

contact@airpl.org

