



évaluation des niveaux de benzène dans l'air

dans l'environnement de la raffinerie
Total à Donges

campagnes de mesure 2009

février 2010



sommaire

| | |
|---|-----------|
| synthèse | 1 |
| introduction | 5 |
| la raffinerie Total de Donges | 6 |
| le dispositif mis en œuvre | 8 |
| la mesure par tubes à diffusion..... | 8 |
| la mesure par analyseur automatique | 11 |
| les résultats | 13 |
| 1. comparaison aux mesures effectuées dans d'autres études..... | 14 |
| 2. évolution spatiale des niveaux en benzène à proximité de la raffinerie | 18 |
| 3. localisation des zones d'émission au sein de la raffinerie et évolution temporelle fine des concentrations en benzène..... | 19 |
| 4. évaluation des risques de dépassement des valeurs réglementaires | 22 |
| conclusions et perspectives | 23 |
| annexes | 24 |
| annexe 1 : direction des vents durant la campagne | 25 |
| annexe 2 : validation des mesures réalisées par tubes à diffusion passive | 27 |
| annexe 3 : histogramme de distribution des valeurs horaires en benzène rue Pasteur et boulevard Victor-Hugo durant l'été et l'hiver 2009..... | 28 |
| annexe 4 : Air Pays de la Loire..... | 29 |
| annexe 5 : techniques d'évaluation..... | 30 |
| annexe 6 : types des sites de mesure..... | 31 |
| annexe 7 : polluants | 32 |
| annexe 8 : seuils de qualité de l'air 2009..... | 33 |
| bibliographie | 34 |

contributions

Coordination de l'étude - Rédaction : François Ducroz, Exploitation statistique : François Ducroz, Mise en page : Bérangère Poussin, Exploitation du matériel de mesure : Claude Baron, Arnaud Tricoire, Photographies : Claude Baron, Arnaud Tricoire, Validation : Arnaud Rebours - Luc Lavrilleux.

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 1^{er} août 2007 pris par le Ministère chargé de l'Environnement.

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 Mesdames Bel (Air Normand), Benmati (ATMO Rhône Alpes) et Monsieur Mathiot (Airfobep), 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 2008 une capacité de raffinage de 11 millions de tonnes ce qui représente 20 % de la capacité de raffinage de Total en France.

Ses émissions de benzène dans l'air sont estimées à 11.7 tonnes en 2008.

Les arrêtés préfectoraux du 16 juin 2005 et du 3 juillet 2006 imposent une surveillance du benzène dans l'environnement de l'établissement. En 2005-2007 à la demande de Total, Air Pays de la Loire a réalisé une première étude d'évaluation du benzène dans l'environnement de son établissement. En 2008 et 2009, Total a confié à Air Pays de la Loire la poursuite de cette évaluation.

objectifs → un suivi spatial et temporel

L'objectif de cette étude est double :

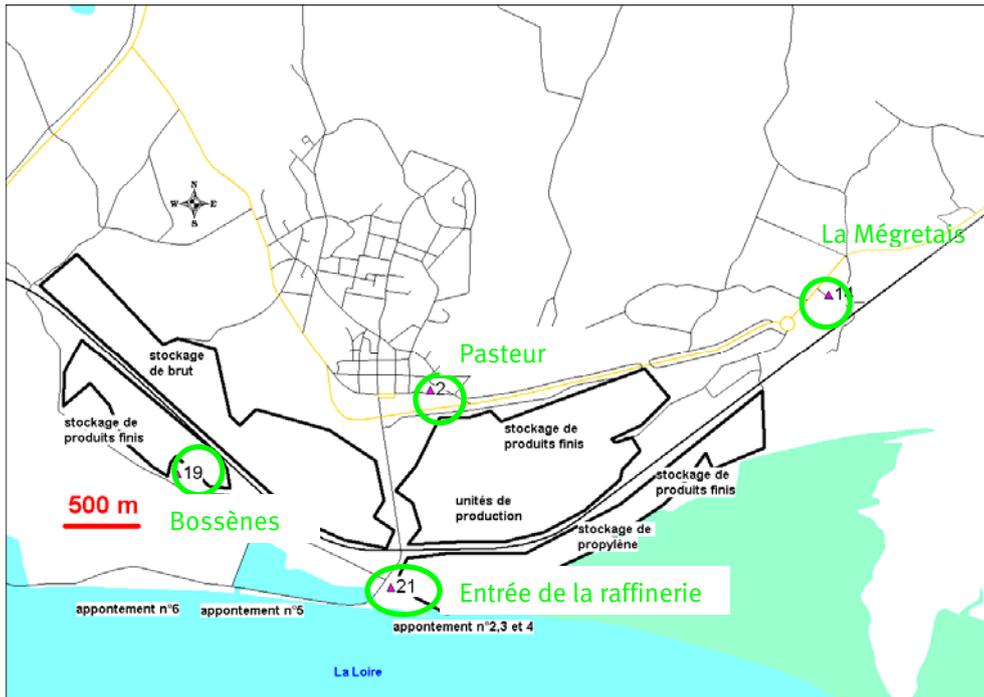
- étudier la distribution spatiale du benzène sur 4 sites localisés à proximité de la raffinerie et déterminés suite aux résultats de l'étude 2005-2007, en raison de leur proximité de l'établissement.
- étudier l'évolution temporelle fine du benzène sur le site de Pasteur, station permanente d'Air Pays 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 ouverture temporelle annuelle de 23 % supérieure à 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 analyseurs automatiques 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 sur cette station. Les mesures ont été effectuées en continu durant l'été et l'hiver 2009 sur deux périodes d'un mois chacune.

Le tableau suivant récapitule en fonction des objectifs visés les techniques mises en œuvre et les périodes de mesure associées.

| 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 | Été 2009 (39 jours) et hiver 2009 (36 jours) |

Caractéristiques des techniques de mesure mises en œuvre

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 sur les 12 semaines de mesures hebdomadaires.

résultats 1 ➤ une teneur moyenne faible qui a de fortes chances de respecter la valeur limite

Les concentrations sont inférieures et proches de l'objectif de qualité ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sur le site de Bossènes. Sur les autres sites, les concentrations moyennes sont plus faibles et comprises entre 1 et $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Le risque de dépassement de la valeur limite 2009 ($6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) évalué à partir des 12 semaines de mesure est très faible sur les 4 sites de mesure.

résultats 2 ➤ distribution spatiale des concentrations sur Donges

| séquence | périodes | date début | date fin | Bossènes -19 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Entrée de la raffinerie - 21 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Mégretais - 14 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Pasteur ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) |
|----------|------------------------------|------------|----------|--|--|--|---|
| 1 | du 24 juin au 1er juillet | 24-juin | 1-juil. | 2,8 | 2,2 | 0,8 | 0,8 |
| | du 1er au 7 juillet | 1-juil. | 7-juil. | 0,9 | 1,4 | 2,0 | 1,8 |
| | du 7 au 15 juillet | 7-juil. | 15-juil. | 1,0 | 0,6 | 0,6 | 0,8 |
| 2 | du 11 août au 18 août | 11-août | 18-août | 1,5 | 2,4 | 0,6 | 0,5 |
| | du 18 au 25 août | 18-août | 25-août | 3,9 | 1,8 | 1,2 | 1,2 |
| | du 25 août au 2 septembre | 25-août | 2-sept. | 1,3 | 0,7 | 0,8 | 0,9 |
| 3 | du 23 au 30 septembre | 23-sept. | 30-sept. | 2,2 | 2,8 | 0,5 | 0,5 |
| | du 30 septembre au 7 octobre | 30-sept. | 7-oct. | 1,2 | 0,6 | 1,1 | 1,6 |
| | du 7 au 14 octobre | 7-oct. | 14-oct. | 3,5 | 0,8 | 1,2 | 2,6 |
| 4 | du 4 au 12 novembre | 4-nov. | 12-nov. | nd | 0,8 | 0,8 | 1,6 |
| | du 12 au 18 novembre | 12-nov. | 18-nov. | 0,5 | 0,4 | 1,5 | 1,5 |
| | du 18 au 26 novembre | 18-nov. | 26-nov. | 0,9 | 0,7 | 1,1 | 1,5 |

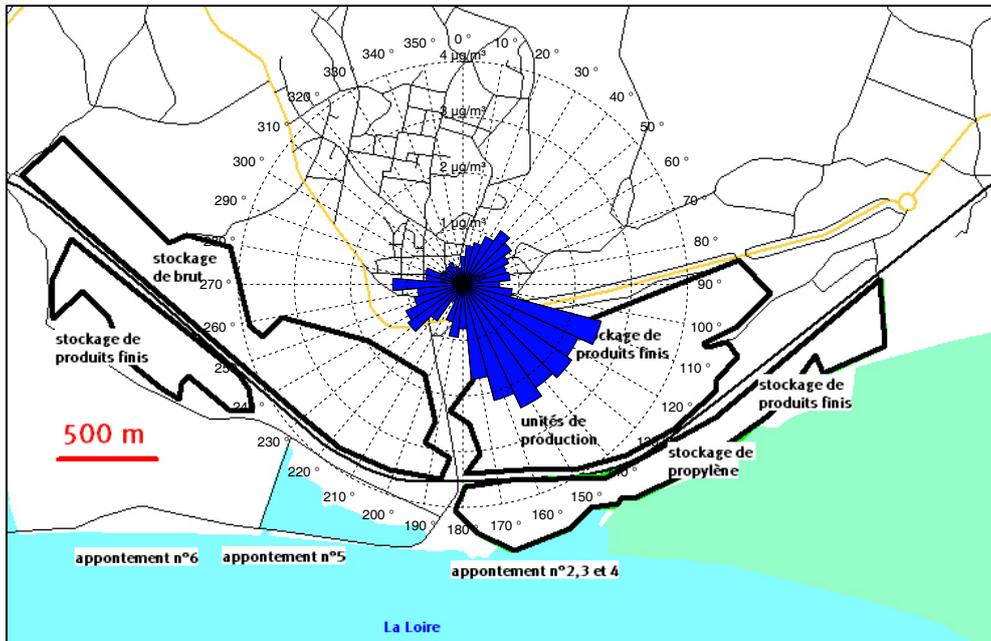
Évolution hebdomadaire des teneurs en benzène durant les 12 semaines de mesure
nd non disponible

Les mesures hebdomadaires durant les 12 semaines ont permis de confirmer les résultats des études 2005-2007 et 2008 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. Par exemple, du 18 au 25 août, les concentrations les plus élevées sont mesurées respectivement sur les sites de Bossènes ($3,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et à l'entrée de la raffinerie ($1,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) par vents de Nord-Ouest. Ces vents placent ces 2 sites sous les vents de la zone de stockage Ouest.

résultats 2 → deux zones d'émissions prépondérantes au sein de la raffinerie

Les mesures horaires de benzène enregistrées en 2009 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 la zone de stockage Ouest.



Rose de concentration moyenne en benzène durant l'hiver 2009

conclusions

La concentration moyenne en benzène mesurée en 2009 à proximité de la raffinerie Total à Donges est légèrement plus faible que celle enregistrée dans l'environnement d'autres sites de raffinage. La concentration moyenne en benzène rue Pasteur est près de deux fois plus faible que celle enregistrée à proximité des voies de circulation dans le boulevard Orioux à Nantes ou dans la rue Gougéard au Mans et est 20 % plus faible que celle enregistrée au niveau du boulevard V. Hugo à Nantes. Selon les séquences de mesures, le niveau moyen de benzène rue Pasteur peut être près de deux fois plus faible que celui mesuré sur un site urbain non influencé ou 30 % plus élevé (soit un écart absolu de concentrations de $0.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

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).

Le risque de dépassement de la valeur limite annuelle ($6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2009) est très faible sur l'ensemble des sites. Les concentrations sont inférieures et proches de l'objectif de qualité ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sur le site de Bossènes. Sur les autres sites, les concentrations moyennes sont plus faibles et comprises entre 1 et $1.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Pour une comparaison stricte des niveaux en benzène par rapport à la réglementation, un suivi sur une année civile serait alors nécessaire.

Enfin, la société TOTAL s'est rapprochée d'Air Pays de la Loire pour étudier la mise en œuvre en 2010 d'un suivi en continu par analyseurs automatiques sur le site de Pasteur durant une période de 3 ans. Ce suivi permettra de déterminer de façon stricte le respect des valeurs réglementaires (objectif de qualité, valeur limite) et d'étudier l'évolution inter-annuelle des niveaux de benzène dans le centre ville de Donges.

introduction

La raffinerie Total de Donges est la seconde raffinerie de Total de France par sa capacité de traitement. Construite en 1930, elle atteint en 2008 une capacité de raffinage de 11 millions de tonnes soit 20 % de la capacité de raffinage de Total en France (source UFIP 2009).

Ses émissions de benzène dans l'air sont estimées à 17 tonnes pour les années 2005 et 2006 et 11.7 tonnes en 2008.

Les arrêtés préfectoraux du 16 juin 2005 et du 3 juillet 2006 imposent à la société Total une surveillance du benzène dans l'environnement de l'établissement de Donges. Dans ce cadre, Total a confié à Air Pays de la Loire la réalisation d'une première campagne d'évaluation de ce polluant en 2005-2007. Les résultats de cette première étude ont montré :

Un impact des émissions de la raffinerie sur les concentrations atmosphériques mesurées sur les sites les plus proches (0-300 mètres) de l'établissement.

Sur les sites plus éloignés, la concentration en benzène demeure faible, homogène et comparable à celle enregistrée sur les sites urbains de Nantes et St-Nazaire.

Suite à ces premiers résultats, Total a confié à Air Pays de la Loire la poursuite de l'étude en 2008 et 2009 avec pour objectif la surveillance ciblée sur les zones proches de l'établissement.

Ce rapport présente successivement :

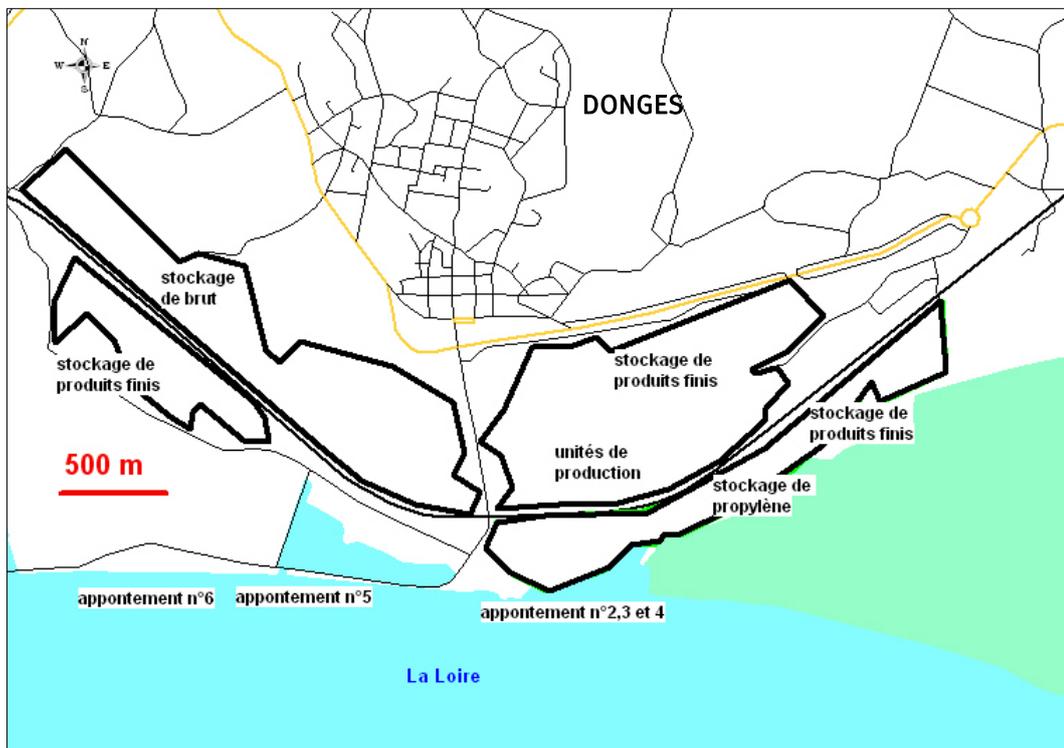
- un descriptif de la raffinerie en termes d'émissions atmosphériques mises à jour et comparées à d'autres sites pétrochimiques ;
- le dispositif de mesure mis en œuvre en 2009 ;
- les résultats des mesures par comparaison à d'autres environnements (urbains et industriels autour de raffineries notamment) ;
- les résultats en termes d'évolution spatiale obtenus à partir des mesures par tubes à diffusion ;
- les résultats en termes de localisation des zones d'émission au sein de la raffinerie et d'étude temporelle fine obtenus grâce aux mesures automatiques effectuées rue Pasteur.

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 2008 une capacité de traitement de 11 millions de tonnes ce qui représente plus de 10 % de la consommation nationale annuelle et 20 % de la capacité de raffinage de Total en France (source UFIP 2009).

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.



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 et de Composés Organiques Volatils non méthaniques émis de 2006 à 2008 sont mentionnées dans le tableau suivant.

| Polluants | Emissions 2006 (tonnes) ¹ | Emissions 2007 (tonnes) ¹ | Emissions 2008 (tonnes) ¹ |
|--|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Benzène | 17.1 | 16.8 | 11.7 |
| Composés Organiques Volatils non méthaniques (COVNM) | 1 440 | 1 350 | 1 390 |

Tableau 1 : émissions de composés organiques volatils par la raffinerie Total de Donges de 2006 à 2008

Les émissions estimées de benzène sont stables entre 2006 et 2007 (17 tonnes) puis en diminution en 2008 (11.7 tonnes) tandis que les émissions de COVNM restent stables entre 2007 et 2008.

À titre indicatif, les émissions de benzène en 2008 par d'autres raffineries sont présentées dans le tableau suivant.

| Etablissement | Localisation | émissions de benzène en 2008 (tonnes/an) |
|--|---------------------------------|--|
| Pétroplus Raffinage Reichstelt | 67455 Mundolsheim | 13.5 |
| exxonmobil chemical france | 76330 Notre-Dame-de-Gravenchon | 30.5 |
| ineos manufacturing france sas | 13117 Martigues | 13.3 |
| raffinerie de Berre | 13130 Berre-l'Étang | 5.2 (2007) |
| raffinerie de Feyzin | 69551 Feyzin | 3.7 |
| raffinerie de Grandpuits | 77720 Mormant | 4.54 |
| raffinerie de Normandie | 76700 Harfleur | 25.2 |
| raffinerie de Port-jérôme / Gravenchon | 76330 Notre-Dame-de-Gravenchon | 33.7 |
| raffinerie de Provence - site de la mède | 13165 Châteauneuf-les-Martigues | 9.53 |
| raffinerie des Flandres | 59279 Loon-Plage | 13.9 |
| raffinerie Esso | 13771 Fos-sur-Mer | 14.6 |
| société couronnaise de raffinage | 76650 Petit-Couronne | 75.00 (2007) |
| raffinerie Total de Donges | 44480 Donges | 11.7 |
| | moyenne | 21.7 |
| | total | 282.37 |

Tableau 2 : émissions de benzène par différentes raffineries en 2008 (www.pollutionindustrielles.ecologie.gouv.fr).

Avec 11 tonnes de benzène émis en 2008, la raffinerie Total de Donges se situe en dessous de la moyenne des établissements de raffinage en termes d'émissions.

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, Air Pays de la Loire a mis en œuvre en 2009 comme en 2008 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

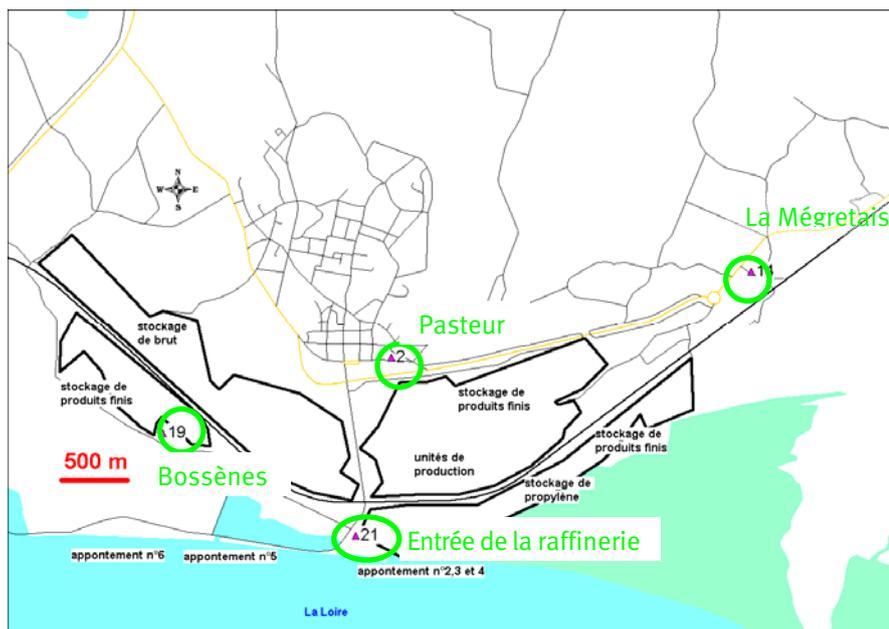
Cette méthode présente l'avantage de ne pas nécessiter d'alimentation électrique, d'être facile à mettre en œuvre. Elle peut donc être déployée sur de nombreux sites simultanément et permet ainsi d'étudier la distribution spatiale du benzène sur de larges zones géographiques.

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 tube 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.

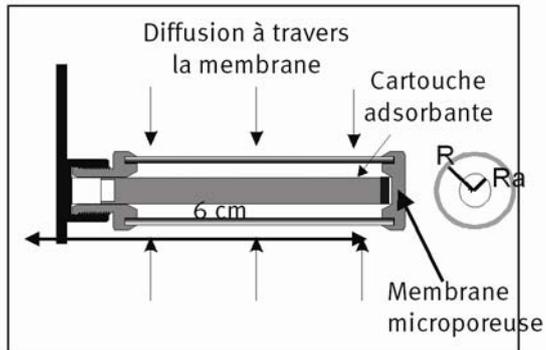


Photo 1 : tubes à diffusion passive installés dans leur boîte de protection

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**.

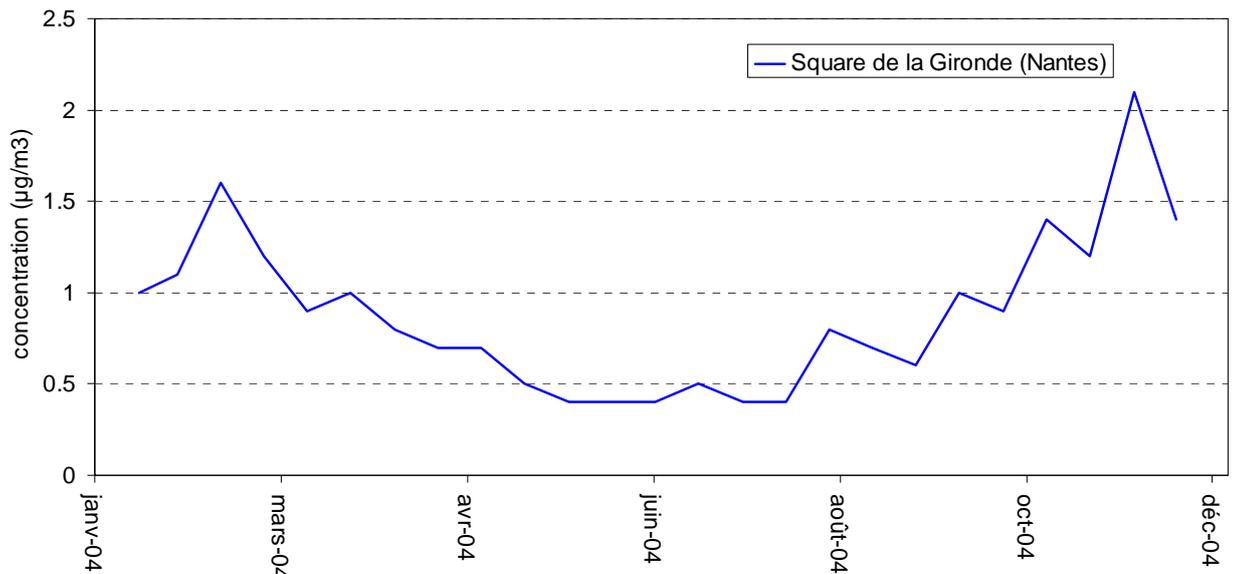
Les tubes utilisés sont commercialisés par la société Radiello et ont fait l'objet de plusieurs études de validation en chambre d'exposition [1], [2], [3], [4], [5] et en conditions réelles sur le terrain [2], [5]. Après exposition ils ont été envoyés à la Fondazione Maugeri pour analyse.

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 mesure effectuées en 2009.

| séquence | périodes |
|----------|------------------------------|
| 1 | du 24 juin au 1er juillet |
| | du 1er au 7 juillet |
| | du 7 au 15 juillet |
| 2 | du 11 août au 18 août |
| | du 18 au 25 août |
| | du 25 août au 2 septembre |
| 3 | du 23 au 30 septembre |
| | du 30 septembre au 7 octobre |
| | du 7 au 14 octobre |
| 4 | du 4 au 12 novembre |
| | du 12 au 18 novembre |
| | du 18 au 26 novembre |

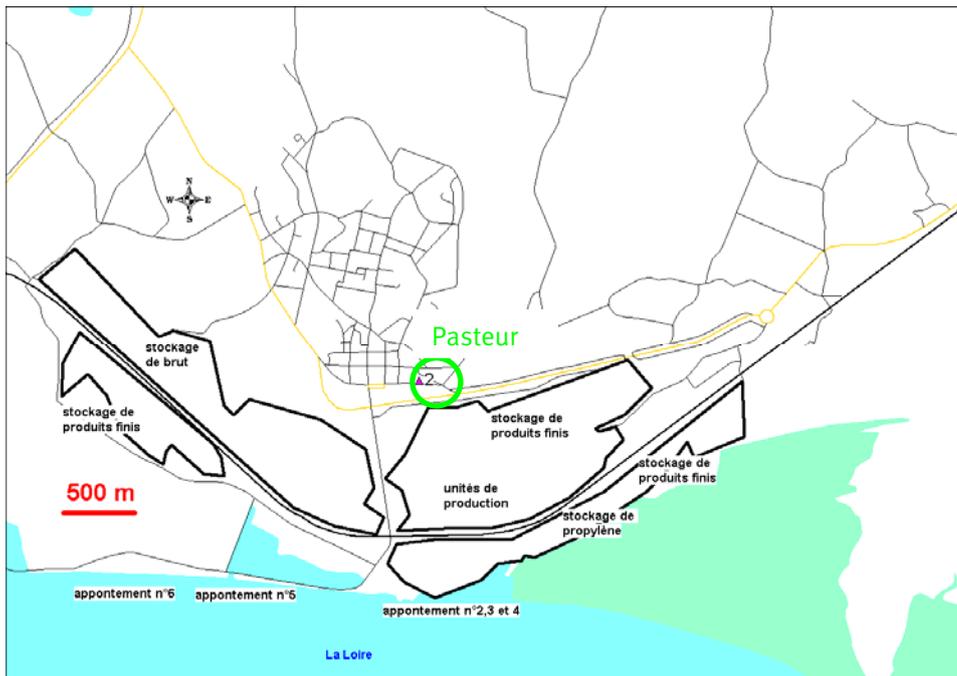
Tableau 4 : séquence de mesures en 2009

la mesure par analyseur automatique

Cette méthode automatique de 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 2 : analyseur automatique de benzène

les périodes de mesure

L'analyseur a été installé durant deux périodes aux conditions météorologiques contrastées :

L'été 2009 : du 18 juin 2009 au 27 juillet 2009.

L'hiver 2009 : du 6 novembre au 12 décembre 2009.

Soit près de 2.5 mois au total. 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 18 juin 2009 au 27 juillet 2009 | 39 jours | 90.4 % |
| | du 6 novembre au 12 décembre 2009 | 36 jours | 91 % |

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 | Été 2009 et hiver 2009 |

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. Un suivi sur une année civile serait alors nécessaire.

Toutefois une estimation des risques de dépassement de ces valeurs peut être établie en se basant sur les 12 semaines de mesure effectuées sur l'année 2009.

les résultats

L'analyse suivante présente successivement :

1. La situation des niveaux 2009 en benzène par comparaison à d'autres études menées en milieu industriel et urbain.
2. Les résultats des mesures par tubes à diffusion passive en termes de distribution spatiale des concentrations durant les 12 semaines de mesure.
3. Les résultats obtenus lors des campagnes estivale et hivernale par analyseur automatique menées sur le site Pasteur (localisation des zones d'émission au sein de la raffinerie et évolution temporelle fine).
4. Une estimation des risques de dépassement des valeurs réglementaires 2009 basée sur les 12 semaines de mesure.

1. comparaison aux mesures effectuées dans d'autres études

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 2009 environnement immédiat de la raffinerie Total | 0.4 | 1.3 | 3.9 | Mesures hebdomadaires (tubes Radiello) 12 semaines réparties sur l'année 2009 4 sites de mesure | Cette étude |
| 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, 2007 [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 | 0.1 | 1.5 | 5.9 | Mesures hebdomadaires (tubes Radiello) année 2009 – 2 sites | Air Normand communication personnelle |
| Notre Dame de Gravenchon : à proximité de la raffinerie Exxon Mobil | 0.6 | 1.9 | 7.1 | Mesures hebdomadaires (tubes Radiello) année 2009 – 1 site | Air Normand communication personnelle |
| Gonfreville l'Orcher : à proximité de la raffinerie Total | 0.5 | 1.9 | 6.0 | Mesures hebdomadaires (tubes Radiello) année 2009 - 3 sites | Air Normand communication personnelle |
| Petit Couronne à proximité de la raffinerie Pétroplus | 0.6 | 2.1 | 5.8 | Mesures hebdomadaires (tubes Radiello) année 2009 - 3 sites | Air Normand communication personnelle |
| Feyzin à proximité de la raffinerie Total | 0.4 | 2.0 | 8.3 | Mesures hebdomadaires (tubes Radiello) Du 05/01 au 12/10 – 1 site | Coparly communication personnelle |

Tableau 7 : concentrations atmosphériques en benzène mesuré 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 été 2009 environnement immédiat de la raffinerie Total | 0.1 | 0.6 | 8.3 | Mesures horaires par analyseurs automatiques 1 site | Cette étude |
| Donges hiver 2009 environnement immédiat de la raffinerie Total | 0.1 | 1.0 | 29.3 | Mesures horaires par analyseurs automatiques 1 site | Cette étude |
| 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 | 0.1 | 3.2 | 203.6 | Mesures horaires par analyseurs automatiques année 2009 1 site | Coparly communication personnelle |
| Lavéra à proximité de l'usine pétrochimique | 0.1 | 2.0 | 68.8 | Mesures horaires par analyseurs automatiques année 2009 1 site | Airfobep communication personnelle |
| Berre à proximité de la raffinerie Shell | 0.1 | 1.6 | 73.7 | Mesures horaires par analyseurs automatiques Année 2009 1 site | Airfobep communication personnelle |

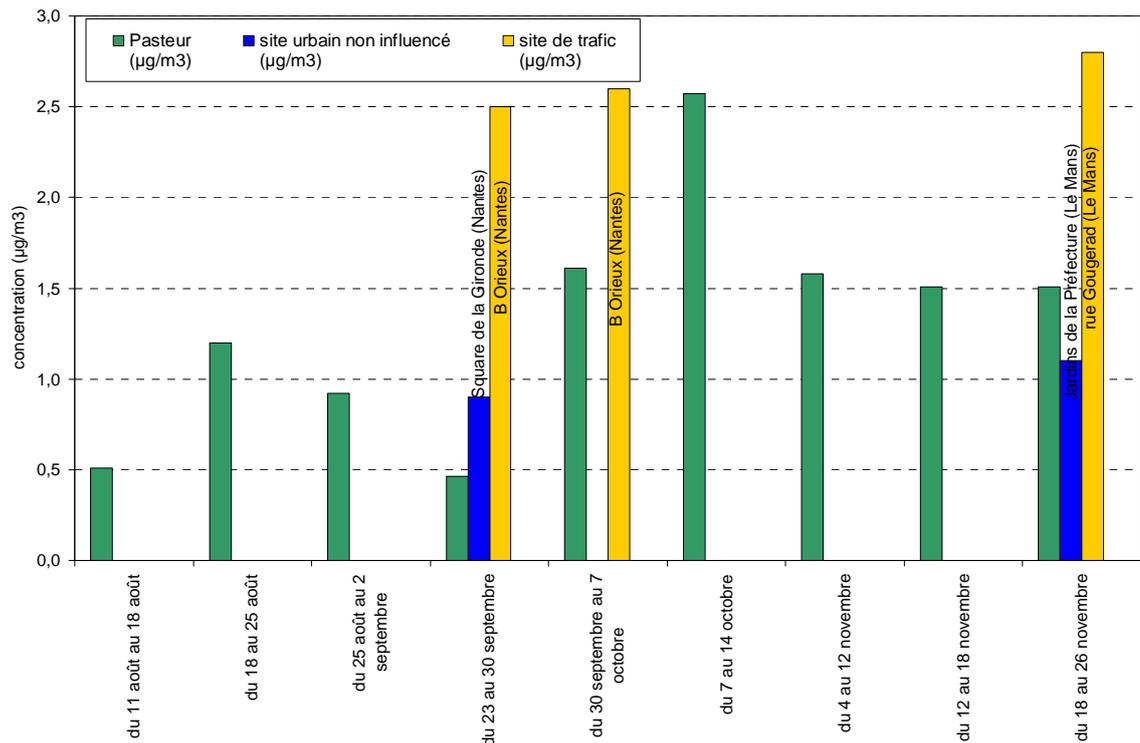
Tableau 8 : concentrations atmosphériques en benzène mesuré au pas de temps horaire dans l'environnement de raffineries de pétrole.

La concentration moyenne en benzène mesurée en 2009 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. Les maxima hebdomadaires et le maximum enregistré sur une heure au niveau de la rue Pasteur en 2009 ($29.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) demeurent inférieurs à ceux mesurés dans l'environnement des autres raffineries. Il est à noter que le maximum horaire enregistré en 2009 rue Pasteur est près de 1.5 fois plus faible que celui enregistré en 2008 ($44.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sur le même site.

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 les niveaux hebdomadaires en benzène mesurés en 2009 rue Pasteur (secteur urbanisé de Donges à proximité de la raffinerie) comparés aux mesures hebdomadaires effectuées durant la même période à Nantes (site urbain du square de la Gironde et site de trafic B Orioux) et au Mans (site urbain des jardins de la préfecture et site de trafic rue Gougerad).

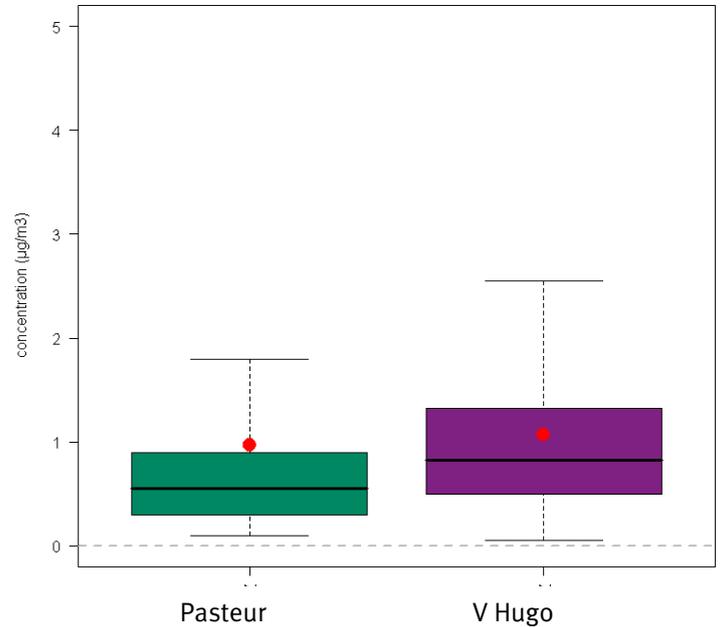
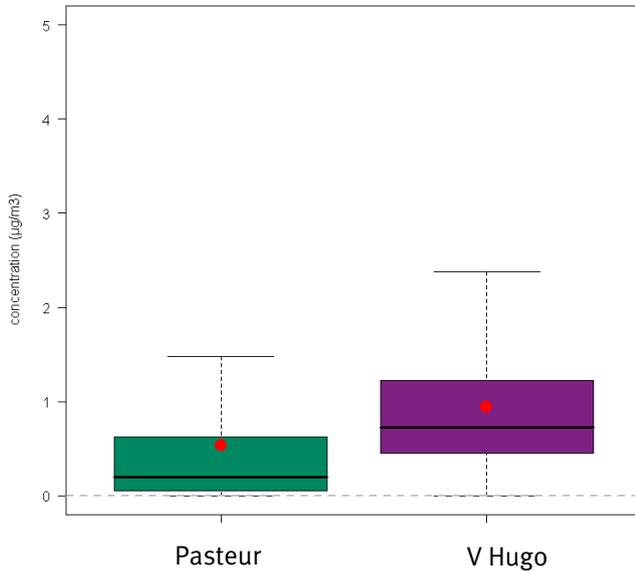


Graphique 2 : niveaux hebdomadaires en benzène (Pasteur) à Nantes et Le Mans

Durant les 3 séquences de mesures communes, la concentration moyenne en benzène rue Pasteur ($1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est deux fois plus faible que celle mesurée sur les 2 sites de trafic ($2.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) soumis directement aux émissions de la circulation automobile.

Du 23 au 30 septembre, la concentration en benzène rue Pasteur est près de deux fois plus faible que sur le site urbain du square de la Gironde à Nantes. En revanche lors de la dernière séquence, le niveau en benzène rue Pasteur ($1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est 30 % plus élevé que celui enregistré sur le site urbain des jardins de la préfecture au Mans ($1.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$). En conclusion, les niveaux relevés rue Pasteur sont proches de ceux obtenus au niveau de sites urbains non influencés d'agglomérations.

comparaison des mesures horaires de benzène à Pasteur et sur le boulevard Victor-Hugo à Nantes (site de trafic) durant l'été et l'hiver 2009



Graphique 3 : distribution des valeurs horaires de benzène rue Pasteur et boulevard V.-Hugo durant l'été 2009

Graphique 4 : distribution des valeurs horaires de benzène rue Pasteur et boulevard V.-Hugo durant l'hiver 2009

La concentration moyenne en benzène mesurée durant l'été 2009 et l'hiver 2009 sur le site de Pasteur est 20 % plus faible que celle enregistrée en proximité automobile au niveau du boulevard V.-Hugo à Nantes.

Durant l'été et l'hiver 2009, 80 % des valeurs horaires rue Pasteur sont inférieures à 1 µg/m³. Par comparaison, sur le boulevard V.-Hugo, cette fréquence atteint 65 %. En revanche, les niveaux de pointes (percentiles 98 , maxima) sont plus élevés sur le site de Pasteur notamment l'hiver où le maximum horaire (29.3 µg/m³) est 2.4 fois plus élevé que celui du boulevard V.- Hugo (12 µg/m³) ; cf. annexe 3.

Il est à noter que le maximum horaire enregistré rue Pasteur durant les campagnes 2009 demeure 1.5 fois plus faible que celui mesuré au cours de l'étude 2008 (44.8 µg/m³).

En conclusion, les niveaux régulièrement atteints au niveau de la rue Pasteur sont plus faibles que sur le boulevard Victor-Hugo à Nantes mais les extrêmes sont plus élevés.

2. évolution spatiale des niveaux en benzène à proximité de la raffinerie

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

| séquence | périodes | date début | date fin | Bossènes -19 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Entrée de la raffinerie - 21 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Mégretais - 14 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Pasteur ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) |
|----------|------------------------------|------------|----------|--|--|--|---|
| 1 | du 24 juin au 1er juillet | 24-juin | 1-juil. | 2,8 | 2,2 | 0,8 | 0,8 |
| | du 1er au 7 juillet | 1-juil. | 7-juil. | 0,9 | 1,4 | 2,0 | 1,8 |
| | du 7 au 15 juillet | 7-juil. | 15-juil. | 1,0 | 0,6 | 0,6 | 0,8 |
| 2 | du 11 août au 18 août | 11-août | 18-août | 1,5 | 2,4 | 0,6 | 0,5 |
| | du 18 au 25 août | 18-août | 25-août | 3,9 | 1,8 | 1,2 | 1,2 |
| | du 25 août au 2 septembre | 25-août | 2-sept. | 1,3 | 0,7 | 0,8 | 0,9 |
| 3 | du 23 au 30 septembre | 23-sept. | 30-sept. | 2,2 | 2,8 | 0,5 | 0,5 |
| | du 30 septembre au 7 octobre | 30-sept. | 7-oct. | 1,2 | 0,6 | 1,1 | 1,6 |
| | du 7 au 14 octobre | 7-oct. | 14-oct. | 3,5 | 0,8 | 1,2 | 2,6 |
| 4 | du 4 au 12 novembre | 4-nov. | 12-nov. | nd | 0,8 | 0,8 | 1,6 |
| | du 12 au 18 novembre | 12-nov. | 18-nov. | 0,5 | 0,4 | 1,5 | 1,5 |
| | du 18 au 26 novembre | 18-nov. | 26-nov. | 0,9 | 0,7 | 1,1 | 1,5 |

Tableau 9 : évolution hebdomadaire des teneurs en benzène durant les 12 semaines de mesure

nd : non disponible

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) confirme les résultats obtenus lors des précédentes campagnes soit un impact établi des rejets de l'établissement sur les sites localisés sous les vents de la raffinerie et notamment de la zone de stockage Ouest et de la partie centrale de l'établissement.

À titre d'exemple, du 23 au 30 septembre, les niveaux de benzène les plus élevés sont enregistrés à l'entrée de la raffinerie ($2.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et sur le site de Bossènes ($2.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Ces concentrations sont respectivement 5 et 4 fois plus élevées que celles enregistrées sur les sites de la Mégretais et de Pasteur ($0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Durant cette période, le site de Bossènes se situe sous les vents de Nord-Est de la zone de stockage Ouest. L'entrée de la raffinerie est sous les vents de la partie centrale de l'établissement. Les sites de la Mégretais et de Pasteur, situés au vent de la raffinerie, présentent des teneurs inférieures à celles mesurées sur un site urbain de Nantes (Square de la Gironde : $0.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Du 18 au 25 août, les concentrations les plus élevées sont mesurées respectivement sur les sites de Bossènes ($3.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et à l'entrée de la raffinerie ($1.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) 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 identiques ($1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) inférieures aux 2 autres sites.

Enfin, lors des deux dernières semaines de mesure (12 au 18 novembre et 18 au 26 novembre), les teneurs en benzène les plus élevées ($1.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sont détectées sur les sites de Pasteur et de la Mégretais par vents forts de secteur Ouest-Sud-Ouest. Ces vents placent alors ces sites sous les vents des différentes unités de production et des zones de stockage. Les sites de Bossènes et de l'entrée de la raffinerie, localisés au vent de la raffinerie, enregistrent des teneurs en benzène comparables à celles d'un site urbain non influencé.

3. 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 durant l'été puis l'hiver 2009.

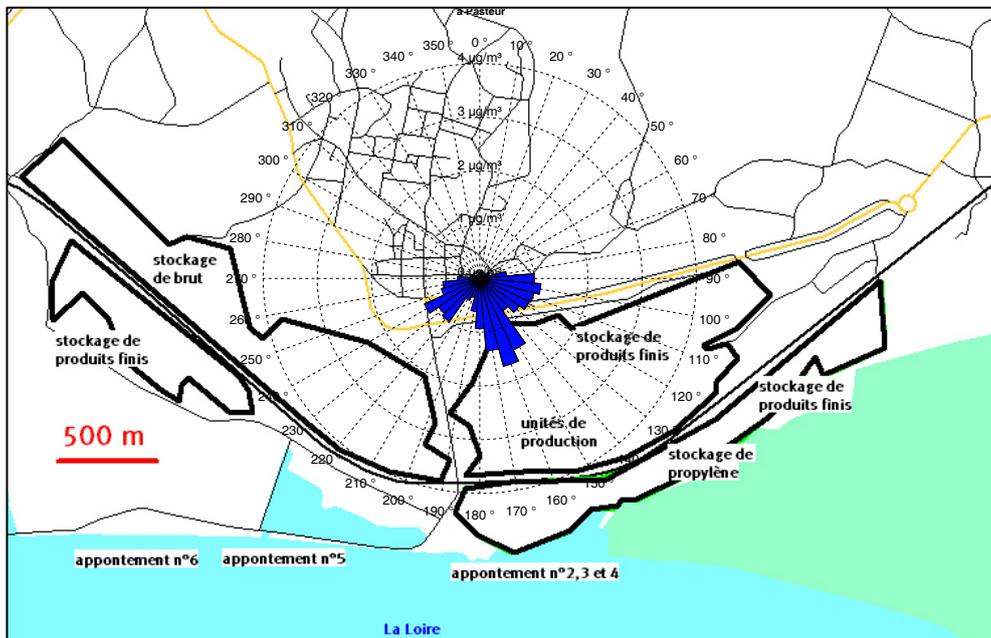
localisation des zones d'émission au sein de la raffinerie

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.

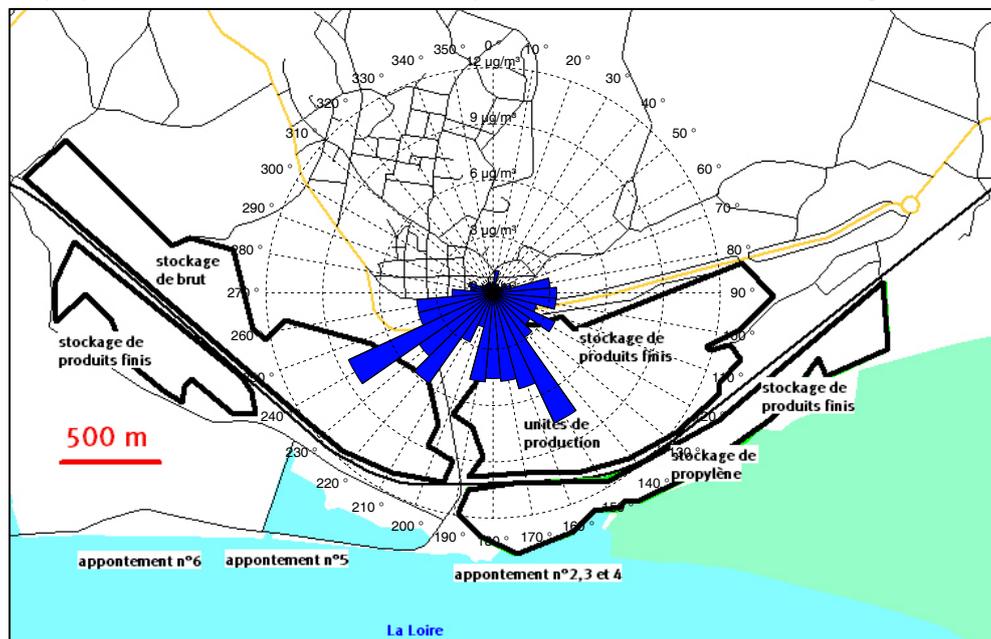
Ce type de graphique indique les niveaux de benzène en fonction de la direction des vents enregistrés par Météo France à Gron. Sur un site donné, il permet de savoir sous quelle direction de vents les niveaux sont les plus élevés et ainsi de localiser les zones d'émissions prépondérantes au sein de la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

durant l'été 2009

Les graphiques suivants représentent la rose de concentrations pour les niveaux moyens et de pointe (percentile 98) en benzène, enregistrés durant l'été 2009.

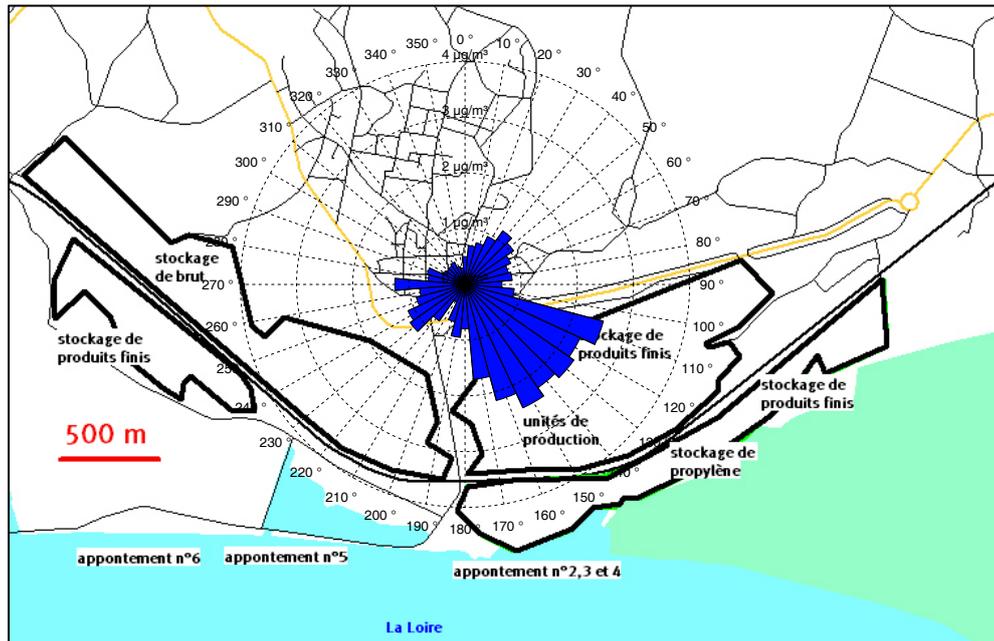


Graphique 5 : rose de concentration des niveaux moyens de benzène mesurés rue Pasteur à Donges entre le 18 juin et le 27 juillet

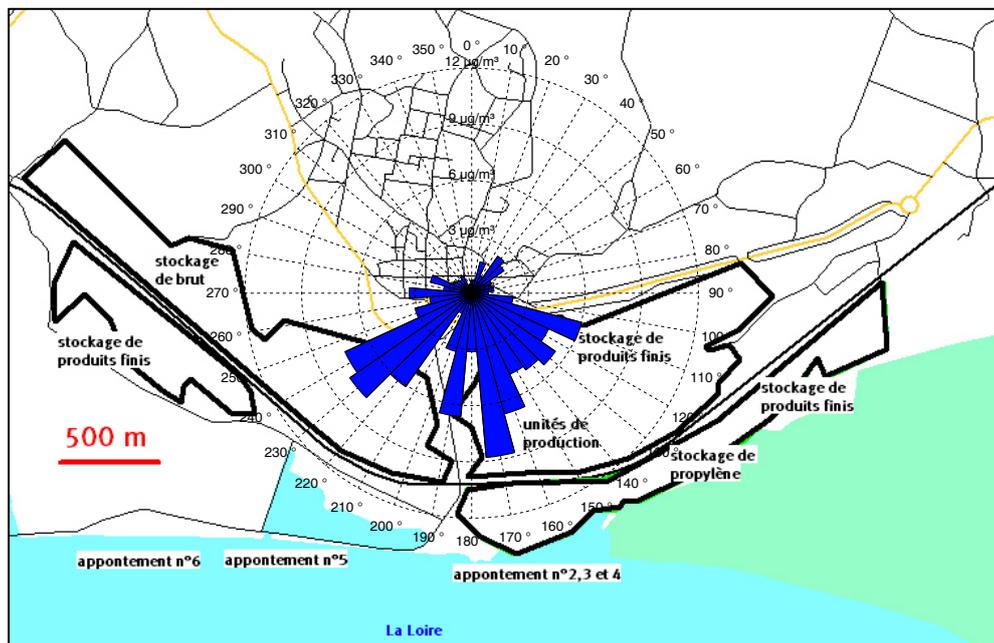


Graphique 6 : rose de concentration des niveaux de pointe (percentile 98) en benzène mesurés rue Pasteur à Donges entre le 18 juin et le 27 juillet

durant l'hiver 2009



Graphique 7 : rose de concentrations des niveaux moyens de benzène mesurés rue Pasteur à Donges entre le 6 novembre et 14 décembre 2009



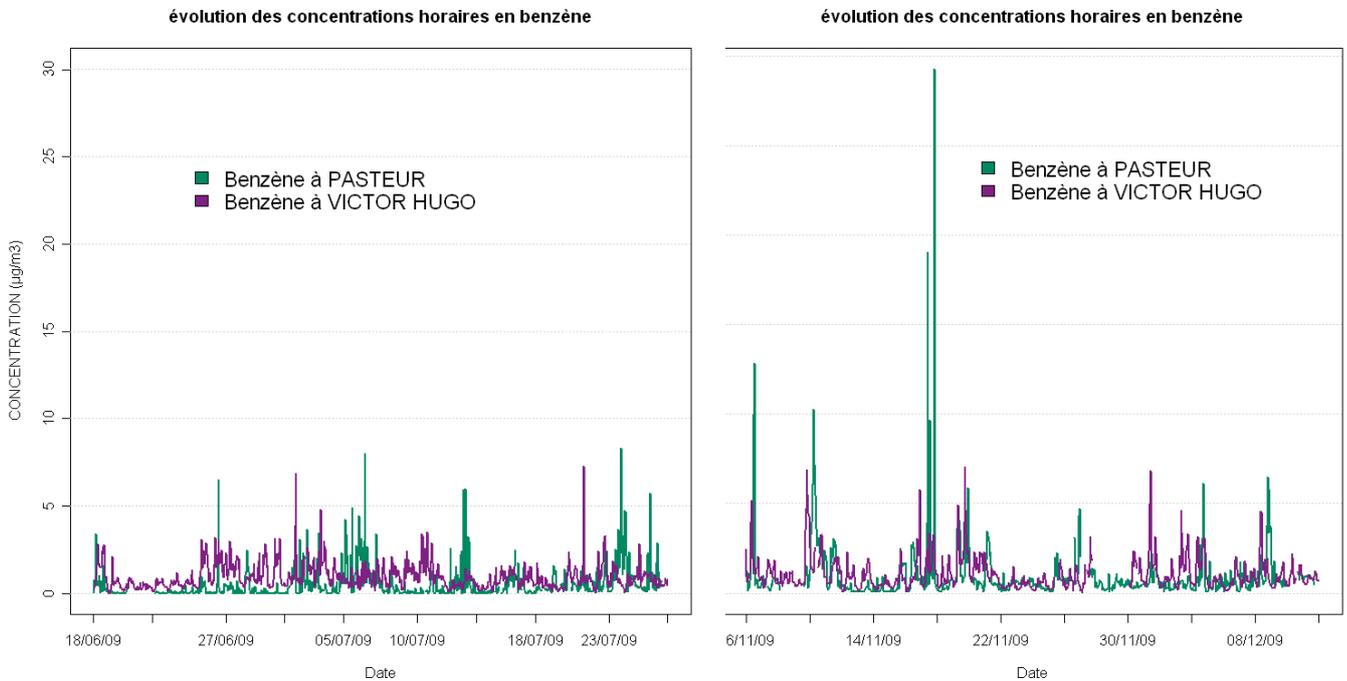
Graphique 8 : rose de concentrations des niveaux de pointe (percentile 98) en benzène mesurés rue Pasteur à Donges entre le 6 novembre et 14 décembre 2009

Lors des deux périodes de mesures, les niveaux moyens et de pointe les plus élevés sont observés par vent de Sud-Est et 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 l'hiver 2009, les niveaux moyens sont supérieurs à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans le secteur $[110^\circ\text{N}-160^\circ\text{N}]$. Ce secteur représente 4.8 % des directions de vents mesurées durant l'hiver 2009, fréquence inférieure à la normale (9.7 %) calculée pour la même période sur les 10 dernières années.

évolution temporelle fine des concentrations en benzène

Les deux graphiques suivants montrent l'évolution temporelle des concentrations horaires enregistrées sur le site de Pasteur durant l'été 2009 puis l'hiver 2009, une comparaison est faite avec le site de trafic du Boulevard Victor-Hugo à Nantes.



Graphique 9 : évolution temporelle des concentrations horaires en benzène mesurées du 18 juin au 27 juillet sur le site de Pasteur

Graphique 10 : évolution temporelle des concentrations horaires en benzène mesurées du 4 novembre au 22 décembre 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 plusieurs dizaines de $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ($29.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ le 17/11/2009). En dehors de ces pointes de concentration, les niveaux restent faibles et inférieurs à ceux enregistrés sur le site de trafic du boulevard V.-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 | Max hor ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Durée de l'épisode (heure) |
|----------|--------------------------------------|----------------------------|
| 06/11/09 | 12.9 | 2 |
| 10/11/09 | 10.3 | 1 |
| 17/11/09 | 19.1 | 1 |
| 17/11/09 | 29.3 | 1 |

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

Aucun dépassement de la valeur horaire de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ n'a été enregistré durant l'été 2009. 3 journées ont été recensées durant l'hiver 2009. Durant ces journées, les hausses de concentration ont duré de 1 à 2 heures.

4. évaluation des risques de dépassement des valeurs réglementaires

Les valeurs réglementaires définies pour le benzène (objectif de qualité et valeur limite) correspondent à des moyennes sur une année civile.

Compte tenu de la période d'étude, une comparaison stricte des niveaux de concentration en benzène avec ces valeurs réglementaires ne peut donc être réalisée. Un suivi sur une année civile serait alors nécessaire.

Toutefois une estimation des risques de dépassement de ces valeurs peut être établie en se basant sur les 12 semaines de mesure effectuées sur l'année 2009.

| | Bossènes -19 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Entrée de la raffinerie - 21 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Mégretais - 14 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | Pasteur -2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) |
|--------------------------------------|--|--|--|--|
| Moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) | 1.8 | 1.3 | 1.0 | 1.3 |

Tableau 11 : concentration moyenne en benzène durant les 12 périodes de mesure

Le risque de dépassement de la valeur limite annuelle ($6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2009) est très faible sur l'ensemble des sites. Les concentrations sont inférieures et proches de l'objectif de qualité ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sur le site de Bossènes. Sur les autres sites, les concentrations moyennes sont plus faibles et comprises entre 1 et $1.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

conclusions et perspectives

A proximité de la raffinerie, les mesures de benzène réalisées par tubes à diffusion passive durant l'année 2009 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 est légèrement plus faible que celle enregistrée dans l'environnement d'autres sites de raffinage. Les maxima hebdomadaires et le maximum horaire sont inférieurs à ceux enregistrés à proximité des autres raffineries. Le maximum horaire ($29 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est également près de deux fois plus faible que celui mesuré en 2008 ($44.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sur le même site.

La concentration moyenne en benzène rue Pasteur (secteur urbanisé dans le sud de la ville de Donges) est près de deux fois plus faible que celle enregistrée à proximité des voies de circulation dans le boulevard Orioux à Nantes ou dans la rue Gougéard au Mans et est 20 % plus faible que celle enregistrée au niveau du boulevard V. Hugo à Nantes.

Selon les séquences de mesures, le niveau moyen de benzène rue Pasteur peut être près de deux fois plus faible que celui mesuré sur un site urbain non influencé ou 30 % plus élevé.

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, phénomène déjà observé lors des études précédentes (2006-2007 et 2008).

L'étude relative à la localisation des zones d'émission au sein de la raffinerie a permis de confirmer les conclusions des études 2005-2007 et 2008 soit :

Deux zones d'émissions prépondérantes (zone de stockage Ouest de la raffinerie et partie centrale de l'établissement).

Compte tenu de la durée de l'étude, seule une estimation des risques de dépassement des valeurs réglementaires annuelles (objectif de qualité et valeur limite) peut être réalisée à partir des 12 semaines de mesure par tubes à diffusion.

Le risque de dépassement de la valeur limite annuelle ($6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2009) est très faible sur l'ensemble des sites. Les concentrations sont inférieures et proches de l'objectif de qualité ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sur le site de Bossènes. Sur les autres sites, les concentrations moyennes sont plus faibles et comprises entre 1 et $1.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Pour une comparaison stricte des niveaux en benzène par rapport à la réglementation, un suivi sur une année civile serait alors nécessaire.

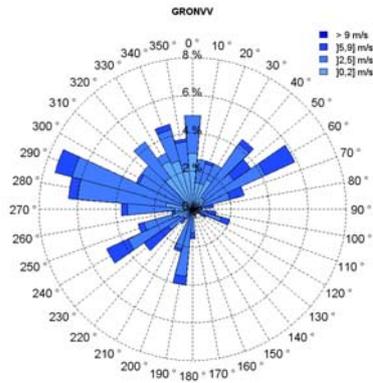
Enfin, la société TOTAL s'est rapprochée d'Air Pays de la Loire pour étudier la mise en œuvre en 2010 d'un suivi en continu par analyseurs automatiques sur le site de Pasteur durant une période de 3 ans. Ce suivi permettra de déterminer de façon stricte le respect des valeurs réglementaires (objectif de qualité, valeur limite) et d'étudier l'évolution inter-annuelle des niveaux de benzène dans le centre ville de Donges

annexes

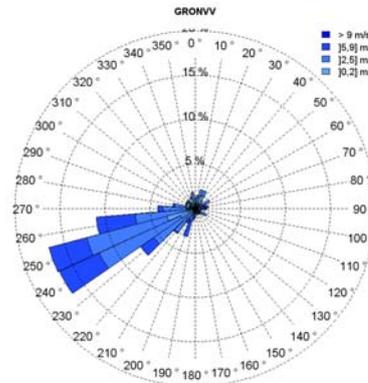
- annexe 1 : direction des vents durant la campagne
- annexe 2 : validation des mesures réalisées par tubes à diffusion
- annexe 3 : histogramme de distribution des valeurs horaires en benzène rue Pasteur et boulevard Victor-Hugo durant l'été et l'hiver 2009
- annexe 4 : Air Pays de la Loire
- annexe 5 : techniques d'évaluation
- annexe 6 : types des sites de mesure
- annexe 7 : polluants
- annexe 8 : seuils de qualité de l'air 2009

annexe 1 : direction des vents durant la campagne

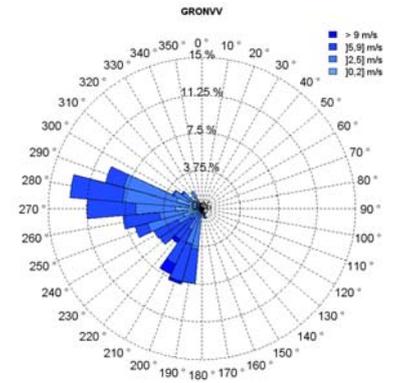
roses de vents durant les 12 séquences de mesures par tubes diffusion passive



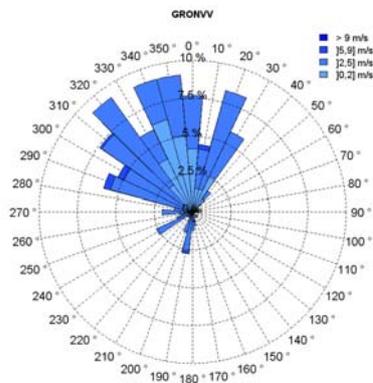
24/06 au 01/07



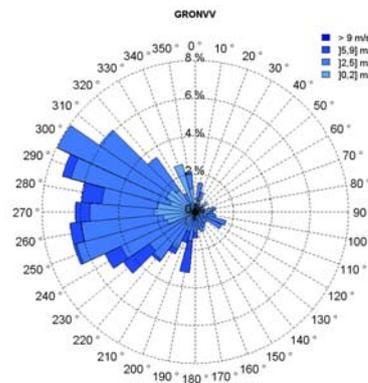
01/07 au 07/07



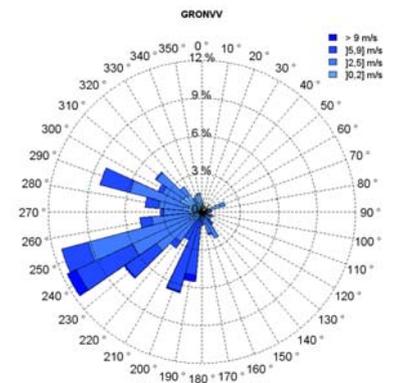
07/07 au 15/07



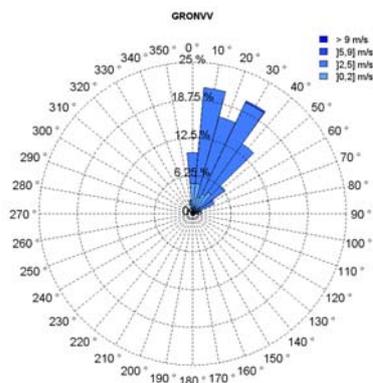
11/08 au 18/08



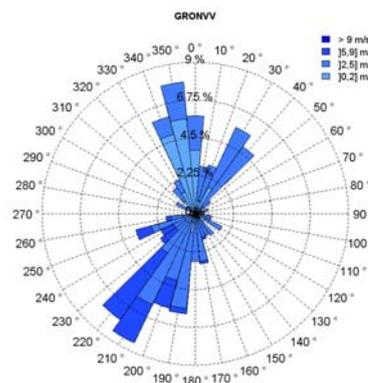
18/08 au 25/08



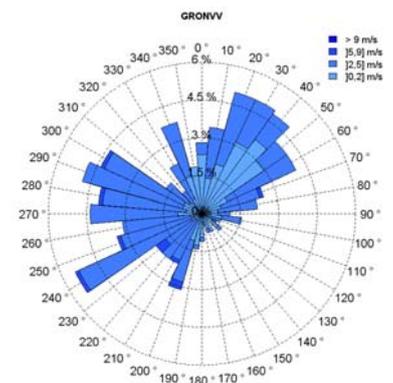
25/08 au 02/09



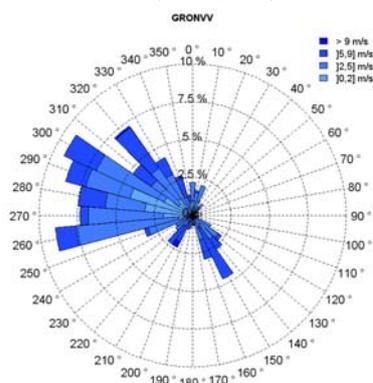
23/09 au 30/09



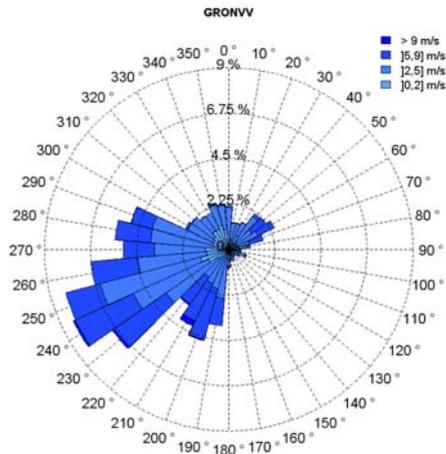
30/09 au 07/10



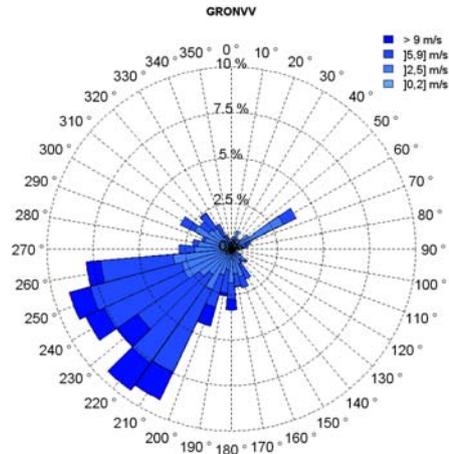
07/10 au 14/10



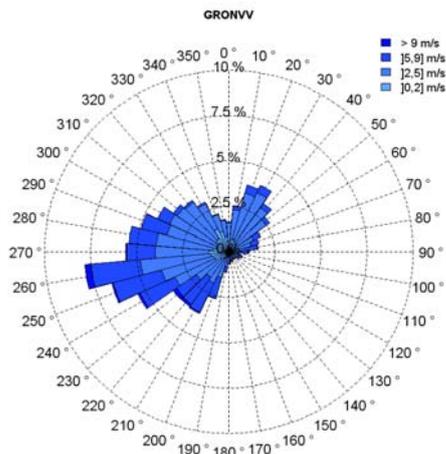
direction des vents durant les périodes de mesures par analyseurs automatiques



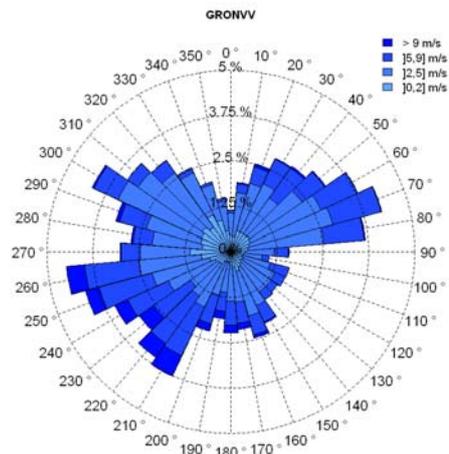
Été 2009 (18/06 au 27/07)



Hiver 2009 (6/11 au 12/12/09)



Normale Été (18 juin -27 juillet)



Normale Hiver (6 novembre au 12 décembre)

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

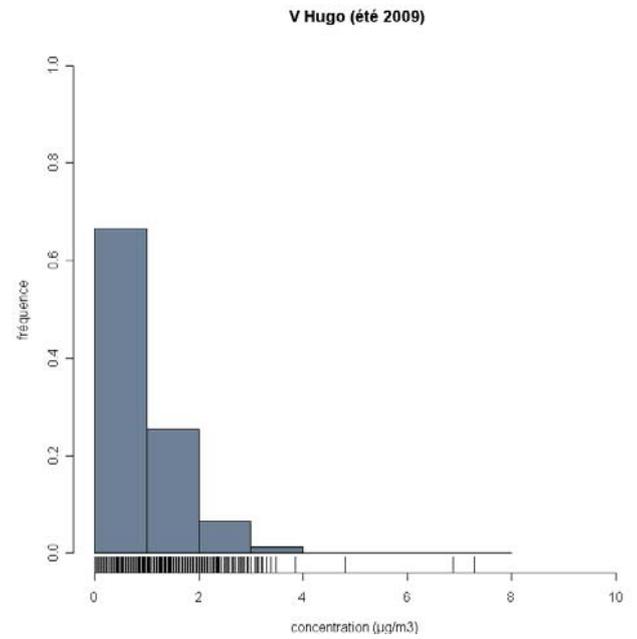
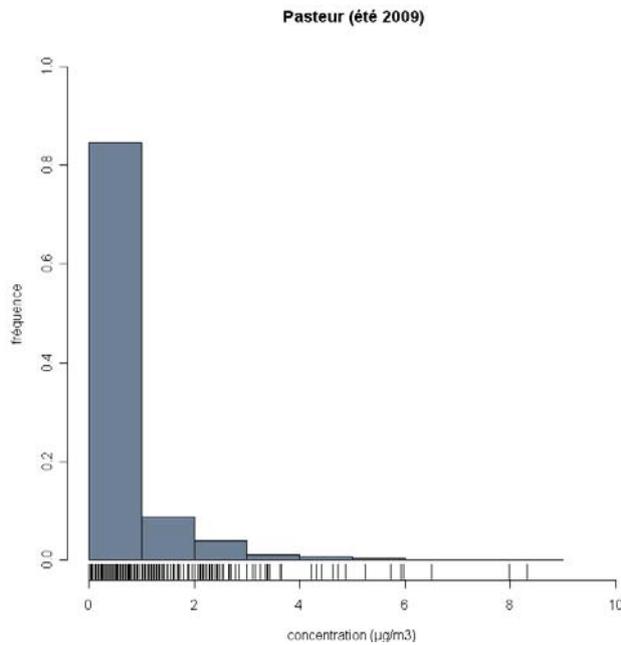
Les tubes placés en doublons sur les sites proches de la raffinerie permettent d'appréhender la répétabilité de la mesure. Les résultats sont regroupés dans le tableau suivant.

| | Ecart relatif en % | Ecart absolu ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) |
|-------------------------|--------------------|---|
| Moyenne sur 43 doublons | 5.0 | 0.08 |

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

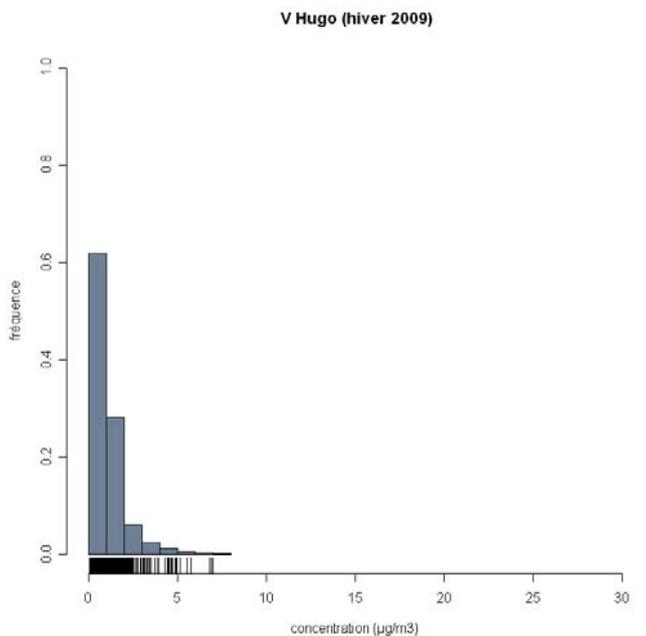
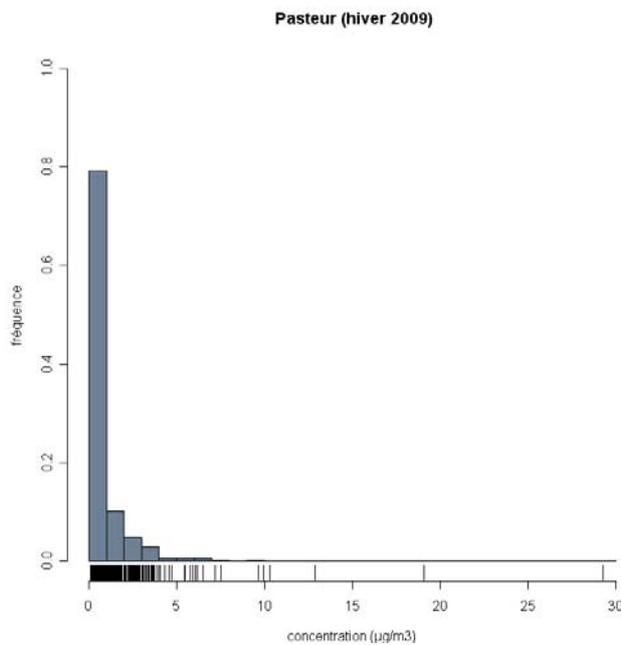
L'écart relatif ne dépasse pas 10 % ce qui suggère une bonne répétabilité de la mesure de benzène par tubes Radiello. Cette remarque confirme les tests réalisés par le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air [1], [2].

annexe 3 : histogramme de distribution des valeurs horaires en benzène rue Pasteur et boulevard Victor-Hugo durant l'été et l'hiver 2009



Histogramme de distribution des valeurs horaires en benzène rue Pasteur durant l'été 2009

Histogramme de distribution des valeurs horaires en benzène Boulevard V.- Hugo durant l'été 2009



Histogramme de distribution des valeurs horaires en benzène rue Pasteur durant l'hiver 2009

Histogramme de distribution des valeurs horaires en benzène Boulevard V.-Hugo durant l'hiver 2009

annexe 4 : Air Pays de la Loire

Dotée d'une solide expertise riche de vingt-cinq ans d'expérience, Air Pays de la Loire est agréée par le Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement Durable et de la Mer 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

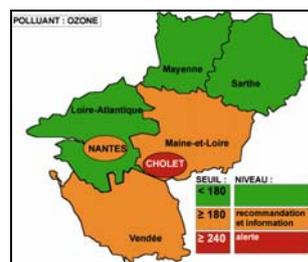
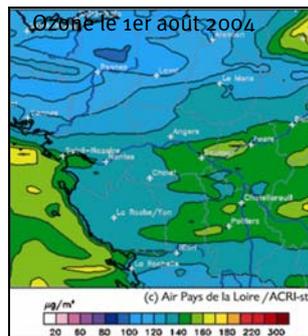
Les mesures de qualité de l'air consistent le plus souvent à détecter de très faibles traces de polluants. Elles nécessitent donc le respect de protocoles très précis. Pour assurer la qualité de ces mesures, Air Pays de la Loire dispose d'un laboratoire d'étalonnage, airpl.lab accrédité par le Cofrac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

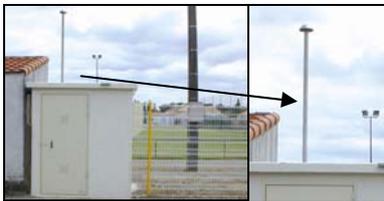
Le site Internet www.airpl.org donne accès à de très nombreuses informations sur la qualité de l'air des Pays de la Loire. Elles sont actualisées toutes les heures. On y trouve les cartes de pollution et de vigilance, les communiqués d'alerte, les indices de la qualité de l'air (Atmo, IQA), les mesures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

des publications largement diffusées

Tous les deux mois, Air Pays de la Loire publie des informations sur la qualité de l'air de la région, grâce à son bulletin bimestriel d'information *Au fil de l'air*. Un rapport annuel dresse par ailleurs un état très complet de la qualité de l'air.

annexe 5 : techniques d'évaluation

mesures



les sites fixes

C'est le principal moyen de surveillance : il existe une cinquantaine 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.

annexe 8 : seuils de qualité de l'air 2009

| TYPE DE SEUIL (µg/m ³) | DONNÉE DE BASE | POLLUANT | | | | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|--|--|---|--|---|---|--|--|--|---|---|--|
| | | Ozone décrets 2002-213 du 15/02/02, 2003-1085 du 12/11/03 et 2007-1479 du 12/10/07 et 2008-1152 du 07/11/08 dir. 2008/50/CE du 21/05/08 | Dioxyde d'azote décret 2002-213 du 15/02/02 | Oxydes d'azote décret 2002-213 du 15/02/02, circulaire du 12/10/07 | Poussières (PM10) décret 2002-213 du 15/02/02, circulaire du 12/10/07 | Poussières (PM2.5) dir. 2008/50/CE du 21/05/08 | Plomb décret 2002-213 du 15/02/02 et 2007-1479 du 12/10/07 | Benzène décret 2002-213 du 15/02/02 | Monoxyde de carbone décret 2002-213 du 15/02/02 | Dioxyde de soufre décret 2002-213 du 15/02/02 | Arsenic décret 2008-1152 du 07/11/08 | Cadmium décret 2008-1152 du 07/11/08 | Nickel décret 2008-1152 du 07/11/08 |
| valeurs limites | moyenne annuelle | - | 42 ⁽¹⁾ | 30 ⁽²⁾ | 40 | 30 ⁽⁷⁾ | 0,5 | 6 ⁽³⁾ | - | 20 ⁽⁴⁾ | - | - | - |
| | moyenne hivernale | - | - | - | - | - | - | - | - | 20 ⁽⁴⁾ | - | - | - |
| | moyenne journalière | - | - | - | 50 ⁽⁵⁾ | - | - | - | - | 125 ⁽⁶⁾ | - | - | - |
| | moyenne 8-horaire maximale du jour | - | - | - | - | - | - | - | 10 000 | - | - | - | - |
| | moyenne horaire | - | 200 ⁽⁷⁾ 210 ⁽⁸⁾ | - | - | - | - | - | - | 350 ⁽⁹⁾ | - | - | - |
| seuils d'alerte | moyenne horaire | 1 ^{er} seuil : 240 ⁽¹⁰⁾ 2 ^e seuil : 300 ⁽¹⁰⁾ 3 ^e seuil : 360 | 400 200 ⁽¹¹⁾ | - | - | - | - | - | - | 500 ⁽¹⁰⁾ | - | - | - |
| | moyenne 24-horaire | - | - | - | 125 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| seuils de recommandation et d'information | moyenne horaire | 180 | 200 | - | - | - | - | - | - | 300 | - | - | - |
| | moyenne 24-horaire | - | - | - | 80 | - | - | - | - | - | - | - | - |
| objectifs de qualité | moyenne annuelle | - | 40 | - | 30 | - | 0,25 | 2 | - | 50 | - | - | - |
| | moyenne journalière | 65 ⁽¹²⁾ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | moyenne 8-horaire maximale du jour | 120 ⁽¹²⁾ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | moyenne horaire | 200 ⁽¹²⁾ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | AOT 40 | 6000 ⁽¹³⁾ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| valeurs cibles | AOT 40 | 18 000 ⁽¹⁴⁾ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| | moyenne annuelle | - | - | - | - | 25 ⁽¹⁶⁾ | - | - | - | - | 0,006 | 0,005 | 0,02 0,001 |
| | moyenne 8-horaire maximale du jour | 120 ⁽¹⁵⁾ | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

- (1) valeur intégrant la marge de tolérance applicable en 2009 : 2 (valeur applicable à compter du 01/01/2010: 40)
- (2) pour la protection de la végétation - applicable seulement sur les sites ruraux et périurbains
- (3) valeur intégrant la marge de tolérance applicable en 2009 : 1 (valeur applicable à compter du 01/01/2010: 5)
- (4) pour la protection des écosystèmes - applicable seulement sur les sites ruraux
- (5) à ne pas dépasser plus de 35j par an (percentile 90,4 annuel)
- (6) à ne pas dépasser plus de 3j par an (percentile 99,2 annuel)
- (7) à ne pas dépasser plus de 175h par an (percentile 98 annuel) – valeur applicable jusqu'au 31/12/2009
- (8) à ne pas dépasser plus de 18h par an (percentile 99,8 annuel) – valeur intégrant la marge de tolérance applicable en 2009 : 10 (valeur applicable à compter du 01/01/2010: 200)

- (9) à ne pas dépasser plus de 24h par an (percentile 99,7 annuel)
- (10) à ne pas dépasser plus de 3h consécutives
- (11) 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
- (12) pour la protection de la santé humaine : maximum journalier de la moyenne sur 8 heures, calculé sur une année civile
- (13) pour la protection de la végétation : calculé à partir des valeurs enregistrées sur 1 heure de mai à juillet
- (14) en moyenne sur 5 ans à respecter au 1 janvier 2010
- (15) pour la protection de la santé humaine : à ne pas dépasser plus de 25 j par an en moyenne sur 3 ans à respecter au 1 janvier 2010
- (16) valeur applicable au 1 janvier 2010
- (17) valeur intégrant la marge de tolérance applicable en 2009 : 5 (valeur applicable à compter du 01/01/2010: 25)

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**, : Dependence 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] Zdanevitch 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 : évaluation 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 : évaluation 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.

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

