



évaluation des niveaux de benzène dans l'air

dans l'environnement de la raffinerie

Total à Donges

campagne de mesures 2010

juin 2010



sommaire

synthèse	1
introduction	6
la raffinerie de Donges	7
émissions de COV par l'industrie du raffinage	8
le dispositif mis en œuvre	9
le prélèvement par tubes à diffusion	9
mesure en continu par analyseur automatique	12
récapitulatif du dispositif de campagne	13
résultats.....	14
conditions météorologiques durant les 2 séquences d'échantillonnage par tube à diffusion	14
évolution hebdomadaire et spatiale des niveaux de benzène	15
comparaison à l'environnement d'autres raffineries	17
évaluation des niveaux de benzène relevés sur le site urbain de Pasteur	18
comparaison aux valeurs réglementaires	19
localisation des zones d'émissions de benzène	20
évolution temporelle fine des niveaux de benzène	22
conclusions et perspectives	25
annexes	26
annexe 1 : Air Pays de la Loire	27
annexe 2 : techniques d'évaluation.....	28
annexe 3 : types des sites de mesure	29
annexe 4 : polluants	30
annexe 5 : seuils de qualité de l'air 2010.....	31
bibliographie	32
glossaire	33
abréviations	33
définitions	34

contributions

Coordination de l'étude François Ducroz - Rédaction : Valérie Viranaïken, Mise en page : Bérangère Poussin, Exploitation du matériel de mesure : Claude Baron, Arnaud Tricoire, Photographies : Claude Baron, Arnaud Tricoire, DREAL pays de la Loire, Validation : François Ducroz-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 3 août 2010 pris par le Ministère chargé de l'Ecologie.

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), Waitz (ATMO Rhône Alpes) et Mathiot (Airfobep), pour la communication des données de concentrations de benzène en environnement industriel.

synthèse

contexte | **évaluation du benzène dans l'environnement de la raffinerie**

La raffinerie Total de Donges représente la 2^{ème} raffinerie du groupe en France, après celle de Gonfreville. Elle possède une capacité de traitement de 11,5 millions de tonnes de pétrole brut, soit près de 12% de capacité de raffinage de France (Ufip, 2008). Le raffinage est une activité génératrice **de Composés Organiques Volatils tels que le benzène**. C'est sur ce polluant dont les niveaux sont réglementés que portent les arrêtés préfectoraux du 16 juin 2005 et du 3 juillet 2006 qui imposent **de surveiller les concentrations de ce composé dans l'environnement de la raffinerie**. Total Raffinage Marketing a confié cette mission à Air Pays de la Loire depuis 2005.

objectifs | **distribution spatiale et localisation des zones d'émission**

Cette étude a pour but :

- d'étudier la distribution spatiale du benzène sur 4 sites localisés à proximité de la raffinerie. Il s'agira ensuite de caractériser ces niveaux de benzène par comparaison avec les concentrations de ce polluant mesurées en milieu non impacté.
- de localiser les sources d'émissions prépondérantes de la raffinerie en couplant l'étude de l'évolution temporelle fine du benzène enregistrée par l'analyseur automatique aux mesures de direction de vent.

moyens | **deux méthodes de mesure complémentaires**

Pour évaluer les niveaux de benzène dans l'environnement de la raffinerie, deux méthodes ont été utilisées :

- des prélèvements de benzène par tubes à diffusion passive, sur 4 sites, permettant ainsi d'évaluer des teneurs moyennes sur 7 jours,
- des mesures en continu par un analyseur automatique dont le fonctionnement est basé sur le principe de la chromatographie et qui permet de suivre les niveaux horaires du benzène, sur le site urbain de Pasteur.



Localisation des sites pourvus de tubes à diffusion passive, autour de la raffinerie Total

Le tableau suivant récapitule les techniques de mesure mises en œuvre.

Méthode	Type de mesures	Site de mesure	Période de mesure
Prélèvement du benzène sur tubes à diffusion et analyse GC-FID	Mesure intégrée sur 7 jours	4 sites autour de la raffinerie	2 séquences de 4 semaines chacune
Mesure en continu du benzène par analyseur automatique	Mesure quart horaire	1 site – Pasteur	2 périodes d'analyse

Caractéristiques du dispositif de mesure de la campagne de 2010

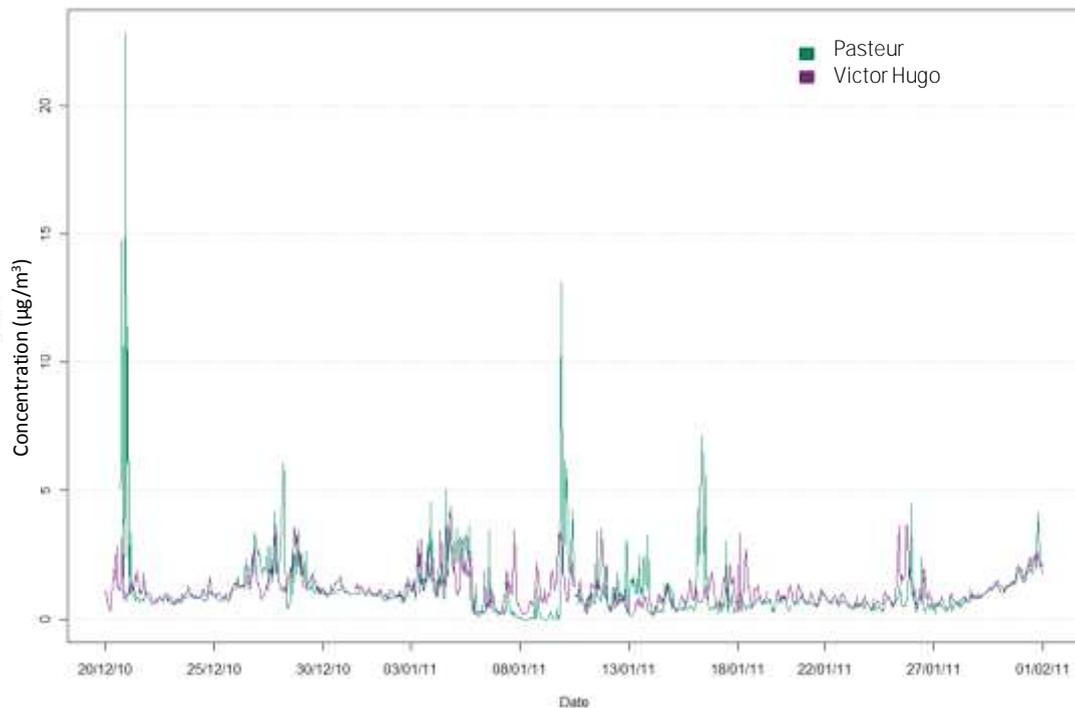
résultat 1 | des teneurs moyennes basses et un risque faible de dépassement de la valeur limite réglementaire

Sur la 1^{ère} période de mesure d'août 2010, les concentrations moyennes hebdomadaires de benzène varient de 0,5 à 1,6 µg/m³ tandis que sur la 2^{nde} séquence déroulée en décembre, les niveaux sont compris entre 0,6 et 4,1 µg/m³. Ces résultats sont dans la fourchette basse de ceux habituellement mesurés dans l'environnement de raffineries en France.

Ces données confirment par ailleurs les observations des années précédentes avec des niveaux de benzène supérieurs en hiver et des concentrations influencées par les rejets de la raffinerie. Les concentrations les plus élevées ont été relevées sur le site de Bossènes et à l'entrée de l'usine, sous des vents de secteur nord et nord-est, plaçant ces sites de mesure sous les vents de l'établissement.

Les concentrations moyennes (sur les 8 semaines de mesure) sont proches de l'objectif de qualité de 2 µg/m³ sur le site de Bossènes et à l'entrée de la raffinerie. Toutefois, au vu des résultats de la campagne, le risque de dépassement de la valeur limite de 5 µg/m³ (moyenne annuelle) paraît faible, sur l'ensemble des sites.

résultat 2 | évolution temporelle fine : des pics de benzène de courte durée



Comparaison des évolutions des concentrations horaires en benzène sur les sites de Pasteur à Donges et de Victor-Hugo à Nantes, du 20 décembre 2010 au 31 janvier 2011

Les mesures réalisées à Pasteur se caractérisent par la présence de pics de concentrations pouvant atteindre $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Durant la campagne, 4 épisodes durant lesquels les concentrations ont dépassé la valeur horaire de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ont été recensés à Pasteur. Chacun d'eux n'a duré tout au plus qu'une heure. Par ailleurs, les niveaux de pointe atteints en 2010 restent inférieurs aux concentrations horaires maximales enregistrées en 2008 et 2009 qui étaient respectivement de $44,8$ et $29,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Mises à part ces élévations ponctuelles, les niveaux moyens à Pasteur restent faibles et sont comparables à ceux de Victor-Hugo, avec des moyennes respectives de $1,2$ et $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur toute la campagne.

résultat 3 | trois zones d'émissions prépondérantes

En couplant les données horaires de benzène de 2010 à Pasteur aux mesures de direction de vent, les roses de pollution désignent 3 zones d'émissions prépondérantes : la zone de stockage ouest des bruts, le centre de la raffinerie mais aussi les zones d'appontement.



Rose de pollution des niveaux de pointe de benzène, du 18 novembre au 10 décembre 2010



Rose de pollution des niveaux de pointe de benzène, du 20 décembre 2010 au 31 janvier 2011

conclusions

Les concentrations moyennes de benzène relevées par prélèvement passif durant cette campagne de mesure sont du même ordre de grandeur que les niveaux enregistrés **l'année précédente**, avec une teneur de $1,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ contre $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2009. Ces teneurs sont par ailleurs dans la fourchette basse des niveaux mesurés dans l'environnement d'autres raffineries de France.

Dans le cas du site urbain de Pasteur, les niveaux moyens de benzène sont comparables à ceux relevés sur le site de trafic Victor-Hugo à Nantes. Des pics de benzène de courte durée (une heure tout au plus) atteignant des niveaux 2 fois plus élevés que les niveaux de pointe du site de Victor-Hugo, ont également été relevés sur le site de Pasteur.

Par ailleurs, comparées aux niveaux relevés à Pasteur et à la Mégretais, les concentrations de benzène sont 2 fois plus importantes **sur les sites de Bossènes et de l'entrée de la raffinerie**, placés sous les vents des zones de stockage ouest, de la partie centrale de l'usine mais aussi des zones d'appontement. Ces résultats confirment les observations effectuées lors des campagnes d'études précédentes. Sur ces 2 sites, l'objectif de qualité fixé à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur l'année est respecté et approché.

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

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 12% de la capacité de raffinage de France (Ufip,2008).

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 2009, les rejets atmosphériques de benzène par la raffinerie de Donges s'élèvent à 11,3 tonnes (Source IREP, 2009).

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 postes 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 d'août à septembre et de novembre à décembre 2010.

Il comprend successivement :

- une présentation de la surveillance des niveaux de benzène générés par les unités de raffinerie,
- le dispositif mis en œuvre pour la campagne de 2010,
- les résultats.

la raffinerie de Donges

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. Elle possède une capacité de traitement de 11,5 millions de tonnes de pétrole brut, soit près de 12% de capacité de raffinage de France (Ufip, 2008).

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

Le site dispose notamment de 6 appontements et de 2 oléoducs permettant l'approvisionnement en brut et l'expédition des produits finis. S'étendant sur 300 ha, la raffinerie Total de Donges comprend différentes unités de fabrication et de stockage, réparties tel que présenté sur la carte suivante :

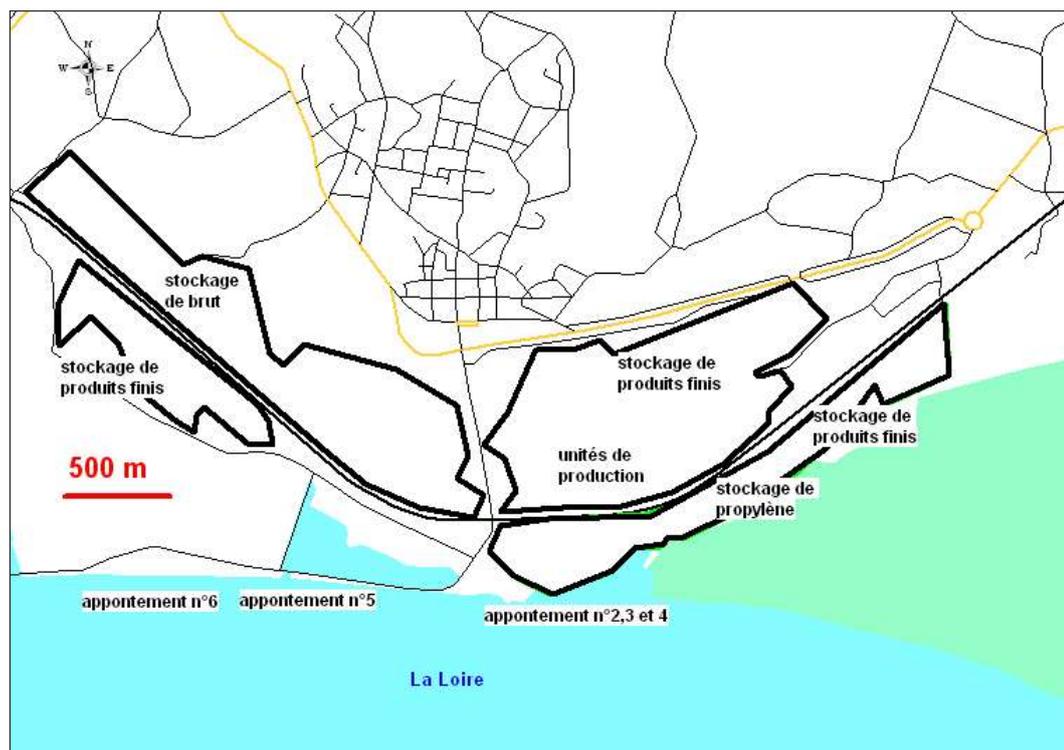


Figure 1 : disposition des différentes unités de production et de stockage de la raffinerie Total de Donges

émissions de COV par l'industrie du raffinage

Durant les procédés de raffinage et de stockage, les raffineries génèrent des émissions notamment dans l'atmosphère, nécessitant une surveillance particulière. Les Composés Organiques Volatils COV, dont fait partie le benzène, sont une des familles de polluants pouvant être émis par les raffineries. Ils proviennent essentiellement de l'évaporation d'hydrocarbures.

D'après une étude réalisée en 1999, les émissions de COV émanant du stockage représentent plus de 40 % des émissions de COV totales et constituent normalement l'émetteur le plus important dans une raffinerie (dans le cas d'une raffinerie dont la capacité de traitement est en moyenne de 10 millions de tonnes de brut par an) [1]. Les opérations de chargement des barges de pétroliers sont elles aussi des sources importantes d'émission de COV.

Dans le cas de la raffinerie Total de Donges, les quantités de benzène et de COV non méthaniques sont répertoriées dans le Tableau 1, (Source IREP 2009) :

Polluants	Emissions 2006 (tonnes)	Emissions 2007 (tonnes)	Emissions 2008 (tonnes)	Emissions 2009 (tonnes)
Benzène	17,1	16,8	11,7	11,3
COV non méthaniques	1440	1350	1390	1280

Tableau 1 : émissions de COV non méthaniques et de benzène, de la raffinerie Total de Donges, de 2006 à 2009

Après une diminution de près de 30% enregistrée de 2007 à 2008, les émissions de benzène de la raffinerie sont stables et sont en moyenne de l'ordre de 11 tonnes par an. Les quantités de COV non méthaniques sont, elles, relativement constantes depuis 2006.

Les niveaux de benzène dans l'air sont réglementés et sont donc sujets à une surveillance spécifique. A titre de comparaison, le tableau suivant présente les quantités de benzène émises par 10 raffineries françaises en 2009 :

Raffinerie	Capacité de traitement (millions de tonnes/an) [2]	Emission de benzène (tonnes/an) (données 2009, [3])
Raffinerie Gonfreville	16,4	30,8
Raffinerie Total de Donges	11,4	11,3
Raffinerie Port-Jérôme	11,8	33,6
Raffinerie Lavera	9,9	13,8
Raffinerie Flandres	6,7	11,6
Raffinerie Provence	7,7	7,7
Raffinerie Berre	6,3	4,4-
Raffinerie Feyzin	5,7	21,6
Raffinerie Fos sur Mer	6,2	11,7

Tableau 2 : émissions de benzène de différentes raffineries de France, en 2009

D'après ce tableau, les émissions de benzène de la raffinerie de Donges sont plus de 2 fois inférieures aux émissions de la 1^{ère} raffinerie de France basée à Gonfreville et près de 3 fois plus faibles que celles de la raffinerie de Port Jérôme.

le dispositif mis en œuvre

Dans le cadre de la campagne d'étude menée en 2010, Air Pays de la Loire a utilisé deux techniques complémentaires de mesure du benzène pour évaluer les niveaux de ce polluant dans l'environnement de la raffinerie :

- des prélèvements de benzène par tubes à diffusion passive, sur 4 sites, permettant ainsi d'évaluer des teneurs moyennes sur 7 jours,
- des mesures en continu par un analyseur automatique dont le fonctionnement est basé sur le principe de la chromatographie et qui permet de suivre les niveaux horaires du benzène, sur 1 des 4 sites.

le prélèvement par tubes à diffusion

principe de la méthode

Cette méthode de prélèvement consiste à laisser diffuser le benzène de l'air extérieur à travers une membrane poreuse et à le piéger sur un adsorbant contenu dans un tube à diffusion. Le benzène est ainsi retenu et s'accumule sur la cartouche d'adsorbant. Dans le cadre de cette campagne, les tubes radiaux du type « Radiello ® » ont été utilisés. Les performances de ces tubes ont été évaluées lors de différents tests de validation menés en chambre d'exposition [4], [5], [6] ainsi que lors de campagnes de mesure sur le terrain [7]. Avec ce type de tubes, l'adsorption se fait sur toute la surface du cylindre, comme présenté sur la Figure 2.

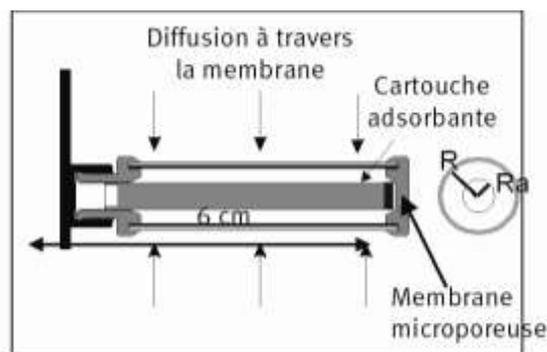


Figure 2 : Tubes à diffusion passive installés dans leur boîte de protection

Ce mode de prélèvement nécessite de longues périodes d'exposition des tubes : dans le cadre de cette campagne d'essai, les tubes ont été exposés sur sites durant 7 jours. La durée d'exposition ainsi que la température ambiante sont prises en considération pour la détermination des concentrations en benzène.

La cartouche exposée est ensuite envoyée en laboratoire d'analyse : les composés adsorbés y sont désorbés thermiquement puis analysés par chromatographie gazeuse avec détection FID [8].

4 sites de prélèvement

Ce type d'échantillonnage ne nécessitant aucune source d'énergie et étant facile d'installation, 4 sites de mesure ont pu être équipés de ces tubes à diffusion. Le choix stratégique de ces sites résulte d'une étude préliminaire menée par Air Pays de la Loire en 2005 [9]. Ils sont localisés sur la Figure 3 et répertoriés dans le Tableau 3.

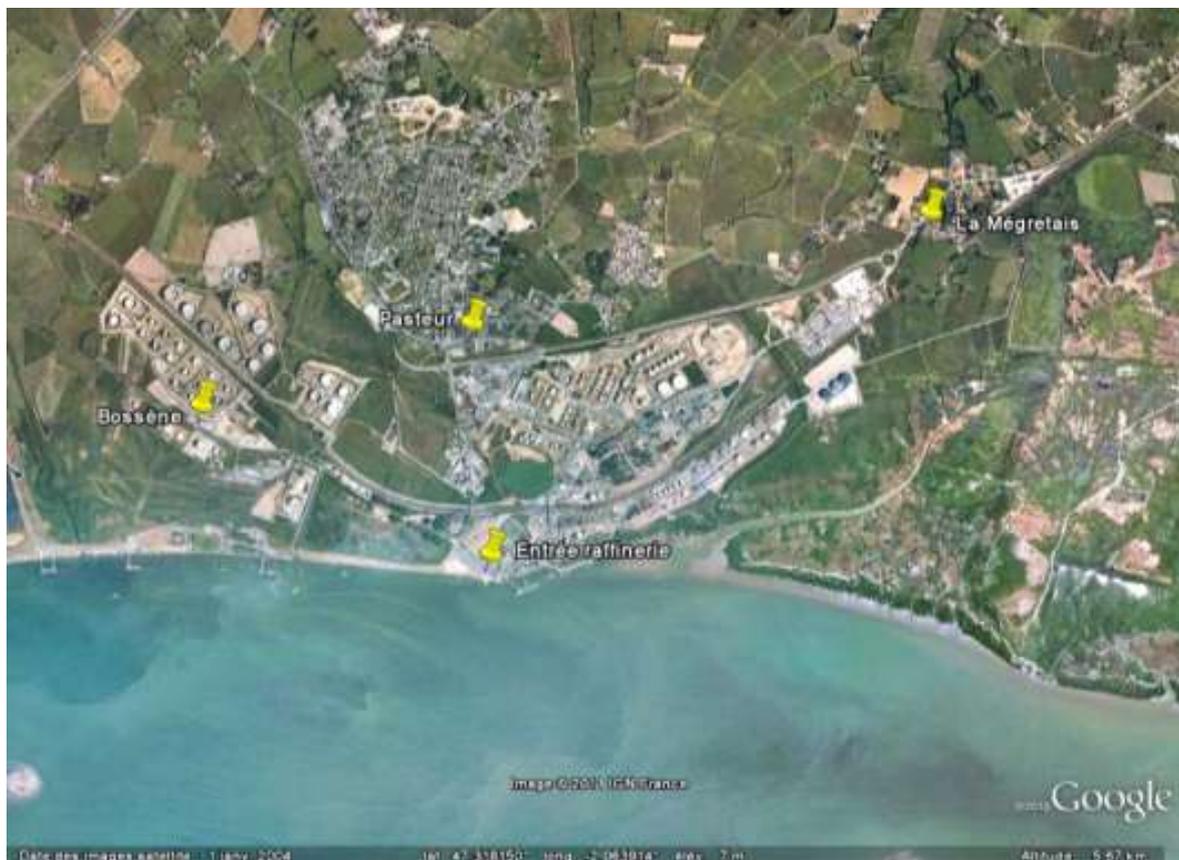


Figure 3 : localisation des 4 sites de mesure dans l'environnement de la raffinerie Total de Donges

Nom du site	Description
Pasteur	Rue Pasteur : sur la station permanente d'Air pays de la Loire. A 250 m de la raffinerie
La Mégretais	sur la station permanente d'Air pays de la Loire
Bossènes	Sur un des montants du grillage entourant la station permanente d'Air Pays de la Loire
Entrée raffinerie	En face de l'entrée principale de la raffinerie sur le projecteur à 2 têtes

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

Sur chacune des semaines de mesure, chaque site a été pourvu d'une paire de tubes à diffusion afin d'estimer la répétabilité des mesures de benzène.

2 séquences d'échantillonnage

Plusieurs campagnes de mesure ont mis en évidence le caractère saisonnier des niveaux de benzène. En effet, les concentrations de ce polluant sont plus élevées en hiver du fait des émissions du chauffage urbain et d'une augmentation des émissions automobiles, combinées à des conditions météorologiques peu propices à la dispersion des polluants [10], [11].

C'est pourquoi 2 séquences de prélèvement de 4 semaines chacune, ont été prévues pour la campagne de 2010 ; elles sont présentées dans le Tableau 4. Pour chacun des 4 sites présentés précédemment et sur chaque semaine, une paire de tubes à diffusion a été installée pour prélever le benzène. Ce dispositif a permis de suivre l'évolution des niveaux hebdomadaires du polluant autour de la raffinerie.

	N° de Semaine	Périodes
1 ^{ère} séquence	S1	du 04 au 11 aout
	S2	du 11 au 18 aout
	S3	du 18 au 25 aout
	S4	du 25 aout au 1 ^{er} septembre
2 ^{nde} séquence	S5	du 23 novembre au 1 ^{er} décembre
	S6	du 1 ^{er} au 8 décembre
	S7	du 8 au 16 décembre
	S8	du 16 au 23 décembre

Tableau 4 : Séquences d'échantillonnage du benzène sur les tubes à diffusion

En sélectionnant 4 sites de mesure, l'objectif principal est d'évaluer la distribution spatiale du benzène autour de la raffinerie Total de Donges.

mesure en continu par analyseur automatique

principe de mesure

La proximité de zones industrielles requiert de pouvoir étudier l'évolution des niveaux de polluants des sites de mesure, sur des temps courts. Les analyseurs automatiques de benzène remplissent cette fonction.

Cette méthode de mesure utilise la chromatographie gazeuse avec détection par ionisation de flamme (GC-FID). Il s'agit d'une méthode de référence au niveau européen.

L'analyseur automatique utilisé est commercialisé par la société Chromatotech. Sa fréquence de mesure est d'un quart d'heure et permet donc d'avoir accès aux teneurs horaires de benzène. Avec cette technique qui est complémentaire des prélèvements hebdomadaires par tubes à diffusion, il est ainsi possible d'étudier les variations des niveaux de benzène sur de courtes périodes.



Photo 1 : analyseur automatique de benzène dans les locaux d'Air Pays de la Loire

L'analyseur est installé dans un local sécurisé, climatisé et relié au poste central d'Air Pays de la Loire via une ligne téléphonique.

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

1 site de mesure

Suite aux résultats de l'étude 2005-2007, l'analyseur automatique a été installé dans la station permanente d'Air Pays de la Loire du site de Pasteur, présenté dans le paragraphe précédent.

1 période de mesure

Dans le cadre de cette campagne d'étude de 2010, une période initiale de 30 jours a été préconisée pour les mesures automatiques de benzène. Cependant, suite à des problèmes techniques et pour satisfaire aux objectifs de qualité définis dans la Directive 2008/50/CE (taux de données valides > 90%) [12], cette période de mesure a du être prolongée et s'est finalement scindée en 2 intervalles, comme présenté dans le Tableau 5.

Intervalle	Durée (jours)	Taux de mesures validées (%)
Du 18 novembre au 11 décembre 2010	23	92,6
Du 20 décembre 2010 au 31 janvier 2011	42	96,8

Tableau 5 : périodes de mesure du benzène par analyse automatique

En résumé, grâce à cette méthode de mesure en continu, il sera possible de suivre l'évolution temporelle fine des niveaux de benzène. Par ailleurs, le couplage de ces mesures avec les données météorologiques permettra de localiser les zones d'émissions principales au sein de la raffinerie.

récapitulatif du dispositif de campagne

Méthode	Type de mesures	Site de mesure	Période de mesure
Prélèvement du benzène sur tubes à diffusion et analyse GC-FID	Mesure intégrée sur 7 jours	4 sites autour de la raffinerie	2 séquences de 4 semaines chacune
Mesure en continu du benzène par analyseur automatique	Mesure quart horaire	1 site – Pasteur	2 périodes d'analyse

Tableau 6 : résumé du dispositif de mesure de la campagne de 2010

résultats

conditions météorologiques durant les 2 séquences d'échantillonnage par tube à diffusion

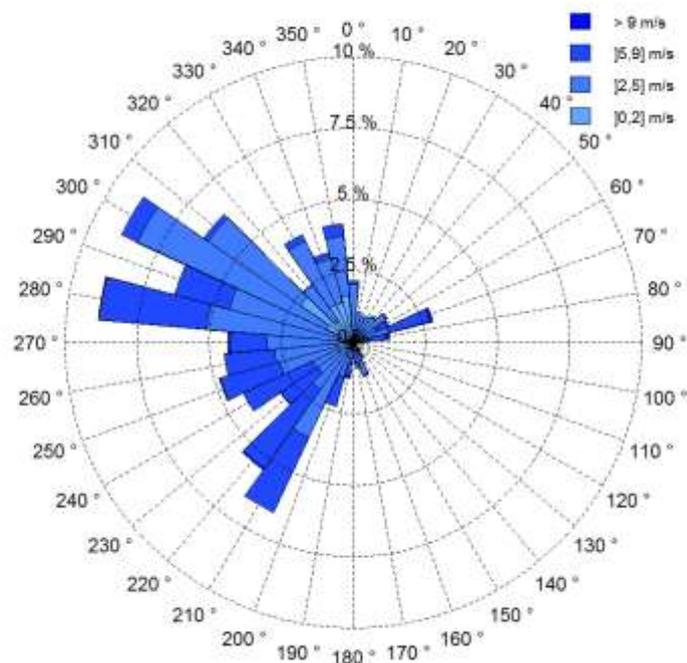


Figure 4 : rose des vents sur la 1^{ère} séquence d'échantillonnage, du 4 août au 1^{er} septembre 2010

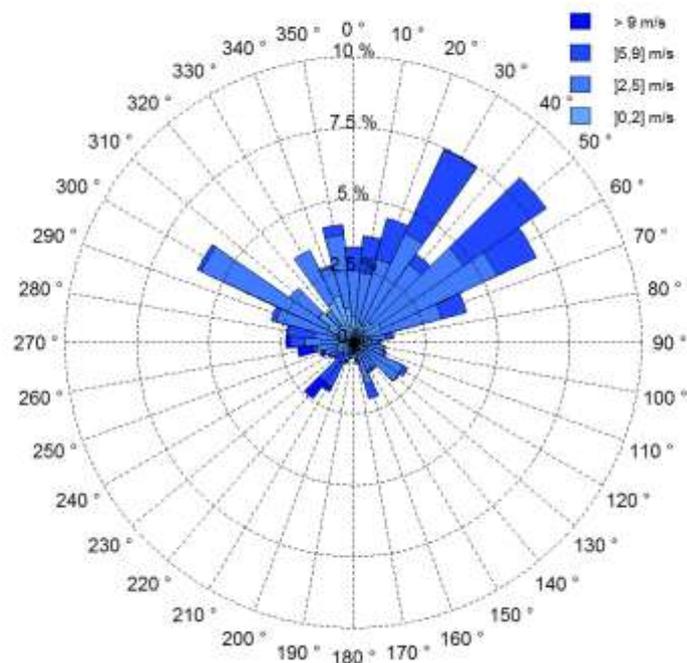


Figure 5 : rose des vents sur la 2^{ème} séquence d'échantillonnage, du 23 novembre au 23 décembre 2010

Durant la séquence estivale d'échantillonnage passif du benzène, les vents enregistrés étaient essentiellement de secteurs sud-ouest à nord ouest avec une prédominance pour le secteur compris entre 270 et 300°.

Les conditions météorologiques de la 2nde séquence ont été totalement différentes puisque les vents ont été majoritairement de secteur nord-est.

évolution hebdomadaire et spatiale des niveaux de benzène

Les 2 figures suivantes présentent les concentrations de benzène piégé sur tube Radiello, au cours des différentes semaines d'échantillonnage des périodes estivales et hivernales sur les 4 sites.

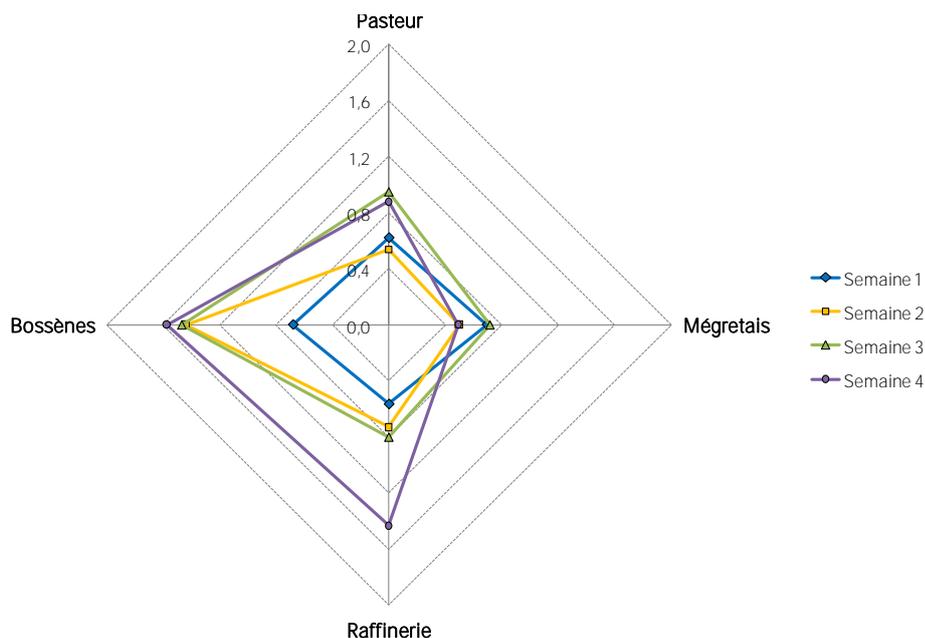


Figure 6 : répartition spatiale des niveaux de benzène sur la 1^{ère} séquence d'échantillonnage, du 4 août au 1^{er} septembre 2010

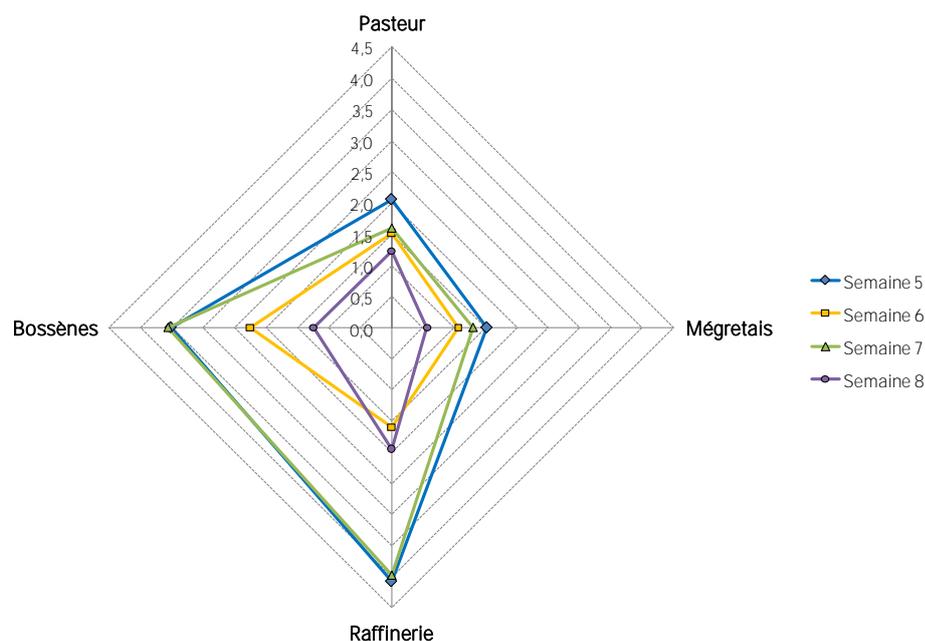


Figure 7 : répartition spatiale des niveaux de benzène sur la 2nde séquence d'échantillonnage, du 23 novembre au 23 décembre 2010

Durant la 1^{ère} séquence de prélèvement par tube passif, les concentrations moyennes hebdomadaires sur les 4 sites de mesure varient entre 0,5 et 1,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ce sont les sites de Bossènes et de l'entrée de la Raffinerie qui présentent les concentrations les plus élevées. L'étude croisée de la rose des vents de la Figure 4, montre que, sur cette période, ces 2 sites sont placés majoritairement sous les vents de la zone de stockage ouest de la raffinerie tandis que les sites de Pasteur et de la Mégretais, situés aux vents de l'établissement, présentent eux des concentrations inférieures à 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ces résultats corroborent les observations réalisées lors des campagnes d'études des années précédentes.

Par ailleurs, le cas de la semaine S3 montre une autre zone dont les rejets pourraient influencer les niveaux à Bossènes. En effet, durant cette période, le site de Bossènes qui présente une concentration en benzène de 1,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, a été majoritairement soumis à des vents de secteur sud-est, désignant ainsi les zones d'apportement comme l'origine de ce polluant. L'impact des rejets de zones d'apportement a déjà été observé lors d'études visant à recenser les sources d'émissions de polluants dans les raffineries et d'après lesquelles les opérations de chargement de produits pétroliers étaient émettrices de COV [13].

Sur la 2^{ème} séquence de prélèvement réalisée en hiver, les concentrations sont en moyenne 2 fois plus élevées que durant la période estivale. La gamme des concentrations s'étend de 0,6 à 4,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Sur cette période de prélèvement, les sites de Bossènes et de la raffinerie sont de nouveau les sites pour lesquels la concentration en benzène est la plus forte. Ainsi, lors de la semaine 7, où le site de mesure de l'entrée de la raffinerie a été placé sous des vents de secteur nord-est, les concentrations de benzène relevées à ce point sont 2 fois plus élevées que les sites de Pasteur et de la Mégretais. Ces observations traduisent l'influence des rejets de la partie centrale de la raffinerie.

En résumé, l'analyse des prélèvements effectués sur tube passif durant les périodes estivales et hivernales met en lumière l'impact des rejets des zones de stockage ouest et du cœur de la raffinerie mais aussi l'influence des émissions des zones d'apportement, sur les niveaux de benzène mesurés dans l'environnement de l'établissement.

comparaison à l'environnement d'autres raffineries

Le Tableau 7 recense les gammes de concentrations de benzène mesurées par la méthode des tubes à diffusion passive, autour de raffineries de France.

Environnement industriel	Gamme des concentrations en benzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (Min – Max)	Fréquence d'échantillonnage	Protocole de mesure
Donges 2010 (cette étude)	0,5 – 4,1	Mesures hebdomadaires	4 sites – 2 séquences de 4 semaines chacune
Donges 2009 [14]	0,4 – 3,9	Mesures hebdomadaires	4 sites – 12 semaines réparties sur l'année
Donges 2008 [15]	0,5 - 8	Mesures hebdomadaires	4 sites – 12 semaines réparties sur l'année
Donges hiver 2005 – été 2006 [16]	0,2 – 5,5	Mesures hebdomadaires	11 sites – du 24/11 au 14/12/05 et du 03/07 au 25/07/06
Raffinerie Total Gonfreville-l'Orcher (Communication personnelle)	0,5 – 12,3	Mesures hebdomadaires	Année 2010 – 3 sites
Raffinerie Exxon Mobil – Notre Dame de Gravenchon (Communication personnelle)	0,5 – 4,2	Mesures hebdomadaires	Année 2010 – 2 sites
Raffinerie Petroplus – Petit Couronne (Communication personnelle)	1,1 – 7,7	Mesures hebdomadaires	Année 2010 – 1 site
Zone industrielle Port Jérôme - environnement de la raffinerie Esso et de l'établissement pétrochimique Exxon Mobil [17]	0,9 – 18,3	Mesures bihebdomadaires	36 sites – 6 périodes de 2 semaines réparties sur l'année 2007
Etang de Berre – environnement site pétrochimique de Shell [11]	0,6 – 10,7	Mesures bihebdomadaires	90 sites – 6 périodes de 2 semaines réparties sur l'année 2003

Tableau 7 : concentrations atmosphériques en benzène mesurées par tube Radiello, dans l'environnement de raffineries de pétrole

Les concentrations hebdomadaires relevées dans l'environnement de la raffinerie de Donges sont dans la fourchette basse des niveaux habituellement mesurés par différentes AASQA autour de sites pétrochimiques. Par ailleurs, on note que la gamme des concentrations en benzène en 2010 est comparable à celle enregistrée en 2009.

évaluation des niveaux de benzène relevés sur le site urbain de Pasteur

Le site de Pasteur, placé dans le centre ville de Donges correspond à un site urbain. Le tableau suivant compare les niveaux de benzène relevés sur ce site, à des fourchettes de concentrations en fonction de la typologie du site.

Type de site	Période de mesure	Type de mesure	Mesure ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Min - Max
Pasteur – Campagne 2010	1 ^{ère} séquence	moyenne hebdomadaire	0,5 – 1,0
	2 ^{nde} séquence	moyenne hebdomadaire	1,2 – 2,1
Site urbain [18]	Période estivale	moyenne saisonnière	0,9 – 2,4
	Période hivernale	moyenne saisonnière	1,0 – 4,2
Site trafic [18]	Période estivale	moyenne saisonnière	1,4 – 4,0
	Période hivernale	moyenne saisonnière	1,3 – 6,0
Site rural [18]	Année	Moyenne annuelle	0,5 – 1,2

Tableau 8 : recensement des niveaux de benzène mesurés en fonction du type de site

Les niveaux de benzène issus de l'analyse des prélèvements sur tube Radiello réalisés sur le site de Pasteur sont en moyenne de l'ordre de $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lors de la 1^{ère} séquence et de $1,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lors de la seconde. D'après le recensement réalisé en 2007 par le CETE de Lyon, ces concentrations sont comparables aux niveaux habituellement enregistrés en milieu urbain non influencé par des rejets atmosphériques industriels.

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

La figure suivante compare les niveaux de benzène mesurés en continu par l'analyseur automatique sur le site de Pasteur, aux concentrations enregistrées par la station permanente d'Air Pays de la Loire placée boulevard Victor-Hugo à Nantes.

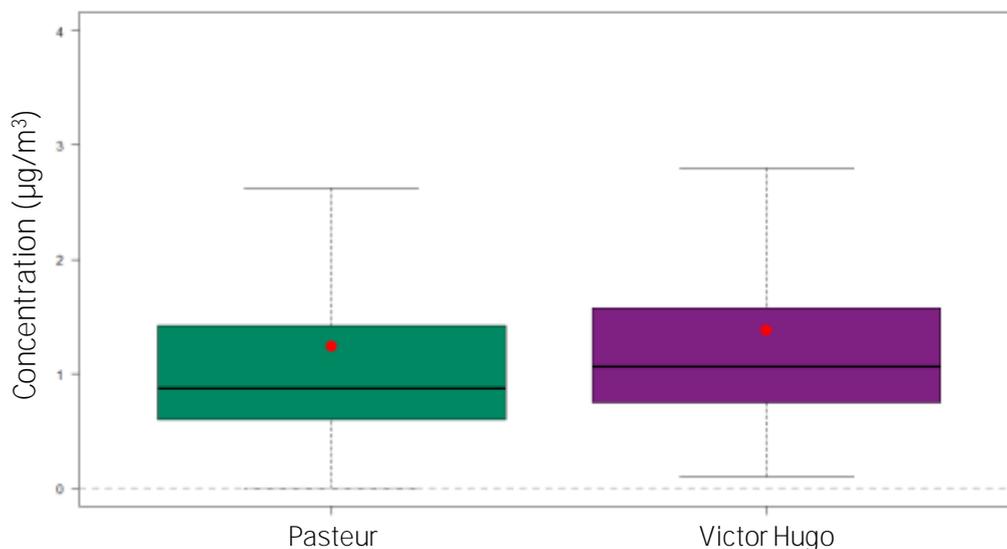


Figure 8 : distribution des valeurs horaires de benzène rue Pasteur à Donges et boulevard Victor-Hugo à Nantes sur la période du 18 novembre 2010 au 31 janvier 2011

La concentration horaire moyenne relevée sur le site de Pasteur est 15% plus faible que celle du site de Victor-Hugo à Nantes. D'après la Figure 8, la distribution des concentrations horaires en benzène est comparable sur les 2 sites. Ainsi, aussi bien à Pasteur qu'à Victor-Hugo, près de 85% des valeurs mesurées sont inférieures à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Cependant, en se penchant sur les niveaux de pointe relevés, le site de Donges présente une valeur maximale ($23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à Pasteur) 2 fois supérieure à la valeur maximale du site nantais ($11 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

En résumé, si les niveaux horaires en benzène les plus fréquemment atteints à Pasteur durant la campagne de mesure sont comparables à ceux relevés sur le site de trafic nantais, boulevard Victor-Hugo, les niveaux de pointe restent supérieurs sur le site de Donges.

comparaison aux valeurs réglementaires

Le tableau suivant recense les valeurs moyennes enregistrées sur les 4 sites de mesure, durant les 8 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	1,2	2	5
La Mégretais	0,9		
Entrée de la Raffinerie	1,9		
Bossènes	2,0		

Tableau 9 : 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 8 semaines, une comparaison stricte des niveaux de concentration en benzène avec ces valeurs ne peut être effectuée. Toutefois une estimation des risques de dépassement peut être réalisée.

D'après les moyennes relevées sur chacun des 4 sites, les niveaux sont largement inférieurs à la valeur limite de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$: les risques de dépassement sont donc faibles.

Sur les sites de la Raffinerie et de Bossènes où les concentrations en benzène les plus élevées avaient été relevées, les niveaux moyens atteignent l'objectif qualité de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sur les sites de Pasteur et de la Mégretais, les niveaux sont plus faibles et compris entre 0,9 et $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

localisation des zones d'émissions de benzène

Les figures suivantes présentent les roses de pollution des niveaux de pointe en benzène, relevées sur le site de Pasteur au cours de la campagne. Suite à un problème technique de l'analyseur automatique survenu du 11 au 20 décembre, 2 intervalles de mesure sont présentés.



Figure 9 : rose de pollution moyenne de benzène, du 18 novembre au 10 décembre 2010



Figure 10 : rose de pollution des niveaux de pointe de benzène, du 18 novembre au 10 décembre 2010



Figure 11 : rose de pollution moyenne de benzène, du 20 décembre 2010 au 31 janvier 2011



Figure 12 : rose de pollution des niveaux de pointe de benzène, du 20 décembre 2010 au 31 janvier 2011

Durant la 1^{ère} période allant du 18 novembre au 10 décembre 2010, on note une élévation des niveaux moyens de benzène **par vents d'ouest et de sud-est**, lorsque le site de mesure est placé respectivement sous les vents de la zone de stockage ouest des bruts et de la partie centrale de la raffinerie. **L'influence des zones de stockage est significative avec des niveaux de pointe supérieurs à 7 µg/m³** enregistrés à Pasteur, par vents de secteur ouest.

Lors de la 2^{nde} période allant du 20 décembre au 31 janvier 2011, les niveaux moyens les plus élevées sont enregistrés par vent de sud-est, **témoignant une nouvelle fois de l'influence de la partie centrale de la raffinerie**. Quant aux niveaux de pointe, les concentrations les plus élevées (supérieures à 18 µg/m³) sont relevées par vent de secteur sud-ouest lorsque le site de mesure est placé sous les vents des zones d'apportement de la raffinerie.

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

Ces résultats sont par ailleurs en adéquation avec la bibliographie qui avait déjà répertorié les zones de stockage et les zones de chargement des produits pétroliers comme étant des sources significatives de composés organiques volatils.

évolution temporelle fine des niveaux de benzène

Grâce au recours aux mesures de benzène en continu, il est possible **de suivre l'évolution des concentrations** de ce polluant à des pas de temps courts. A titre de comparaison, la courbe de concentration de benzène enregistrée sur la station permanente de Victor-Hugo à Nantes a été rajoutée.

A cause d'un problème technique survenu sur l'analyseur automatique à Pasteur entre le 11 et le 20 décembre, 2 périodes de mesures allant du 18/11/10 au 11/12/10 et du 20/12/10 au 31/01/11 seront présentées sur les graphiques suivants.

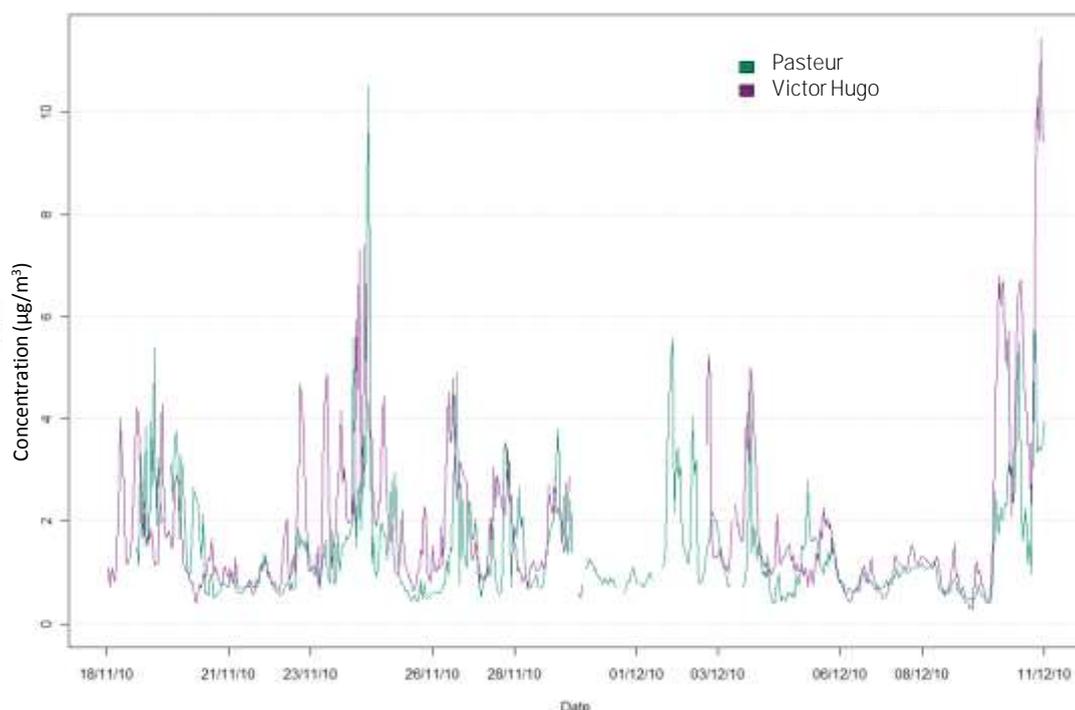


Figure 13 : évolution des concentrations horaires en benzène sur les sites de Pasteur et de Victor-Hugo, du 18 novembre au 11 décembre 2010

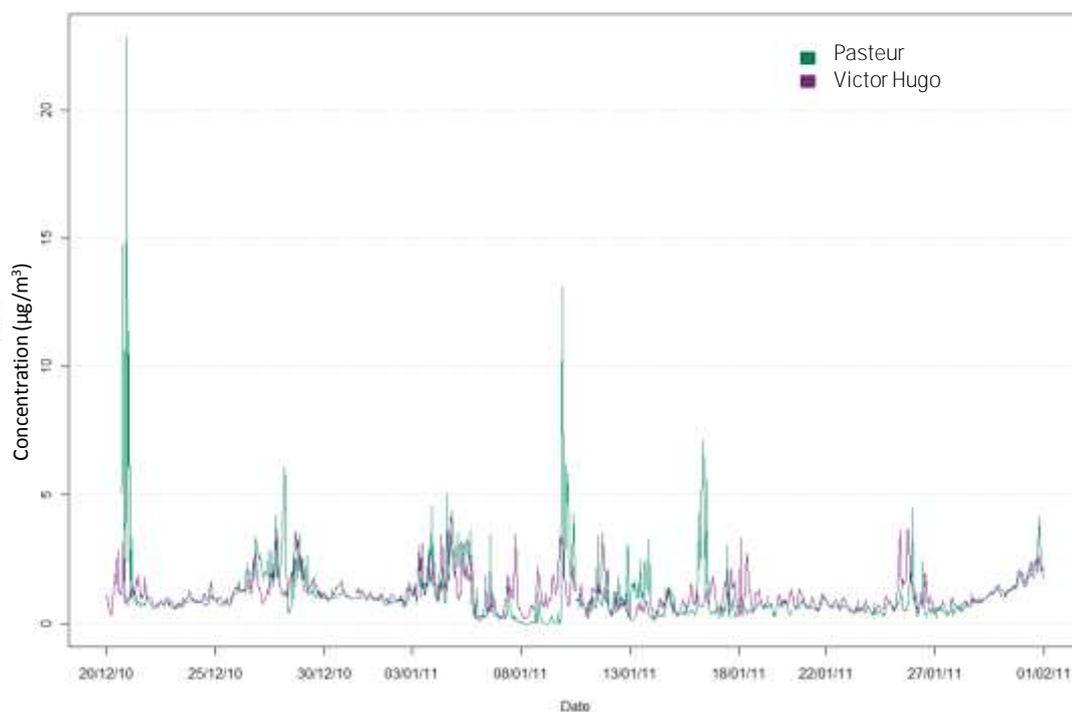


Figure 14 : évolution des concentrations horaires en benzène sur les sites de Pasteur et de Victor-Hugo, du 20 décembre 2010 au 31 janvier 2011

Les mesures réalisées à Pasteur se caractérisent par la présence de pics de concentrations pouvant atteindre $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (contre un maxima horaire de $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur le site de trafic de Victor-Hugo). Durant la campagne, 4 épisodes durant lesquels les concentrations ont dépassé la valeur horaire de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ont été recensés à Pasteur. Chacun d'eux n'a duré tout au plus qu'une heure.

Mises à part ces élévations ponctuelles, les niveaux moyens à Pasteur et Victor-Hugo restent faibles et sont comparables, avec des moyennes respectives de $1,2$ et $1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur toute la campagne. A titre de comparaison, le tableau suivant présente des concentrations atmosphériques en benzène mesurées au pas de temps horaire dans l'environnement de raffineries de pétrole. Les concentrations relevées à Donges en 2010 sont dans la fourchette basse des niveaux rencontrés sur d'autres sites pétrochimiques notamment les maxima horaires qui restent près de 7 fois plus faibles que ceux mesurés dans l'environnement d'autres sites de raffinage.

Environnement industriel	Concentration horaire ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			Mode de mesure
	Min	Moy	Max	
Donges, 2010 (du 18/11/10 au 11/12/10)	0,4	1,4	10,5	1 site – par analyseur automatique
Donges, 2010 (du 20/12/10 au 31/01/11)	0,02	1,1	22,8	1 site – par analyseur automatique
Donges été 2009 [14]	0,1	0,6	8,3	1 site – par analyseur automatique
Donges hiver 2009 [14]	0,1	1,0	29,3	1 site – par analyseur automatique
Feyzin 2010 - Coparly <i>Communication personnelle</i>	0,1	3,5	179,6	Année 2010-3 sites de mesure par analyseur automatique
Lavéra, à proximité d'activités pétrochimiques Airfobep- <i>communication personnelle</i>	0	2,0	206,9	Année 2010 – 1 site par analyseur automatique
Berre, proche de la raffinerie Lyondell Basel Airfobep- <i>communication personnelle</i>	0	2,2	92,1	Année 2010 - 1 site par analyseur automatique

Tableau 10 : Concentrations atmosphériques de benzène mesurées au pas de temps horaire par analyseurs automatiques, dans l'environnement de raffineries de pétrole

conclusions et perspectives

Situé dans la commune de Donges, sur les rives de l'estuaire de la Loire, la raffinerie Total constitue la 2nde raffinerie de Total de par sa capacité de traitement de pétrole brut.

Le raffinage est une activité génératrice de COV tels que le benzène, un polluant surveillé et soumis à la réglementation. Des campagnes de mesure des niveaux de benzène dans l'environnement de l'usine sont menées chaque année par Air Pays de la Loire.

La campagne de 2010 a consisté à évaluer les niveaux de benzène par analyse de prélèvements par tubes passifs sur 4 sites situés dans l'environnement proche de la raffinerie et par mesure en continu grâce à un analyseur automatique.

De cette campagne, différentes conclusions peuvent être dégagées.

- les concentrations moyennes de benzène relevées par prélèvement passif sont du même ordre de grandeur que les niveaux enregistrés en 2009. Les concentrations sont par ailleurs dans la fourchette basse des teneurs mesurées dans l'environnement d'autres raffineries de France.
- les niveaux moyens de benzène sur le site urbain de Pasteur à Donges sont inférieurs à ceux enregistrés sur le site de Victor-Hugo à Nantes. Cependant, le site de Pasteur présente des élévations ponctuelles de concentration dont le niveau maximal atteint $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soit près du double des niveaux de pointe à Victor-Hugo. Ces maxima horaires restent près de 7 fois plus faibles que ceux enregistrés dans l'environnement d'autres raffineries.
- les concentrations de benzène relevées aux alentours de la raffinerie dépendent des durées d'exposition des sites de mesure aux vents de l'établissement. Des concentrations plus élevées ont été enregistrées sur les sites de mesure placés sous les vents des zones de stockage ouest et de la partie centrale de l'usine. L'étude couplée des mesures en continu de benzène et des conditions météorologiques a montré que les zones d'apportement représentaient également une source d'émission de benzène dans l'air. Ces résultats confirment les observations effectuées lors des campagnes d'études précédentes.
- enfin, bien qu'il ne soit pas possible d'effectuer une comparaison stricte des données aux valeurs réglementaires fixées sur une moyenne annuelle, les risques de dépassement de la valeur limite de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ont pu être estimés comme étant faibles sur l'ensemble des sites. L'objectif de qualité fixé à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur l'année est respecté et approché sur le site de Bossènes et à l'entrée de la raffinerie.

annexes

- annexe 1 : Air Pays de la Loire
- annexe 2 : techniques d'évaluation
- annexe 3 : types des sites de mesure
- annexe 4 : polluants
- annexe 5 : seuils de qualité de l'air 2010

annexe 1 : 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, du Transport et du Logement 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

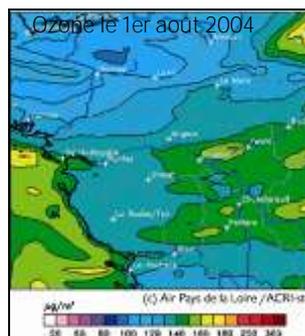
Fonctionnant 24 heures sur 24, le dispositif permanent de surveillance est constitué d'une quarantaine de sites de mesure, déployés sur l'ensemble de la région : principales agglomérations, zones industrielles et zones rurales.

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

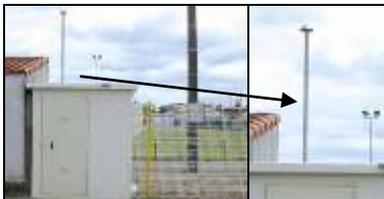
Le site Internet www.airpl.org donne accès à de très nombreuses informations sur la qualité de l'air des Pays de la Loire. Elles sont actualisées toutes les heures. On y trouve les cartes de pollution et de vigilance, les communiqués d'alerte, les indices de la qualité de l'air (Atmo, IQA), les mesures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

des publications largement diffusées

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

annexe 2 : 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 3 : 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 4 : 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 cancérigènes (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.

le benzène

Le benzène (C₆H₆) est un liquide volatil qui fait partie des molécules à la base de la chimie organique. C'est donc un intermédiaire pour une très grande gamme de produits organiques de base.

Le benzène est a priori présent dans les rejets d'installations industrielles qui le produisent et de celles qui l'utilisent. Cependant, les rejets liés à l'utilisation seraient plus importants que ceux liés à la production de benzène [19]. Il peut être émis lors de la synthèse chimique d'hydrocarbures aromatiques substitués (éthylbenzène, phénol, cyclohexane...) et par les fours de cokerie. Outre ces sources industrielles, le benzène est également présent naturellement dans le pétrole brut et l'essence (< 1% en volume dans l'essence : les sources majeures d'émission sont les gaz d'échappement automobile mais également l'évaporation de l'essence pendant son stockage, son transport et sa distribution. La combustion du bois et d'énergies fossiles peut contribuer également à l'émission de benzène [8].

annexe 5 : seuils de qualité de l'air 2010

TYPE DE SEUIL (µg/m ³)	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	29 ⁽²⁾	0,5	5	-	20 ⁽¹⁾	-	-	-	-
	moyenne hivernale	-	-	-	-	-	-	-	-	20 ⁽¹⁾	-	-	-	-
	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	-	-	-	125 80 ⁽¹⁰⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-
seuils de recommandation et d'information	moyenne horaire	180	200	-	-	-	-	-	-	300	-	-	-	-
	moyenne 24-horaire	-	-	-	80 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 ⁽⁹⁾	0,005 ⁽⁹⁾	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 2010 : 4 (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) opérationnel à partir de la mise en application de l'arrêté prévu en octobre 2011

(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] B. Janson, "Swedish BAT notes on refineries," *Swedish environmental protection agency*, 1999.
- [2] UFIP, "Site web: /www.ufip.fr," 2008.
- [3] "Registre français des émissions polluantes," 2009.
- [4] H. Hervé Plaisance, A. Pennequin, N. Locoge, and T. Leonardis, "Programme d'évaluation du tube Radiello pour la mesure des BTEX - Etude n°7," 2004.
- [5] H. Plaisance, A. Pennequin, N. Locoge, and T. Leonardis, "Etude des performances en chambre d'exposition du tube Radiello pour la mesure des BTEX," 2002.
- [6] A. Pennequin-Cardinala, H. Plaisance, N. Locoge, O. Ramalhob, S. Kirchnerb, and J. Galloo, "Dependence on sampling rates of Radiello® diffusion sampler for BTEX measurements with the concentration level and exposure time," *Talanta*, vol. 65, pp. 1233–1240, 2005.
- [7] I. Zdanevitch, "Mesure des BTEX par tubes passifs : étude sur site et mesures en chambre d'exposition," 2003.
- [8] INERIS, "Exposition par inhalation au benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes (BTEX) dans l'air - Sources, mesures et concentrations," 2004.
- [9] Air Pays de la Loire, "Evaluation des niveaux de benzène dans l'air autour de la raffinerie Total France à Donges - campagne de mesure hiver 2005," 2006.
- [10] Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement, "Mise à 2 x 3 voies de la rocade ouest de Bordeaux, Section comprise entre les échangeurs 10 et 16 -Dossier d'enquête préalable relative à la déclaration d'utilité publique des travaux et à la mise en compatibilité du PLU de la Communauté Urbaine de Bordeaux," 2007.
- [11] AIRFOBEP, "Mesure des niveaux moyens de benzène de la région de l'ouest des Bouches-du-Rhône," 2003.
- [12] Union européenne, "Directive 2008/50/CE du Parlement Européen et du conseil du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe," 2008.
- [13] U.S. EPA, "Compilation of Air Pollutant Emission Factors. Volume 1: Stationary Point and Area Sources AP-42, Fifth Edition," 1995.
- [14] Air Pays de la Loire, "Evaluation des niveaux de benzène dans l'environnement de la raffinerie Total à Donges, campagnes 2009," 2010.
- [15] Air Pays de la Loire, "Evaluation des niveaux de benzène dans l'air dans l'environnement de la raffinerie Total - campagnes de mesure hiver, été et automne 2008," 2009.
- [16] Air Pays de la Loire, "Evaluation des niveaux de benzène dans l'environnement de la raffinerie Total - campagnes de mesure hiver 2005 - été 2006 - hiver 2006/2007," 2007.
- [17] Air Normand, "Mesure du benzène dans l'environnement de la zone industrielle de Port Jérôme," 2007.
- [18] CETE de Lyon, "Fourchettes de concentration de polluants dans l'air en fonction des typologies de sites Rural/ urbain/ périurbain /trafic /industriel," 2007.
- [19] INERIS, "Benzène," 2006.

glossaire

abréviations

Aasqa	Association agréée de surveillance de la qualité de l'air
AOT40	accumulated exposure over threshold 40
As	arsenic
BTX	benzène, toluène, xylènes
Cd	cadmium
C ₆ H ₆	benzène
CO	monoxyde de carbone
COV	composés organiques volatils
CSHPPF	Conseil supérieur d'hygiène publique de France
Cu	cuivre
Dreal	Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement
Fe	fer
HAM	hydrocarbures aromatiques monocycliques
HAP	hydrocarbures aromatiques polycycliques
I-TEQ	équivalent toxiques dioxines et furannes
Meddtl	Ministère de l'écologie, du développement durable, du transport et du logement
Mera	Mesure des REtombées Atmosphériques
ng	nanogramme (= 1 milliardième de gramme)
Ni	nickel
NO	monoxyde d'azote
NO ₂	dioxyde d'azote
NOx	oxydes d'azote (= dioxyde d'azote + monoxyde d'azote)
O ₃	ozone
OMS	Organisation mondiale de la santé
pg	picogramme
PM10	particules en suspension de diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm
PM2,5	particules en suspension de diamètre aérodynamique inférieur à 2,5 µm
Ni	nickel
SO2	dioxyde de soufre
IRIS	plateforme régionale de prévision de la qualité de l'air d'Air Pays de la Loire
TU	temps universel
CTVD	Centre de Traitement et de Valorisation des Déchets
US EPA	Agence américaine de protection de l'environnement
µg	microgramme (= 1 millionième de gramme)
Zn	zinc

définitions

année civile	période allant du 1er janvier au 31 décembre
AOT40	somme des différences entre les moyennes horaires supérieures à $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, calculée sur l'ensemble des moyennes horaires mesurées entre 8 h et 20 h de mai à juillet
heure TU	heure exprimée en Temps Universel (= heure solaire)
hiver	période allant du 1er octobre au 31 mars
moyenne 8-horaire	moyenne sur 8 heures
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 à long terme des effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement, à atteindre là où c'est possible sur une période donnée

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

