

évaluation des niveaux de benzène dans l'air

dans l'environnement de la raffinerie
Total à Donges

campagne de mesure 2015

mai 2016

air | pays de
la Loire
www.airpl.org



sommaire

synthèse	1
introduction	3
la raffinerie Total de Donges.....	4
le dispositif mis en œuvre	5
les résultats	10
1- la situation du benzène en 2015.....	11
2- localisation des zones d'émission en benzène et en xylènes au sein de la raffinerie	13
3- évolution temporelle des concentrations en benzène et en xylènes	19
4- évaluation des risques de dépassement des valeurs réglementaires en 2015	22
conclusions et perspectives	23
air Pays de la Loire	24
bibliographie	25

contributions

Coordination de l'étude – Rédaction et exploitation statistique : Karine Oger, Mise en page : Bérangère Poussin, Exploitation du matériel de mesure : Arnaud Tricoire, Arnaud Calvar, Photographies : Arnaud Tricoire, Validation : François Ducroz et David Brehon.

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 2013 pris par le Ministère chargé de l'Écologie.

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

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

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

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

remerciements

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

synthèse

contexte → un suivi annuel avec des objectifs complémentaires

TOTAL Raffinage France confie depuis 2005 à Air Pays de la Loire la mission de surveillance des niveaux de benzène dans l'environnement du site. Ces études étaient destinées à mesurer les niveaux de benzène dans les zones proches de l'établissement (jusqu'à 300 mètres). Total Raffinage France a confié à Air Pays de la Loire la poursuite de cette étude en 2015 avec des objectifs complémentaires, notamment les mises en perspectives de :

- l'impact de l'apportement n°3, utilisé pour le chargement des coupes riches en benzène,
- l'impact de la société SFDM, située à proximité directe des cuves de stockage ouest de Total,
- l'impact du grand arrêt sur l'évolution des concentrations en benzène et en xylènes,
- la proportion de xylènes et la localisation de leurs émissions.

Pour cela, à la demande de Total Raffinage France, l'analyseur automatique a été installé sur le site de Bossènes à Donges.

résultats 1 → une influence relative des émissions de la raffinerie

Comparaison des concentrations en benzène avec d'autres raffineries en France et historique des données	😊	En 2015 à Donges, les niveaux mesurés à Pasteur et la Mégretais (sites occupés) sont inférieurs à ceux mesurés à proximité d'autres raffineries.
Comparaison avec Angers – site urbain	😞	Une influence notable des émissions de la raffinerie est constatée : les concentrations mesurées sont de 1,7 µg/m ³ à Donges (Pasteur) alors qu'elles sont de 0,8 µg/m ³ à Angers (milieu urbain).

résultats 2 → des zones d'émissions prépondérantes en benzène et en xylènes au sein de la raffinerie

Zones d'émissions en benzène et en xylènes au sein de la raffinerie	La partie centrale et les bacs de stockage de la partie Ouest de la raffinerie sont les sources majeures d'émissions de benzène et de xylènes. Des zones d'émissions secondaires sont suspectées et font l'objet d'une analyse spécifique (apportement 3, société SFDM).
---------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Impact de la société SFDM	
Pour le benzène	L'analyse ne montre pas d'impact de la société SFDM (circulation des camions et cuves de stockage) sur les concentrations en benzène mesurées à Bossènes, sauf le 19 février où l'impact n'est pas à exclure.
Pour les xylènes	L'analyse met en évidence un impact probable de la circulation des camions de la société SFDM les 19 février, 6 mars, 11 mars et 4 avril. Par ailleurs, l'impact des cuves de stockage n'est pas à exclure.

Impact des chargements au niveau de l'apportement n°3	
Pour le benzène	En raison des conditions météorologiques (le site de Bossènes n'étant pas sous les vents de l'apportement n°3) l'impact éventuel n'est pas visible.
Pour les xylènes	Non concerné

résultats 3 des niveaux homogènes sur l'année pour le benzène et les xylènes, malgré le grand arrêt

Evolution temporelle des concentrations en benzène et en xylènes	En 2015, les niveaux en benzène et en xylènes sont stables au cours de la période de mesure et sont en moyenne de 4.4 µg/m ³ et 4.9 µg/m ³ respectivement.
------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Impact du grand arrêt Total	
Pour le benzène	En raison des conditions météorologiques et notamment des vents, l'impact du grand arrêt n'est visible ni à Bossènes, ni sur les autres sites.
Pour les xylènes	

résultats 4 un risque de dépassement de l'objectif de qualité

Valeur limite : 5 µg/m ³	😊	Les niveaux moyens relevés sur chacun des sites sont plus faibles que la valeur limite de 5 µg/m ³ . La probabilité de dépassement de cette valeur limite est faible sur les sites de Pasteur, la Mégretais et l'entrée Sud de la Raffinerie, mais n'est pas à exclure pour le site de Bossènes*.
Objectif de qualité : 2 µg/m ³	😞	La probabilité de dépassement de l'objectif de qualité est significative sur les sites de Bossènes et à l'entrée Sud de la raffinerie. Pour le site de Pasteur, le risque n'est pas à exclure. A la Mégretais, les niveaux sont plus faibles, l'objectif de qualité devrait donc être respecté.

*Rappelons l'absence de population résidente au niveau du site de Bossènes

conclusions et perspectives un suivi à adapter en 2016

L'ensemble des mesures effectuées en 2015 met en évidence une influence des émissions de la raffinerie à Donges. Toutefois, à Pasteur, zone habitée du centre de Donges, les valeurs réglementaires devraient être respectées. Seules les mesures effectuées à Bossènes et à l'entrée Sud de la raffinerie, où aucune population n'est résidente, présentent des résultats indiquant un risque de dépassement des valeurs réglementaires.

Au sein de la raffinerie, deux zones d'émissions prépondérantes en benzène et en xylènes se distinguent : la zone de stockage ouest ainsi que la partie centrale de la raffinerie. L'impact de la société SFDM n'a pu être mis en évidence pour le benzène, mais il n'est pas à exclure pour les xylènes. En raison des conditions météorologiques durant la campagne, l'impact de l'appontement n°3 (utilisé pour le chargement des coupes riches en benzène) n'a pu être mis en évidence sur le site de Bossènes. Sur les autres sites, le dispositif de mesures par tubes ne permet pas l'identification d'un impact de chargement de quelques heures.

Sur l'ensemble des sites, en raison des directions de vents, l'impact du grand arrêt n'a pas été visible sur les niveaux mesurés en benzène et en xylènes.

Fort de ce constat, l'évaluation des concentrations en benzène pourrait être adaptée en 2016 de la manière suivante :

- positionnement de l'analyseur dans le centre-ville de Donges (rue Pasteur) comme les années précédentes pour une meilleure représentativité de l'exposition de la population ;
- mise à disposition plus longue de l'analyseur automatique à Pasteur (2 fois 3 mois) pour une meilleure identification des concentrations mesurées par vents de Sud, notamment observées à l'automne ;
- localisation de plusieurs points de mesures à proximité directe de l'appontement n°3 pour une évaluation plus précise de son impact.

introduction

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

Dans ce cadre, en 2015, Total Raffinage France a confié à Air Pays de la Loire la poursuite de l'étude avec des objectifs complémentaires, notamment les mises en perspectives des concentrations en benzène et en xylènes à travers :

- l'impact de l'appontement n°3, utilisé pour le chargement des coupes riches en benzène ;
- l'impact de la société SFDM, située à proximité directe des cuves de stockage ouest ;
- l'impact du grand arrêt, vaste opération de maintenance et de modernisation des installations.

Pour cela, à la demande de Total Raffinage France, l'analyseur automatique a été installé sur le site de Bossènes à Donges.

Le dispositif de mesure, composé de tubes à diffusion passive répartis dans l'environnement de la raffinerie ainsi que d'un analyseur automatique est présenté dans la première partie du rapport. La seconde partie présente les résultats de la campagne menée en 2015. Elle permet de mettre en évidence les zones d'émissions majeures en benzène et en xylènes ainsi que l'évolution temporelle des concentrations au cours de la période de mesure. Ces résultats quantifient à la fois l'impact des activités de la raffinerie sur son environnement ainsi que le niveau d'exposition des populations aux polluants atmosphériques.

Les résultats sont comparés aux valeurs réglementaires existantes. Les données recueillies par Air Pays de la Loire au travers de son réseau de surveillance en continu sont également utilisées pour mettre en perspective les valeurs mesurées autour de la raffinerie.

la raffinerie Total de Donges

Seule raffinerie sur la façade Atlantique, la raffinerie de Donges, certifiée ISO 9001 et ISO 14001 est la seconde raffinerie Total de France par sa capacité de traitement après celle de Gonfreville. Construite en 1930, elle atteint en 2012 une capacité de traitement de 11 millions de tonnes, ce qui représente plus de 14 % de la consommation nationale annuelle et près de 27 % de la capacité de raffinage de Total en France (UFIP, 2014) et possède une capacité de stockage de 2,3 millions de m³ de brut et produits finis.

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 jusqu'à 1000 pétroliers de 1 000 à 170 000 m³ par année, pour la réception de brut (10 %) et l'expédition de produits finis (90 %). Ses activités induisent près de 5 000 emplois et représentent 40 % du trafic du Grand Port Maritime Nantes-Saint-Nazaire.



Figure 1 : raffinerie Total et appontement n°3

L'appontement n°3 (cf. localisation ci-dessous) fait l'objet de chargements/déchargements réguliers de coupes riches en benzène. 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.



Figure 2 : le site de la raffinerie Total à Donges et positionnement de l'appontement n°3 et de la zone de stockage de la société SFDM

Les activités de la raffinerie sont sources d'émissions dans l'air. Les quantités de benzène émis de 2006 à 2014 sont mentionnées dans la figure suivante :

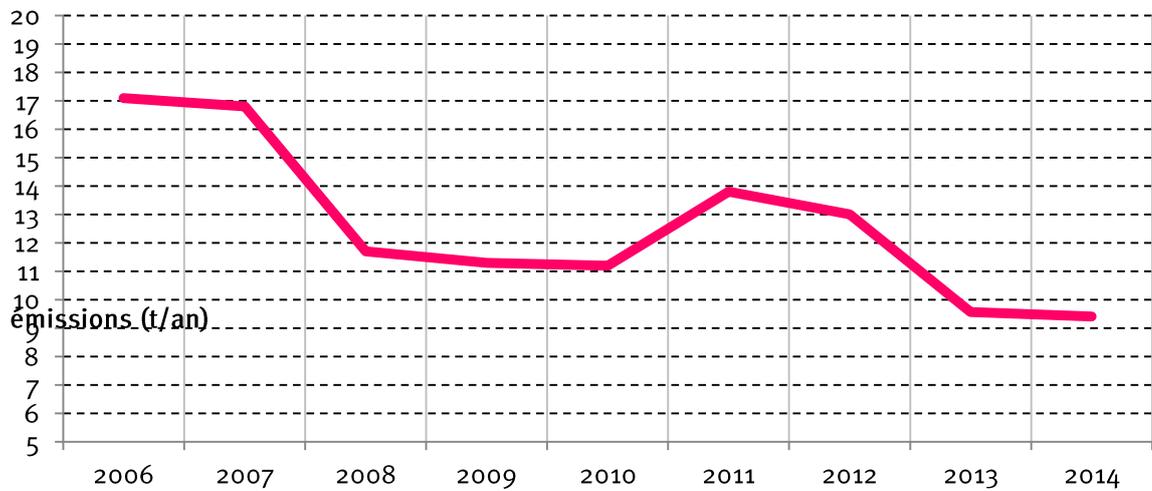


Figure 3 : émissions de benzène par la raffinerie Total de Donges de 2006 à 2014 (source IREP 2016 - <http://www.irep.ecologie.gouv.fr/IREP/>)

Les émissions estimées en benzène ont nettement diminué entre 2006 et 2014 avec plus de 45 % d'émissions en moins, malgré une hausse constatée en 2011 et 2012 (+23 %).

À titre indicatif, les émissions de benzène en 2014 des autres raffineries est de 10.3 tonnes¹.

¹ Les raffineries prises en compte sont celles de Normandie, de Feyzin, de Grandpuits, de Lavéra et de Fos-sur-Mer.
Source : Ufip, IREP 2016

le dispositif mis en œuvre

les objectifs de la campagne

TOTAL Raffinage France confie depuis 2005 à Air Pays de la Loire la mission de surveillance des niveaux de benzène dans l'environnement du site. Ces études étaient destinées à mesurer les niveaux de benzène dans les zones proches de l'établissement (jusqu'à 300 mètres). Total Raffinage France a confié à Air Pays de la Loire la poursuite de cette étude en 2015 avec des objectifs complémentaires, notamment les mises en perspectives de :

- l'impact de l'appointement n°3, utilisé pour le chargement des coupes riches en benzène,
- l'impact de la société SFDM, située à proximité directe des cuves de stockage ouest de Total,
- l'impact du grand arrêt sur l'évolution des concentrations en benzène et en xylènes,
- la proportion de xylènes et la localisation de leurs émissions.

Pour cela, à la demande de Total Raffinage France, l'analyseur automatique a été installé sur le site de Bossènes à Donges.

les mesures par tubes à diffusion passive

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

Au vu des résultats des précédentes campagnes de mesure, les 4 sites les plus exposés aux émissions de la raffinerie sont utilisés pour cette étude. Ils sont localisés sur la carte suivante.



Figure 4 : sites de mesures dans l'environnement 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.

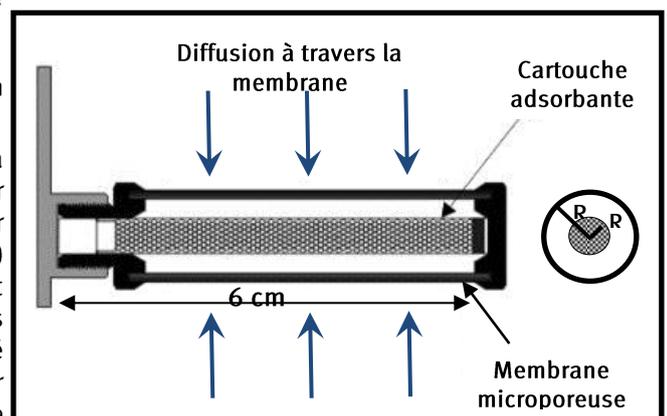


Figure 5 : schéma d'un tube à diffusion passive

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

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

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



Figure 6 : tubes à diffusion passive installés dans leur boîte de protection

la mesure par analyseur automatique

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

1 site de mesure

Cette année pour mieux comprendre l'impact de l'apportement n°3, l'analyseur automatique a été installé à Bossènes dans la station permanente d'Air Pays de la Loire. Ce site n'est pas situé en zone habitée, mais est soumis aux émissions de benzène de la raffinerie.



Figure 7 : site de Bossènes - mesures automatiques

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 d'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).



Figure 8 : photo d'un chromatographe

les périodes de mesure

les mesures hebdomadaires

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.

Le tableau suivant présente les 12 semaines de mesure effectuées en 2015 :

N° séquence	périodes de mesure 2015
séquence 1	4 février au 11 février
	11 février au 18 février
	18 février au 25 février
séquence 2	10 juin au 17 juin
	17 juin au 24 juin
	24 juin au 1 ^{er} juillet
séquence 3	26 août au 2 septembre
	2 septembre au 10 septembre
	10 septembre au 17 septembre
séquence 4	5 novembre au 16 novembre
	16 novembre au 23 novembre
	23 novembre au 30 décembre

Figure 9 : séquences de mesure en 2015

les mesures automatiques

L'analyseur a été installé du 4 février au 28 juin et a fourni des mesures en continu sur l'ensemble de cette période, soit plus de 4 mois de mesure. Ces périodes couvrent des conditions météorologiques contrastées notamment des situations hivernales et estivales.

Le taux de validité des données pendant ces deux périodes a été conforme aux objectifs de qualité définis dans la Directive 2008/50/CE (au moins 90 % de données saisies).

Localisation	Période de mesure	Durée	Taux de validité des mesures
Bossènes	du 4 février au 28 juin 2015	145 jours	97.4 %

Figure 10 : période de mesure du benzène et taux de validité - mesures automatiques

un fonctionnement de la raffinerie inhabituel en 2015

Le grand arrêt de la raffinerie Total à Donges, vaste opération de maintenance et de modernisation des installations, est avant tout une intervention réglementaire.

La raffinerie de Donges stoppe en général la moitié de ses unités tous les 6 ans, soit un arrêt tous les 3 ans. Les derniers datent de 2013, 2009 et 2007.

Pour la première fois à Donges, l'édition 2015 a concerné l'ensemble des unités de fabrication de l'usine.

Pour des raisons de sécurité et de process, les unités de fabrication ont été arrêtées et redémarrées progressivement sur plusieurs jours.

Cette période de grand arrêt est composée de 3 phases :

- l'arrêt progressif des installations, du 4 au 18 mai 2015,
- l'arrêt complet des unités, du 18 mai au 15 juin 2015,
- le redémarrage progressif des installations, du 15 au 29 juin 2015.

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 en 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	Bossènes	du 4 février au 28 juin 2015

Figure 11 : récapitulatif des moyens mis en œuvre

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

les résultats

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

1. situation des niveaux 2015 en benzène par comparaison à d'autres études menées en milieu industriel ;
2. localisation des zones d'émission en benzène et en xylènes au sein de la raffinerie ;
 - a. identification des zones d'émissions majeures au sein de la raffinerie,
 - b. influence éventuelle de l'appontement n°3, utilisé pour le chargement des coupes riches en benzène,
 - c. impact éventuel de la société SFDM, située à proximité directe des cuves de stockage ouest de la raffinerie,
3. évolution temporelle fine des concentrations en benzène et en xylènes ;
 - a. évolution des concentrations sur la période de mesure,
 - b. impact éventuel du grand arrêt sur les concentrations en benzène et en xylènes,
4. évaluation des risques de dépassement des valeurs réglementaires 2015.

1- la situation du benzène en 2015

comparaison aux mesures réalisées à Donges et dans l'environnement d'autres raffineries

Depuis 2005, Air Pays de la Loire et d'autres Associations Agréées pour la Surveillance de la Qualité de l'Air réalisent la surveillance de la qualité de l'air dans l'environnement de raffineries. L'historique des mesures permet de mettre en perspective l'évolution des concentrations hebdomadaires et horaires en Benzène dans ces environnements.

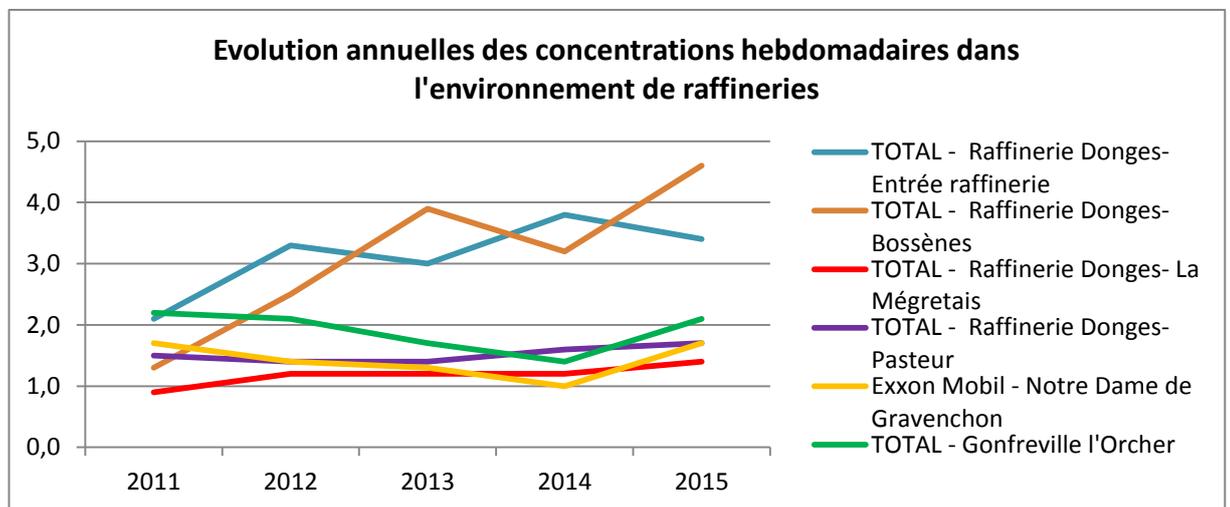


Figure 4 : évolution des concentrations hebdomadaires dans l'environnement des raffineries en France (moyennes 12 semaines)

Depuis 2012, les concentrations en benzène mesurées à Bossènes et à l'entrée de la raffinerie en sites non occupés par la population, sont 40 % plus importantes que pour les autres sites. Toutefois, en zone habitée, le site de Pasteur est depuis 2011 du même ordre de grandeur que les niveaux mesurés à Notre-Dame-de-Gravenchon et est inférieur aux niveaux mesurés à Gronfreville l'Orcher (également en sites occupés), sauf en 2014. Le site de la Mègretais quant à lui reste depuis 2011 le site où les concentrations sont les plus faibles, hormis en 2014.

Environnement industriel	concentration horaire en benzène (µg/m³)			Remarques	Référence AASQA
	Min	Moy	Max		
Donges 2015 environnement immédiat de la raffinerie Total	0	4.4	128.9	Mesures horaires par analyseurs automatiques 1 site - Bossènes	Cette étude
Donges 2014 environnement immédiat de la raffinerie Total	0	2.05*	176.9	Mesures horaires par analyseurs automatiques 1 site - Pasteur	Air Pays de la Loire, 2014 [13]
Donges 2013 environnement immédiat de la raffinerie Total	0	0.8	13.2	Mesures horaires par analyseurs automatiques 1 site - Pasteur	Air Pays de la Loire, 2014 [12]
Donges 2012 environnement immédiat de la raffinerie Total	0	0.7	18.9	Mesures horaires par analyseurs automatiques 1 site - Pasteur	Air Pays de la Loire, 2013 [11]
Donges 2011 environnement immédiat de la raffinerie Total	0.1	0.8	15.4	Mesures horaires par analyseurs automatiques 1 site - Pasteur	Air Pays de la Loire, 2012 [10]
Feyzin à proximité de la raffinerie Total	0	2,7	60.1	Mesures horaires par analyseurs automatiques - année 2014 3 sites	Air Rhône Alpes communication personnelle
Lavéra à proximité de l'usine pétrochimique (INEOS-INOVEL)	0	1.1	71.3	Mesures horaires par analyseurs automatiques - année 2014 1 site	Air Paca communication personnelle
Berre à proximité de la raffinerie Lyon dell Basell	0	1.4	96.4	Mesures horaires par analyseurs automatiques - année 2014 1 site	Air Paca communication personnelle

Figure 5 : concentrations atmosphériques en benzène mesurées au pas de temps horaire dans l'environnement de raffineries de pétrole (nc : non communiqué)

* ces valeurs reflètent l'impact d'un incident sur un bac de stockage de coupe riche en benzène, détaillé dans l'étude de 2014.

Malgré la proximité directe du site de Bossènes en 2015 avec la raffinerie, la concentration maximale mesurée sur la période de mesure est inférieure à celle mesurée en 2014 sur le site de Pasteur. La moyenne ne peut être comparée dans la mesure où les sites de mesure ne sont pas identiques.

comparaison aux mesures réalisées en milieu urbain et à proximité de trafic automobile

en milieu urbain

Dans le cadre du suivi réglementaire, Air Pays de la Loire réalise depuis 2012 un suivi continu des teneurs en benzène sur le site urbain du Musée des Beaux-Arts à Angers à l'aide de prélèvements actifs.

Le graphique ci-dessous illustre le niveau en benzène mesuré à partir de 4 séquences de mesures rue Pasteur (secteur urbanisé de Donges à proximité de la raffinerie), représentatif de l'année 2015, comparé aux moyennes annuelles mesurées sur le site urbain du jardin des Beaux-Arts à Angers depuis 2013.

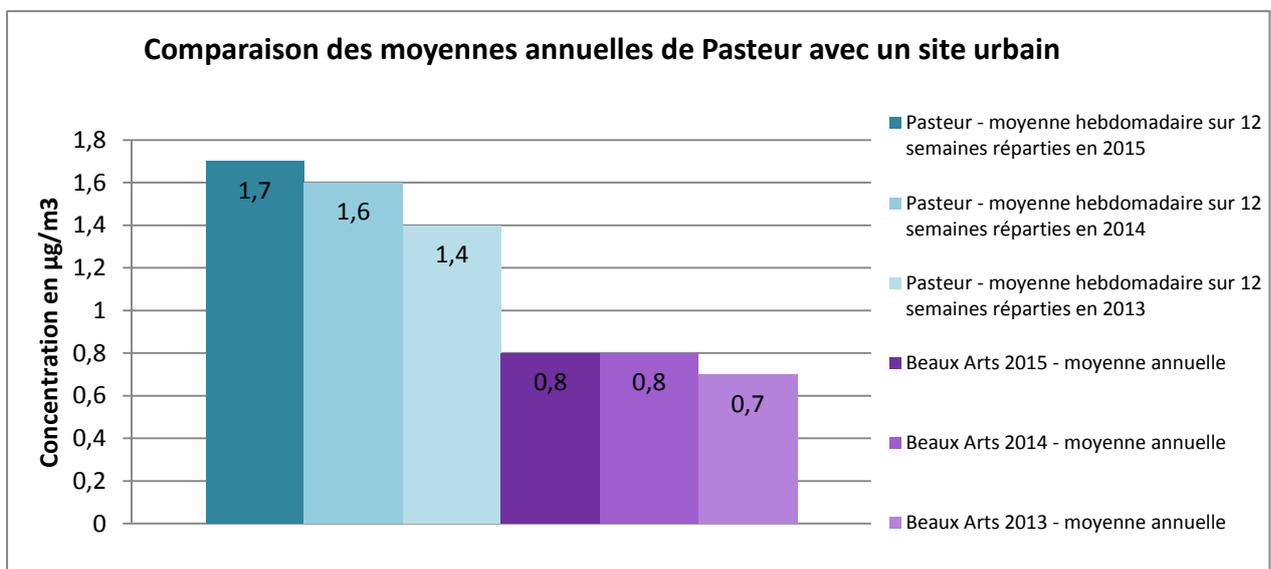


Figure 6 : comparaison des moyennes annuelles de Pasteur avec un site urbain à Angers

Le graphique ci-dessous met en évidence des concentrations en benzène deux fois plus importantes à proximité de la raffinerie ($1.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2015) en comparaison à celles mesurées à Angers ($0.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Ces résultats suggèrent une influence des émissions de la raffinerie dans le centre-ville de Donges.

2- localisation des zones d'émission en benzène et en xylènes au sein de la raffinerie

zones d'émission majeure en benzène

identification par les mesures hebdomadaires

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

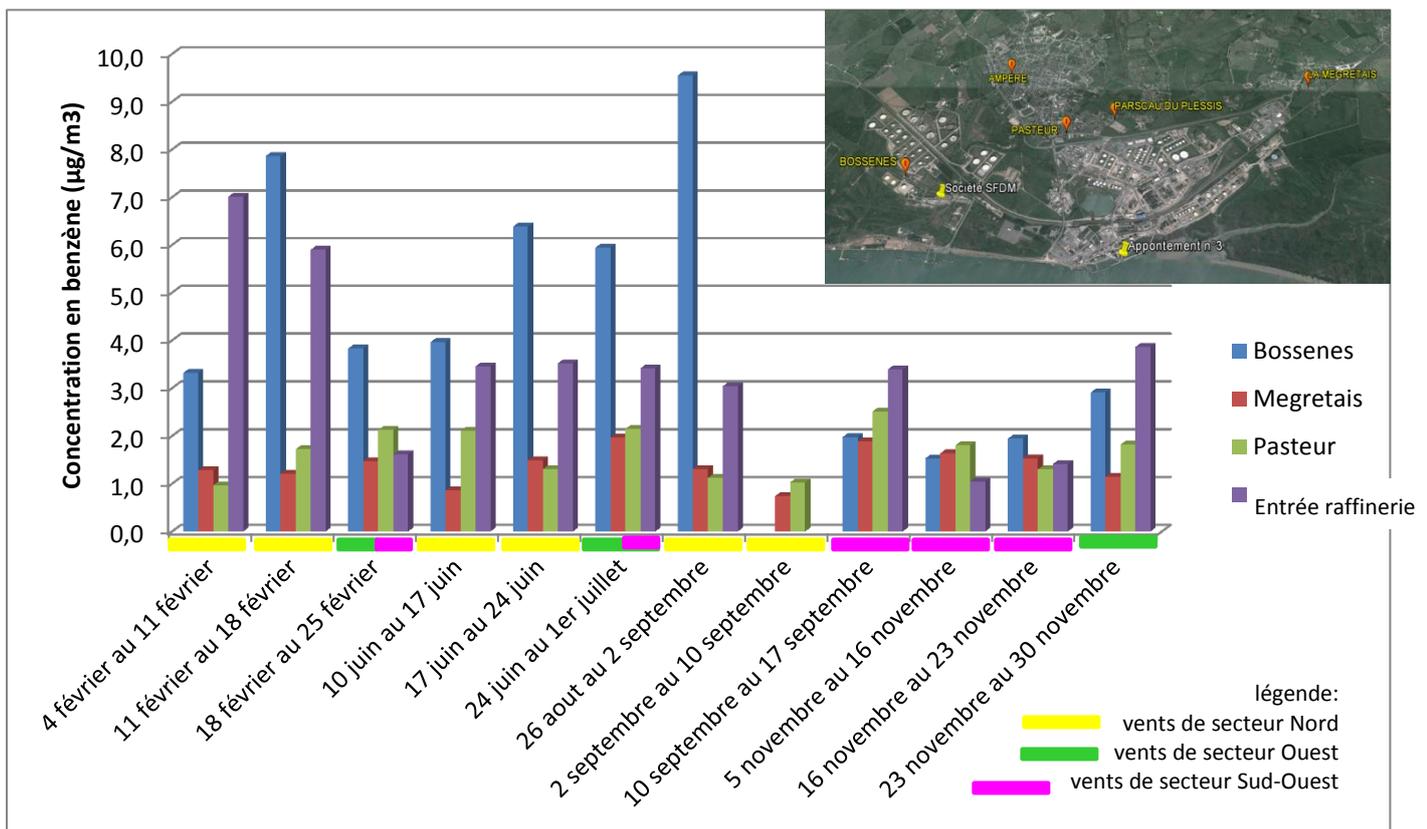


Figure 7 : représentation spatiale des concentrations en benzène

par vents de secteur Nord

Au 1^{er} semestre 2015, les vents ont soufflé principalement du secteur Nord, plaçant les sites de Bossènes et de l'entrée de la raffinerie respectivement sous les vents de la **zone de stockage ouest (produits finis et bruts)** et du **cœur de la raffinerie**. Lors de ces conditions météorologiques, les sites de Pasteur et La Mégretais ne sont pas sous les vents de la raffinerie, ce qui explique les faibles concentrations mesurées sur ces périodes.

par vents de secteur Ouest

Lors des vents de secteur Ouest, les sites ne sont pas sous les vents de la raffinerie. Les concentrations mesurées sont alors comparables à celles enregistrées en milieu urbain non influencé. Notons que du 18 au 25 février et du 24 juin au 1^{er} juillet, une faible proportion de vents de secteur Sud-Ouest a placé le site de Bossènes sous les vents des **bacs de stockage de la société SFDM** situé à proximité immédiate du site de Bossènes.

par vents de secteur Sud et notamment Sud-Ouest

En fin d'année, les vents de secteur Sud-Ouest ont principalement soufflé et ont placé le site de Bossènes sous les vents des bacs de stockage de la société SFDM situé à proximité immédiate de la raffinerie. Par ailleurs, en moindre mesure, les conditions météorologiques ont placé Pasteur sous les vents du parc de stockage ouest de la raffinerie.

identification par les mesures automatiques

Rappel du dispositif: des mesures horaires en BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes) ont été effectuées à l'aide d'un analyseur automatique installé dans la station permanente d'Air Pays de la Loire, à Bossènes - Donges.

La localisation des zones d'émission au sein de la raffinerie se base sur l'étude des roses de concentration² enregistrées sur le site de Bossènes. Les graphiques suivants représentent les roses de concentrations des niveaux moyens et de pointes (percentile 98) en benzène, enregistrés du 4 février au 28 juin par l'analyseur automatique.



Figure 8 : rose de concentration des niveaux moyens en benzène mesurés à Bossènes du 4 février au 28 juin



Figure 9 : rose de concentration des niveaux de pointe (percentile 98) en benzène mesurés à Bossènes du 4 février au 28 juin

Sur la période de mesure, les niveaux moyens et de pointes les plus élevés sont observés par vents de Nord et en moindre mesure par vents d'Est. Le site de Bossènes se trouve principalement sous les émissions du parc de stockage ouest des produits finis et bruts, et en moindre mesure sous celles de la partie centrale de la raffinerie (zone a sur la carte).

Par ailleurs, la rose de pollution indique des pollutions pouvant provenir de deux sources distinctes :

- de la société SFDM et notamment de la zone de circulation / chargement des camions (zone b sur la carte) ;
- de la zone Sud de la raffinerie, avec notamment l'apportement n°3 permettant le chargement/déchargement de coupes riches en benzène, (zone c sur la carte).

² Ce type de graphique indique les niveaux de polluant 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.

Zoom 1 : impact de la société SFDM

La société SFDM regroupe deux zones différentes :

- la circulation et le chargement des camions – en fonctionnement du lundi au vendredi ;
- le stockage de produits hydrocarbures.



Figure 10 : zone d'analyse de la société SFDM

Le site de Bossènes est sous les vents de la zone de circulation lorsque les vents sont compris entre 110 et 135°N et sous les vents de la zone de stockage lors de vents compris entre 150 et 290°N. Notons que lorsque Bossènes est sous les vents de la zone de circulation de la société SFDM, le site est également sous les vents de l'appointement n°3.

Après comparaison des concentrations en benzène mesurées du lundi au vendredi avec celles mesurées les samedis, dimanches, jours fériés, sous les vents établis de secteur [110-135°N], l'impact de la circulation et du chargement des camions au niveau de la **société SFDM n'est pas à exclure la journée du 19 février (de 7 à 7h30)** où la concentration est de 35 µg/m³ contre 1.3 µg/m³ en moyenne les autres jours. Le 19 février, aucun chargement en benzène n'a eu lieu. Il n'y a donc pas d'influence possible de la zone d'appointement n°3 sur les concentrations en benzène. En dehors de cette date, l'impact sur les concentrations en benzène n'a pu être mis en évidence.

Par ailleurs, une analyse a également été effectuée afin de mettre en perspective l'éventuel impact de la zone de stockage de la société SFDM sur les concentrations en benzène mesurées à Bossènes. Lorsque la station Bossènes est sous les vents établis des cuves de la société SFDM [150-290°N], la concentration en benzène est de 0.7 µg/m³, soit équivalente à celle mesurée à Victor Hugo (0.8 µg/m³) sur la même période et lors des mêmes conditions météorologiques. **L'impact de la zone de stockage de la société SFDM n'est donc pas significatif sur les concentrations en benzène.**

Zoom 2 : impact des opérations de chargements de l'appointement n°3

En 2015, aucun chargement de navires n'a été effectué lorsque Bossènes était sous les vents de l'appointement [105-115°N]. **Il n'est donc pas possible de qualifier l'impact des opérations de chargements cette année sur ce site.**

Sur les autres sites, les résultats hebdomadaires ne permettent pas de statuer sur l'impact d'un chargement de quelques heures.

Navires	Début	Fin	Site de Bossènes sous les vents de l'appointement [105-115°N]?	Tendance des vents sur la période
Navire 1	15/02/15	15/02/15	non	Nord
Navire 2	23/02/15	23/02/15	non	Ouest
Navire 3	03/03/15	04/03/15	non	Nord-Ouest
Navire 4	14/03/15	14/03/15	non	Nord
Navire 5	21/03/15	21/03/15	non	Nord-Est
Navire 6	03/04/15	03/04/15	non	Nord-Ouest
Navire 7	11/04/15	11/04/15	non	Sud-ouest
Navire 8	25/04/15	25/04/15	non	Sud-ouest
Navire 9	03/05/15	03/05/15	non	Sud-ouest
Navire 10	03/05/15	03/05/15	non	Sud-ouest

Figure 19 : appointements des navires

zone d'émission principale en xylènes

identification par les mesures hebdomadaires

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

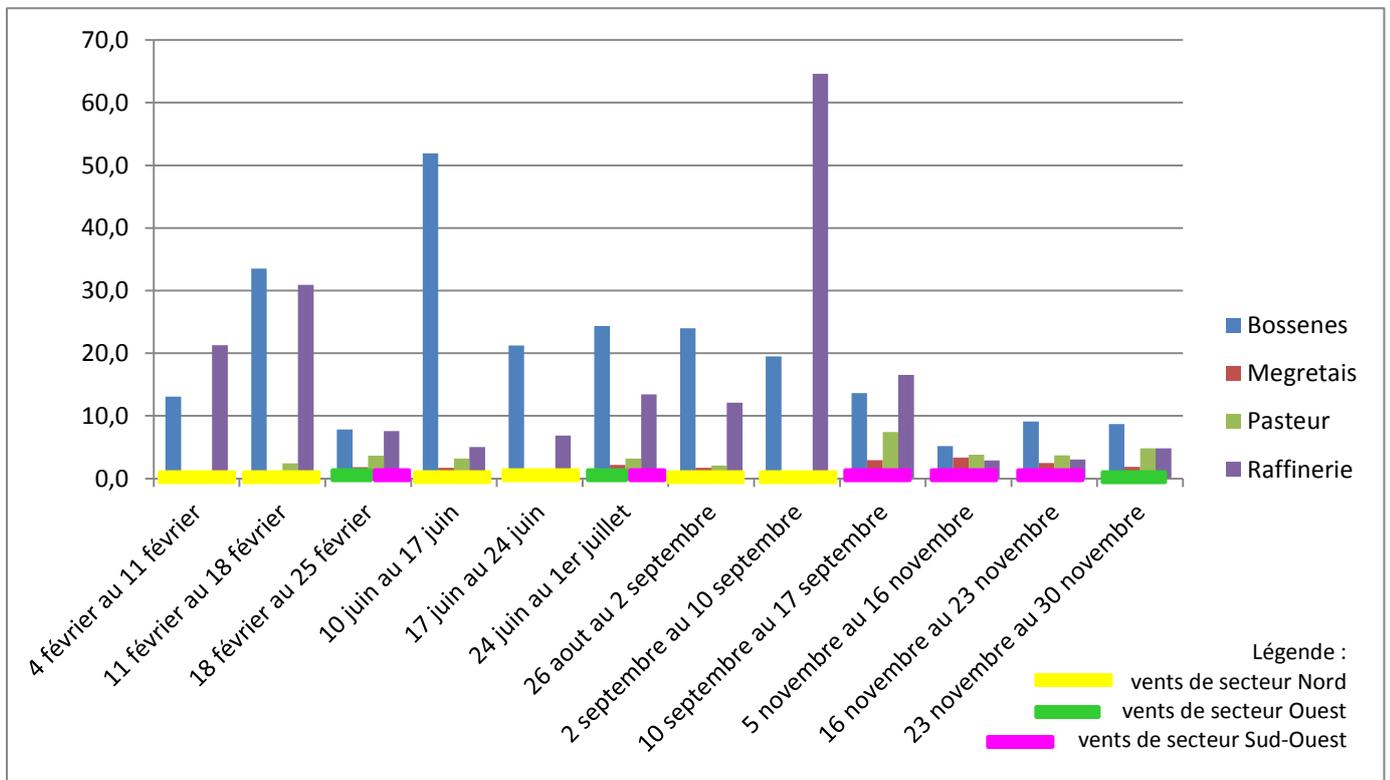


Figure 11 : représentation spatiale des concentrations en xylènes

par vents de secteur Nord

Par vents de secteur Nord, les concentrations en Xylènes à Bossènes et à l'entrée Sud de la raffinerie sont systématiquement plus importantes par rapport aux autres sites. Ces sites sont respectivement sous les vents de la zone de stockage ouest (produits finis et bruts) pour le site de Bossènes et du cœur de la raffinerie pour le site de l'entrée de la raffinerie. Lors de ces conditions météorologiques, les sites de Pasteur et La Mégretais ne sont pas sous les vents de la raffinerie, ce qui explique les faibles concentrations mesurées sur ces périodes.

par vents de secteur Ouest et Sud-Ouest

Lorsque les vents sont de ce secteur, les niveaux en xylènes sont plus faibles à Bossènes et à l'entrée de la raffinerie. Par ailleurs, les concentrations à Pasteur et la Mégretais restent du même ordre de grandeur, représentatives d'un milieu non influencé.

identification par les mesures automatiques

Les graphiques suivants représentent les roses de concentrations des niveaux moyens et de pointes (percentile 98) en xylènes, enregistrés du 4 février au 28 juin par l'analyseur automatique.



Figure 12 : rose de concentration des niveaux moyens en xylènes mesurés à Bossènes du 4 février au 28 juin



Figure 13 : rose de concentration des niveaux de pointe (percentile 98) en xylènes mesurés à Bossènes du 4 février au 28 juin

Sur la période de mesure, les niveaux moyens et de pointes les plus élevés en xylènes sont observés par vents de Nord et en moindre mesure par vents d'Est. Le site de Bossènes se trouve principalement sous les émissions du parc de stockage ouest des produits finis et bruts, et en moindre mesure sous celles de la partie centrale de la raffinerie.

Zoom 3 : impact de la société SFDM

En utilisant la même méthodologie appliquée au benzène, une analyse a également été effectuée afin de mettre en perspective l'éventuel impact des chargements/déchargements des camions de la société SFDM.

Après comparaison des concentrations en xylènes mesurées du lundi au vendredi avec celles mesurées les samedis, dimanches, jours fériés, sous les vents établis de secteur [110-135°N], l'impact de la circulation et du chargement/déchargement des camions au niveau de la société SFDM n'est pas à exclure lors de 4 journées : le 19 février (7h à 7h30), le 6 mars (20h à 21h15), le 11 mars (9h30) et le 4 avril (9h à 10h) où les concentrations atteignent respectivement 54.6 µg/m³, 12.3 µg/m³, 17.2 µg/m³ et 10.1 µg/m³ contre 2.7 µg/m³ les autres journées de la semaine dans les mêmes conditions de direction de vents. Aucune opération de chargement/déchargement de coupe riche en benzène n'a eu lieu lors de ces journées, excluant l'impact de l'apportement n°3. Notons également que sur ces périodes (hors 19/02, 06/03, 11/03 et 04/04), la concentration moyenne mesurée à Victor Hugo est de 2.6 µg/m³ soit équivalente à celle mesurée à Bossènes confirmant l'absence d'influence de la société SFDM durant ces conditions.

Par ailleurs, une analyse a également été effectuée afin de mettre en perspective l'éventuel impact de la zone de stockage de la société SFDM sur les concentrations en xylènes mesurées à Bossènes. Lorsque la station Bossènes est sous les vents établis des cuves de la société SFDM [150-290°N], la concentration en xylènes est de $4.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, alors que celle mesurée à Victor Hugo est de $2.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur la même période et lors des mêmes conditions météorologiques. **L'impact de la zone de stockage de la société SFDM n'est donc pas à exclure sur les concentrations en xylènes.**



Figure 14 : rose de concentration des niveaux de pointe (percentile 98) du ratio xylènes/benzène mesurés à Bossènes du 4 février au 28 juin

La rose de pollution des niveaux de pointe du ratio xylènes/benzène à Bossènes indique également des niveaux plus élevés en xylènes lorsque les vents de secteur Sud-Ouest plaçant Bossènes sous les vents des bacs de stockage de la société SFDM, ce qui confirme les observations précédentes.

3- évolution temporelle des concentrations en benzène et en xylènes

évolution temporelle du benzène

L'année 2015 est marquée par la période du grand arrêt TOTAL composé de 3 phases :

- l'arrêt progressif des installations, du 4 au 18 mai 2015,
- l'arrêt complet des unités, du 18 mai au 15 juin 2015,
- le redémarrage progressif des installations, du 15 au 29 juin 2015.

Le graphique suivant montre l'évolution temporelle des concentrations horaires enregistrées sur le site de Pasteur en tenant compte des 3 phases du grand arrêt.

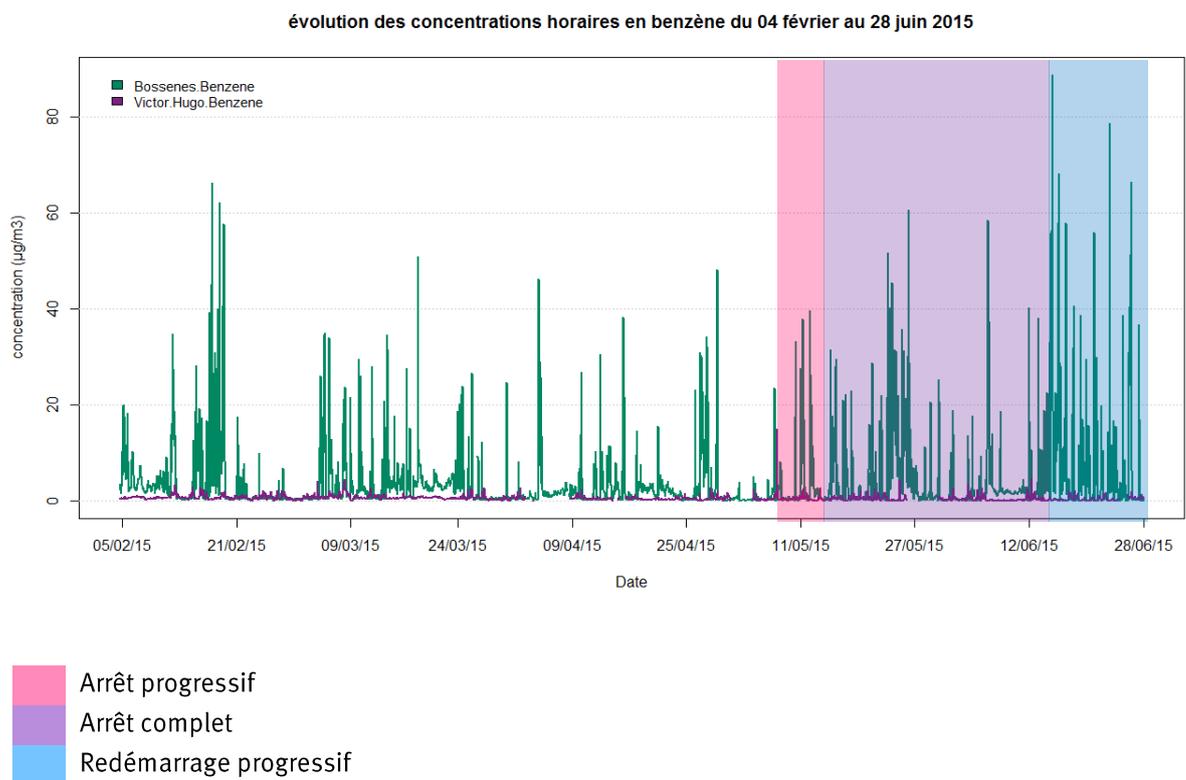


Figure 15 : évolution temporelle des concentrations en benzène

En lien avec le grand arrêt, 3 phases se distinguent :

- l'arrêt progressif : lors de cette période, les vents ont soufflé principalement de secteur Ouest plaçant le site de Bossènes en dehors des émissions de la raffinerie.
- l'arrêt complet : durant cette phase, les vents Ouest et Nord-Est ont placé la station Bossènes sous les vents des bacs de stockage de la raffinerie, d'où les pics ponctuels enregistrés lors de cette période.
- le redémarrage progressif : avec des vents d'Ouest de Nord, Bossènes était également sous les vents des bacs de stockage ouest de la raffinerie. Il en résulte des concentrations plus importantes.

Au cours de cette période d'arrêt, les vents ayant principalement soufflé de secteur Ouest et Nord, l'impact du grand arrêt concernant majoritairement la partie centrale de la raffinerie n'est pas visible.

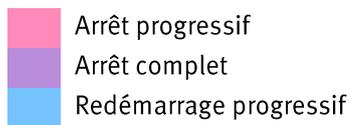
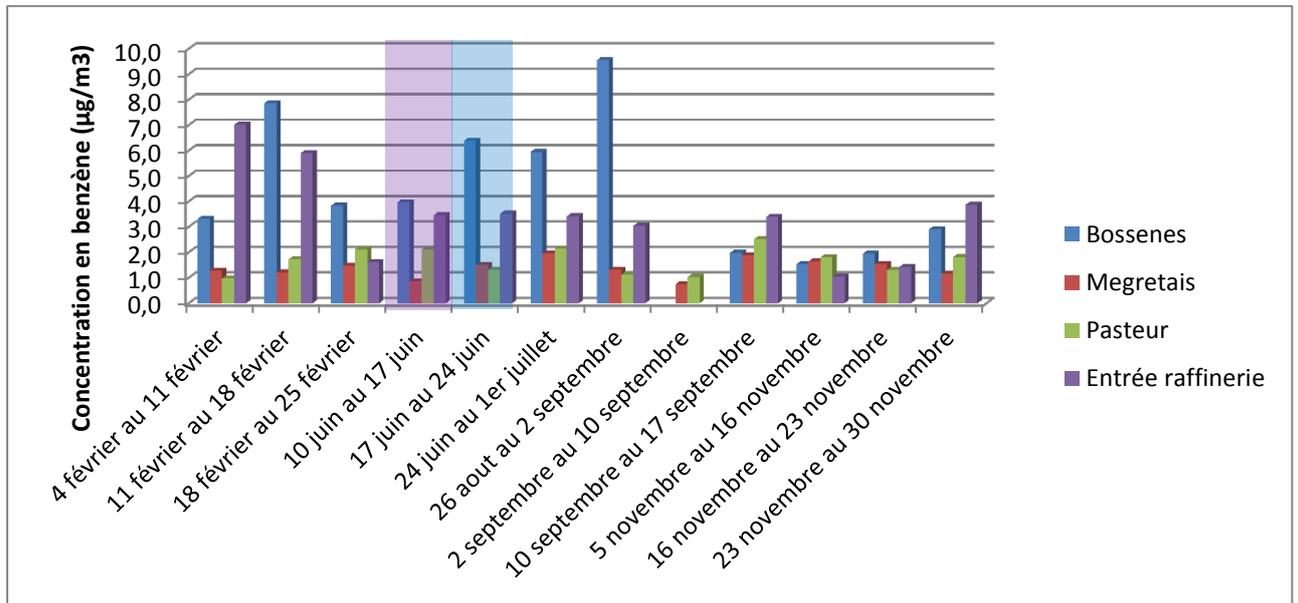


Figure 16 : évolution des concentrations hebdomadaires en benzène

Les mesures hebdomadaires effectuées à l'aide des tubes passifs ne mettent pas en évidence l'impact du grand arrêt. Les vents de Nord n'ont effectivement pas placés les sites sous les vents de la partie centrale de la raffinerie. Aucune valeur anormale n'a par ailleurs été détectée par ce dispositif.

évolution temporelle des xylènes

évolution des concentrations horaires en xylènes du 04 février au 28 juin 2015

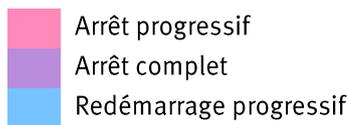
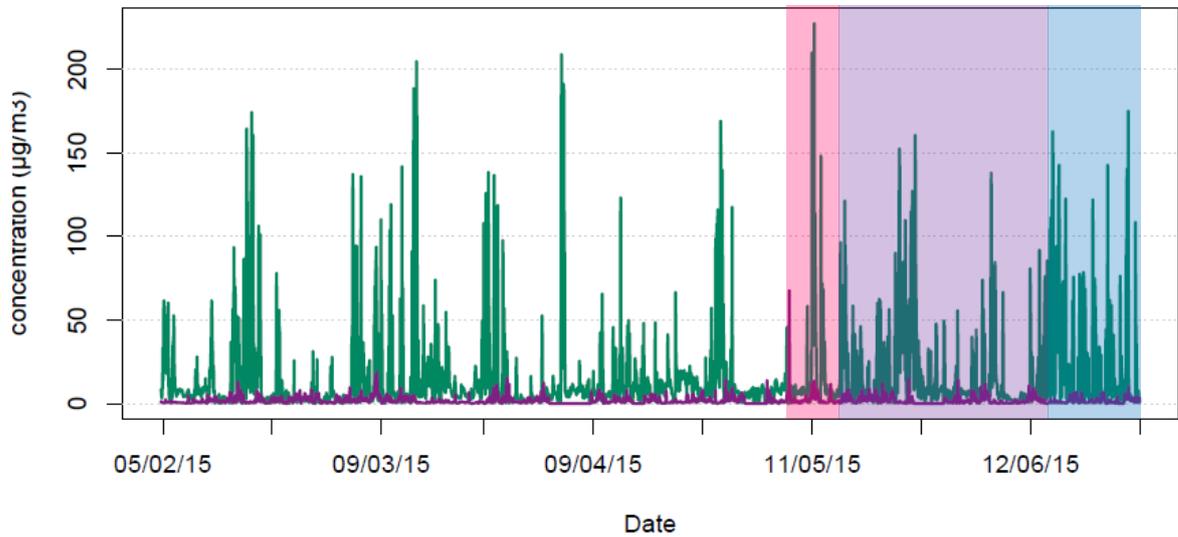


Figure 26 : évolution temporelle des concentrations en xylènes

Comme pour le benzène, au cours de cette période d'arrêt, les vents ayant principalement soufflé de secteur Ouest et Nord, l'impact du grand arrêt concernant majoritairement la partie centrale de la raffinerie n'est pas visible.

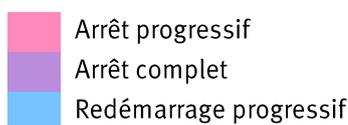
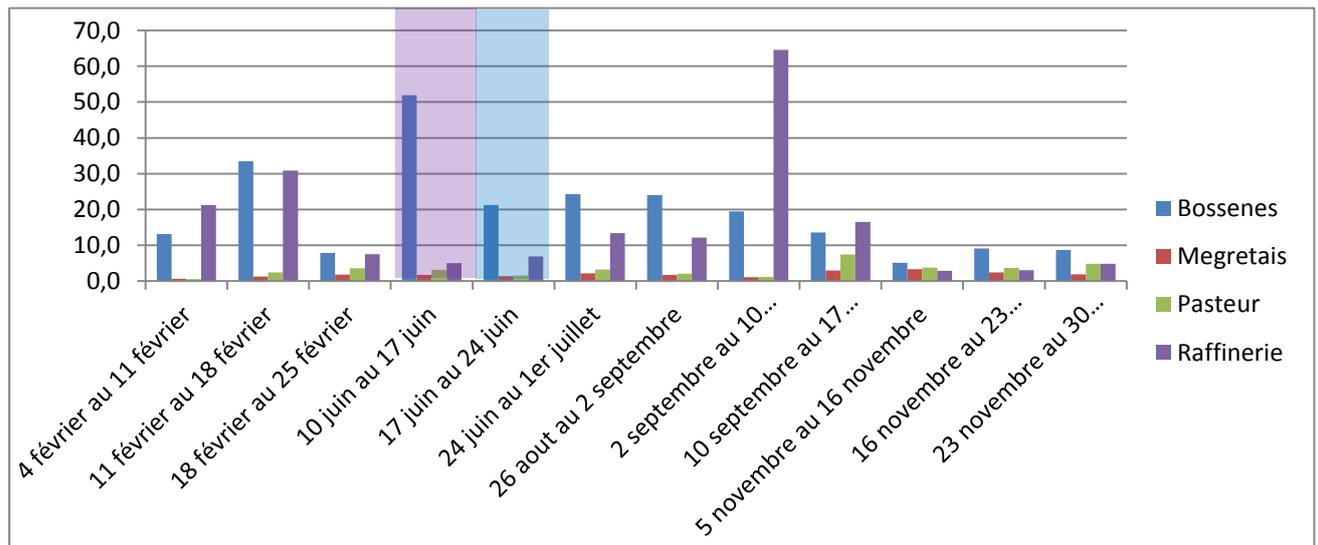


Figure 17 : évolution des concentrations hebdomadaires en xylènes

Les mesures effectuées à l'aide des tubes passifs ne mettent pas en évidence l'impact du grand arrêt. Les vents de Nord n'ont effectivement pas placé les sites sous les vents de la partie centrale de la raffinerie.

4- évaluation des risques de dépassement des valeurs réglementaires en 2015

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

	Moyennes 2015 ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Moyennes 2014 ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Objectif qualité ($\mu\text{g.m}^{-3}$)	Valeur limite ($\mu\text{g.m}^{-3}$)
Pasteur	1.7	1.6	2	5
La Mégretais	1.4	1.2		
Entrée de la Raffinerie	3.4	3.8		
Bossènes	4.6	3.2		

Figure 18 : 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 $2 \mu\text{g.m}^{-3}$ ou la valeur limite de $5 \mu\text{g.m}^{-3}$, représentent des moyennes sur une année civile. Compte tenu de la période d'étude de 12 semaines, une comparaison stricte des niveaux de concentration en benzène avec ces valeurs ne peut être effectuée. Toutefois une estimation des possibilités de dépassement peut être réalisée.

situation par rapport à la valeur limite

Les niveaux moyens relevés sur chacun des 4 sites sont plus faibles que la valeur limite de $5 \mu\text{g.m}^{-3}$. La probabilité de dépassement de cette valeur limite est faible sur les sites de Pasteur, la Mégretais et l'entrée Sud de la Raffinerie. Le site de Bossènes indique quant à lui un niveau se rapprochant de cette valeur limite. Notons l'absence de population résidente à Bossènes et à l'entrée de la raffinerie.

situation par rapport à l'objectif de qualité

Sur les sites de l'entrée de la raffinerie et Bossènes le niveau moyen en benzène atteint respectivement $3.4 \mu\text{g.m}^{-3}$ et $4.6 \mu\text{g.m}^{-3}$. La probabilité de dépassement de l'objectif de qualité ($2 \mu\text{g.m}^{-3}$ en moyenne annuelle) est significative, mais ces zones ne comptent aucune population résidente.

Pour le site de Pasteur (concentration moyenne de $1.7 \mu\text{g.m}^{-3}$ sur 12 semaines), le risque n'est pas à exclure. À la Mégretais, les niveaux sont plus faibles ($1.4 \mu\text{g.m}^{-3}$), l'objectif de qualité devrait donc être respecté.

conclusions et perspectives

L'ensemble des mesures effectuées en 2015 met en évidence une influence des émissions de la raffinerie à Donges. Toutefois, à Pasteur, zone habitée du centre de Donges, les valeurs réglementaires devraient être respectées. Seules les mesures effectuées à Bossènes et à l'entrée de la raffinerie, où aucune population n'est résidente, présentent des résultats indiquant un risque de dépassement des valeurs réglementaires.

Au sein de la raffinerie, deux zones d'émissions prépondérantes en benzène et en xylènes se distinguent : la zone de stockage ouest ainsi que la partie centrale de la raffinerie. Après analyse, l'impact de la société SFDM n'a pu être mis en évidence pour le benzène, mais il n'est pas à exclure pour les xylènes. En raison des conditions météorologiques cette année, l'impact de l'appontement n°3 utilisé pour le chargement des coupes riches en benzène n'a pu être mis en évidence sur le site de Bossènes. Sur les autres sites, les résultats hebdomadaires ne permettent pas de statuer sur l'impact d'un chargement de quelques heures.

Sur l'ensemble des sites, en raison des directions de vents, l'impact du grand arrêt n'a pas été visible sur les niveaux mesurés.

Fort de ce constat, l'évaluation des concentrations en benzène pourrait être adaptée en 2016 de la manière suivante :

- retour de l'analyseur dans le centre-ville de Donges (rue Pasteur) comme les années précédentes pour une meilleure représentativité de l'exposition de la population ;
- mise à disposition plus longue de l'analyseur automatique à Pasteur (2 fois 3 mois) pour une meilleure identification des concentrations mesurées par vents de Sud, notamment observées à l'automne ;
- localisation de plusieurs points de mesures à proximité directe de l'appontement n°3 pour une évaluation précise de son impact.

bibliographie

- [1] Plaisance Hervé, Pennequin-Cardinal Anne, Locoge Nadine, 2003 : *Programme d'évaluation du tube Radiello pour la mesure des BTEX*; étude n°11, rapport LCSQA décembre 2003, 34 pages.
- [2] Plaisance Hervé, Pennequin-Cardinal Anne, Leonardis Thierry, Locoge Nadine, 2004 : *Programme d'évaluation du tube Radiello pour la mesure des BTEX*; étude n°7, rapport LCSQA décembre 2004, 30 pages.
- [3] Pennequin-Cardinal A, Plaisance H, Locoge N., Ramalho O., kirchner S., Galloo J.C.; 2005 : *Dependance on sampling rates of Radiello diffusion sampler for BTEX measurements with the concentration level and exposure*; Talanta, 65, 1233-1240.
- [4] Pennequin-Cardinal A, Plaisance H, Locoge N., Ramalho O., kirchner S., Galloo J.C.; 2005 : *Performances of the Radiello diffusive sampler for BTEX measurements : influence of environmental conditions and determination of modelled sampling rates*; Atmospheric Environment, 39 : 2535-2544.
- [5] 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.
- [8] Air Pays de la Loire, 2010 : *Évaluation des niveaux de benzène dans l'environnement de la raffinerie Total à Donges, campagnes 2009*, 34 pages.
- [9] Air Pays de la Loire, 2011 : *Évaluation des niveaux de benzène dans l'environnement de la raffinerie Total à Donges, campagnes 2010*, 34 pages.
- [10] Air Pays de la Loire, 2012 : *Évaluation des niveaux de benzène dans l'environnement de la raffinerie Total à Donges, campagnes 2011*, 35 pages.
- [11] Air Pays de la Loire, 2013 : *Évaluation des niveaux de benzène dans l'environnement de la raffinerie Total à Donges, campagnes 2012*, 37 pages.
- [12] Air Pays de la Loire, 2014 : *Évaluation des niveaux de benzène dans l'environnement de la raffinerie Total à Donges, campagnes 2013*, 38 pages.
- [13] Air Pays de la Loire, 2015 : *Évaluation des niveaux de benzène dans l'environnement de la raffinerie Total à Donges, campagnes 2014*, 38 pages.



air pays de la loire

5 rue Édouard-Nignon – 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

air | pays de
la loire
www.airpl.org