

évaluation des niveaux de COV dans l'air

dans l'environnement de la raffinerie
Total à Donges

campagne de mesure 2017-2018

décembre 2018

air | pays de
la Loire
www.airpl.org



sommaire

synthèse	1
contexte.....	2
dispositif de mesure	2
résultats pour le benzène	3
résultats pour le méthane	7
résultats pour les COV non méthaniques.....	9
conclusions et perspectives	11
bibliographie.....	12

contributions

Coordination de l'étude : Corentin Lemaire,

Exploitation du matériel de mesure : Arnaud Calvar,

Validation : François Ducroz, David Bréhon, Pauline Baron-Renou.

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 l'environnement, précisé par l'arrêté du 1^{er} août 2016 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.

synthèse

site de mesure rue Pasteur

Air Pays de la Loire mesure depuis 2005 le benzène à proximité de la raffinerie Total de Donges et, en complément, depuis 2016 le méthane et les composés organiques volatils totaux (COVNM).

Les mesures de ces composés à proximité de la raffinerie témoignent d'une influence de celle-ci sur son environnement.

Cette influence se caractérise par des pics ponctuels de concentrations élevées sur l'ensemble des polluants mesurés quand le site de mesure est sous les vents des installations.

En ce qui concerne le benzène, la moyenne annuelle ($0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$) reste suffisamment faible pour que la valeur limite ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle) et l'objectif de qualité ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle) gardent de grandes chances d'être respectés.

Sur la figure ci-contre, le nombre de jours au cours desquels la concentration en benzène a dépassé $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne horaire est représenté en jours, le nombre de jours au cours desquels la concentration maximale est comprise entre $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est représenté en orange, les autres jours sont en vert.

5 jours

11 jours

61 jours

site de mesure La Hélandière

Des mesures de benzène ont également été réalisées dans un hameau à proximité des sites de stockage ouest. Les résultats indiquent des niveaux en benzène supérieurs sur le hameau par rapport au site de la rue Pasteur, et un risque de dépassement de l'objectif de qualité à ne pas exclure. La valeur limite a, quant à elle, de fortes chances d'être respectée.

contexte

Afin d'évaluer les niveaux de composés organiques volatils dans l'environnement de l'établissement, la raffinerie Total Raffinage France à Donges a sollicité Air Pays de la Loire.

Cette évaluation a un double objectif :

- répondre aux exigences réglementaires en matière de surveillance du site, telles que précisées par l'arrêté préfectoral n°2014/ICPE/306 relatif à l'exploitation de la raffinerie, notamment par la mesure des niveaux en composés organiques volatils,
- poursuivre la stratégie de surveillance du benzène mise en œuvre depuis 2005 par Air Pays de la Loire.

En ce qui concerne le benzène, les campagnes de mesure réalisées depuis 2005 ont mis en évidence un impact fort des zones de stockage et de la partie centrale de la raffinerie dans l'environnement immédiat de l'établissement (0-300 mètres). La campagne de 2016-2017 a néanmoins conduit à écarter, en zone habitée, le risque de dépassement de l'objectif de qualité fixé à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle, et de la valeur limite annuelle ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

dispositif de mesure

deux analyseurs automatiques

La campagne utilise deux analyseurs automatiques qui permettent de suivre les concentrations horaires de COV et ainsi d'étudier l'évolution temporelle fine de ces polluants.

Le premier analyseur, un chromatographe en phase gazeuse à détection d'ionisation de flamme - GC/FID, suit les COV aromatiques (benzène, toluène, éthyl-benzène, xylènes). Le second analyseur, basé lui aussi sur un détecteur à ionisation de flamme FID, suit l'ensemble des COV, non distingués par espèce, à l'exception du Méthane (CH_4), dont le signal peut être isolé grâce à un procédé de combustion sélective.

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

deux sites de mesure

Les analyseurs automatiques ont été installés rue Pasteur dans la station permanente d'Air Pays de la Loire. Ce site est localisé à 250 mètres de la raffinerie au sud du centre-ville de Donges en zone habitée. En fonction de la direction des vents, il est potentiellement impacté par les émissions de la raffinerie.

Par ailleurs À la demande de Total, Air Pays de la Loire a réalisé des mesures complémentaires de benzène sur le hameau de la Héliardièrre afin d'évaluer l'exposition des populations vivant en proximité des zones de stockage.

Ces mesures ont été réalisées par prélèvement sur des tubes à diffusion passive et analyse en laboratoire. Quatre campagnes de trois semaines ont été réalisées en Novembre 2017, Avril 2018, Juillet 2018 et Septembre 2018.

Cette méthode permet de comparer le niveau moyen entre différents sites. Ici, les niveaux de benzène relevés à la Héliardièrre seront comparés aux niveaux de Pasteur où des tubes ont également été installés sur les mêmes périodes.



Figure 1 : implantation du site de mesure de la rue Pasteur

les périodes de mesure

Localisation	Période de mesure	Taux de validité des mesures	
		BTEX	COV
Pasteur	du 23/10/2017 au 27/11/2017	96%	99%
	du 02/04/2018 au 14/05/2018	90%	99%

Tableau 1 : périodes de mesure automatique et taux de validité des mesures

Ces périodes de mesure couvrent des conditions météorologiques contrastées. En particulier, la première campagne a été réalisée sous un vent majoritairement d'ouest, qui expose les capteurs aux émissions des zones de stockage. La deuxième campagne a connu des vents plus contrastés, notamment de nord et de sud.

résultats pour le benzène

Quatre espèces de COV aromatiques ont été suivies dans le cadre de cette campagne : le benzène, le toluène, l'éthyl-benzène et les xylènes. Ce rapport ne présente que les résultats en benzène, s'inscrivant ainsi dans la stratégie de surveillance mise en place par Total et Air Pays de la Loire depuis 2005. Nous ne relevons toutefois aucun fait marquant quant aux concentrations des autres composés.

évolution temporelle des concentrations de benzène

Les graphiques suivants montrent l'évolution temporelle des maxima en concentrations horaires enregistrées sur le site de Pasteur. Une comparaison est faite avec le site de trafic du Boulevard Victor-Hugo à Nantes.

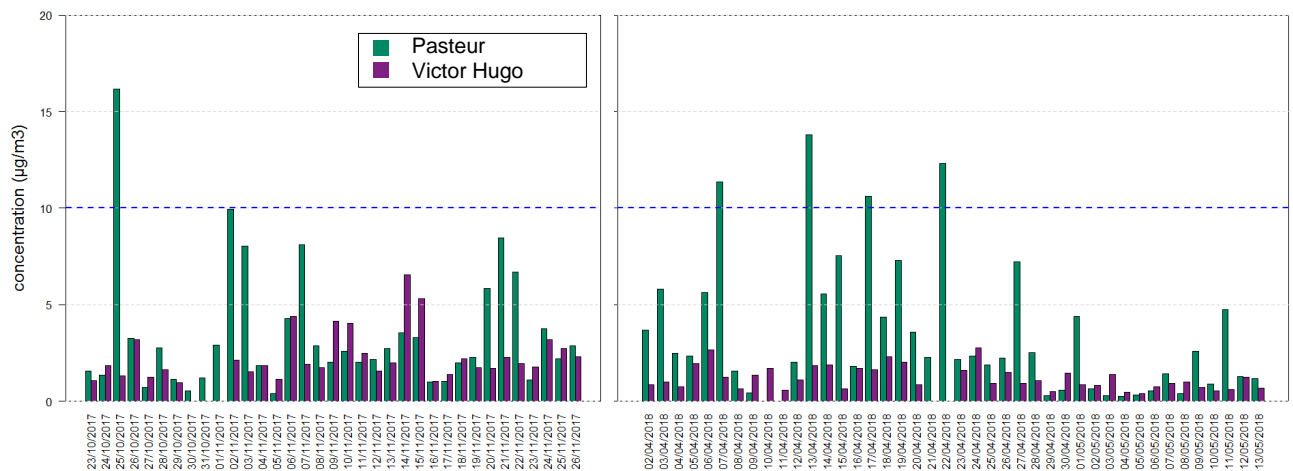


Figure 2 : évolution temporelle du maximum journalier de la concentration horaire en benzène mesurée du 23 octobre au 27 novembre 2017, puis 2 avril au 14 mai 2018 sur les sites de la rue Pasteur (Donges) et du boulevard Victor-Hugo (Nantes). Le trait bleu en pointillés représente la valeur de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, utilisée comme un indicateur pour les niveaux horaires.

Des élévations ponctuelles des niveaux de benzène sont observées et dépassent $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur une heure, au cours de 5 journées. Le maximum horaire est enregistré le 25 octobre avec $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur une heure.

Le reste du temps, les niveaux restent assez faibles (niveaux horaires inférieurs à $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) mais majoritairement supérieurs à ceux enregistrés sur le site de trafic du boulevard Victor-Hugo à Nantes.

On notera des moyennes sur les campagnes de $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, niveaux inférieurs à l'objectif de qualité de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne

Date	Max horaire (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nombre d'heures
25/10/2017	16,2	2
07/04/2018	11,4	1
13/04/2018	13,8	1
17/04/2018	10,6	1
22/04/2018	12,3	1

Tableau 2 : journées pour lesquelles le maximum horaire a dépassé $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et durée de dépassement de cette valeur

annuelle et à la valeur limite annuelle ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Les niveaux sur les mêmes périodes à Victor-Hugo sont $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

On observe par ailleurs des niveaux sensiblement moins élevés que lors de la précédente campagne de mesure, qui avait été marquée par de forts pics (maximum horaire à $83 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en décembre 2016).

localisation des zones d'émission

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

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

Les graphiques suivants représentent les roses de concentrations pour les niveaux moyens enregistrés durant les deux phases de mesure. La manière de lire une rose de pollution est la suivante : dans une direction donnée, la longueur de la pale correspond à la moyenne d concentrations relevées lorsque le capteur est exposé à des vents de cette direction.

première séquence de mesure : du 23 octobre au 27 novembre 2017



Figure 3 : rose de concentration des niveaux moyens de benzène mesurés rue Pasteur à Donges du 23 octobre au 27 novembre 2017

deuxième séquence de mesure : du 4 avril au 14 mai 2018



Figure 4 : rose de concentration des niveaux moyens de benzène mesurés rue Pasteur à Donges du 2 avril au 14 mai 2018

Ces roses de pollution indiquent que les niveaux moyens en benzène sont particulièrement impactés par les activités de la raffinerie, notamment par les unités de production (partie centrale et est), et ce malgré une faible représentativité des vents de sud-est dans cette campagne de mesure.

Cette observation confirme les résultats des études précédentes, dans lesquelles l'exposition du site de la rue Pasteur à un vent de sud-est allait déjà de pair avec une augmentation du niveau de benzène relevé.

Les graphiques ci-dessous reprennent les observations des 10 dernières campagnes, en différenciant les différents régimes de vents et donc les différentes zones d'influence de la raffinerie.

A titre d'information, les valeurs réglementaires pour le benzène ont été ajoutées sur le graphique 5. L'objectif de qualité est fixé à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et la valeur limite à $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur une année civile.

Les valeurs limites, fixées par directive européenne, sont des valeurs qu'il est impératif de respecter, les objectifs de qualité, propres à la réglementation française, sont définis comme des niveaux à atteindre et à maintenir à long terme, par la mise en œuvre de mesures proportionnées.

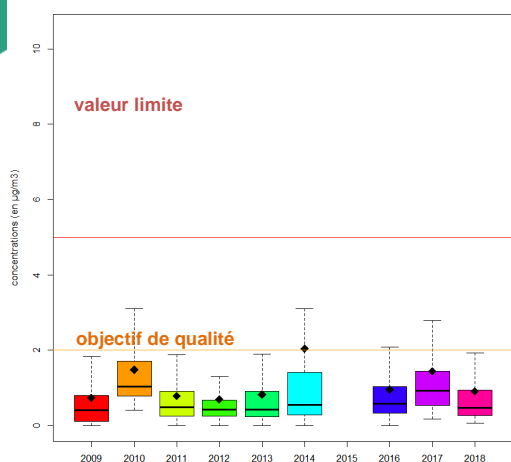


Figure 5 : niveaux horaires en benzène relevés depuis 2009 rue Pasteur, quelle que soit la direction du vent

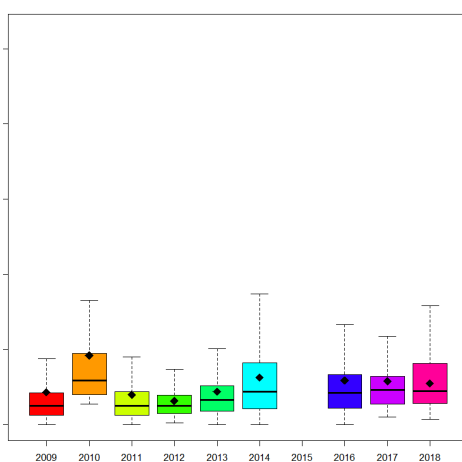


Figure 6 : niveaux horaires en benzène relevés depuis 2009 rue Pasteur, quand le site est sous des vents de sud-ouest (influence potentielle des zones de stockage)

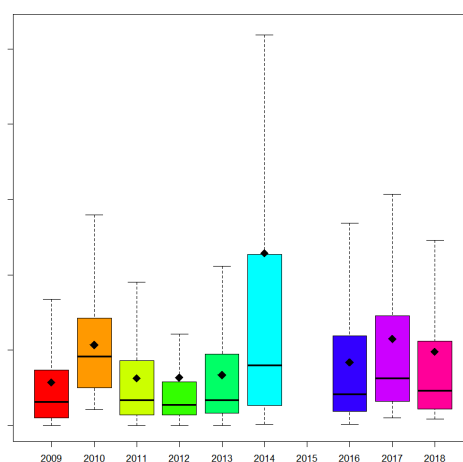


Figure 7 : niveaux horaires en benzène relevés depuis 2009 rue Pasteur, quand le site est sous des vents de sud-est (influence potentielle des unités de production)

Le **centre de la raffinerie** (unités de production) et dans une moindre mesure la **zone de stockage ouest**, ont donc bien une influence sur les niveaux en benzène, en particulier quand le site de mesure est sous les vents de ces zones d'émissions. On note toutefois, sur la figure 5, que la probabilité de dépasser l'objectif de qualité est faible¹.

méthodologie

Les graphiques ci-dessus sont des boîtes à moustaches (aussi appelés boxplot), ils représentent les principales caractéristiques statistiques d'une distribution de données, ici l'ensemble des mesures quart-horaires, telles que les premier et troisième quartiles (la boîte en tant que telle), la médiane (le trait dans la boîte) ou encore la moyenne (le point). Plus une boîte est haute, plus les valeurs enregistrées sont élevées, plus une boîte est étendue, plus les valeurs sont dispersées.

¹ L'objectif de qualité et la valeur limite étant des valeurs moyennes annuelles et les mesures ne représentant qu'une partie de l'année, on évalue ici la probabilité de dépassement de ces valeurs, sans avoir mesuré stricto sensu ces valeurs.

évaluation des niveaux de benzène dans le hameau La Hélarrière

Les résultats des mesures par tube à diffusion sont présentés dans le graphique ci-dessous. La méthode de mesure permet d'évaluer le niveau de benzène en moyenne sur une semaine, il n'est donc pas possible de corrélérer ces niveaux avec les directions de vent. Toutefois, une comparaison est possible avec les niveaux relevés rue Pasteur.

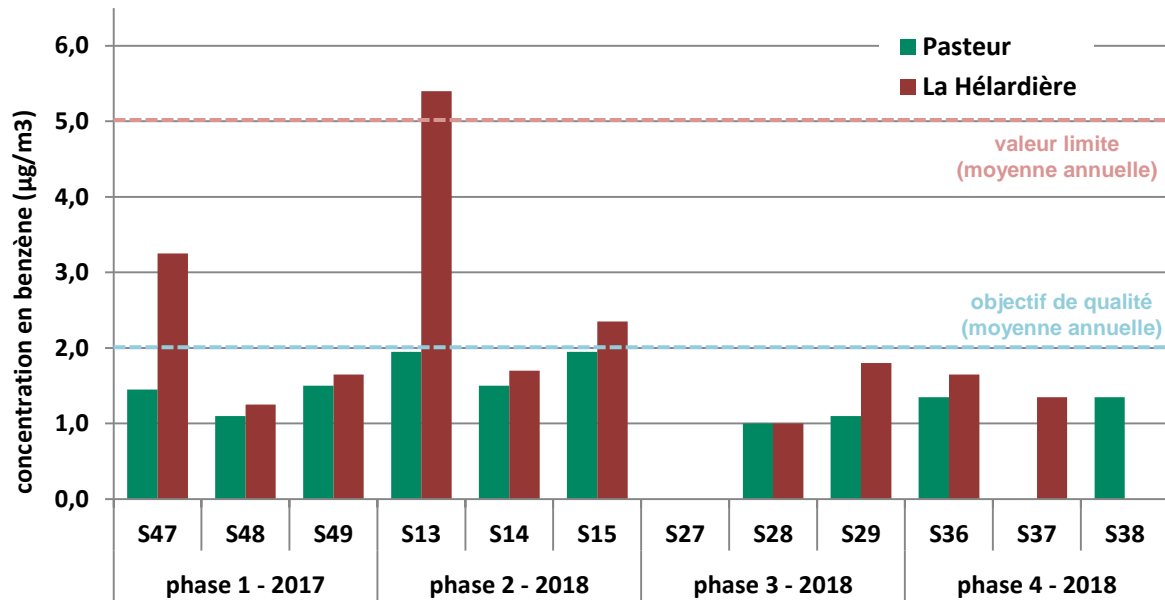


Figure 8 : niveaux en benzène (moyenne sur 7 jours) mesurés par tubes à diffusion dans le hameau de la Hélarrière et sur le site de la rue Pasteur.

Les mesures indiquent des niveaux légèrement supérieurs sur le site de la Hélarrière, la moyenne sur les 10 semaines (2 prélèvements ont été invalidés) est de 1,4 µg/m³ pour Pasteur et 2,1 µg/m³ sur la Hélarrière. Notamment du 28 mars au 4 avril (semaine 13), période durant laquelle le site de la Hélarrière était sous les vents des zones de stockage ouest.

Compte tenu de la bonne représentativité des mesures dans l'année, il y a un risque de dépassement de l'objectif de qualité (2 µg/m³ en moyenne annuelle) sans dépassement de la valeur limite (5 µg/m³ en moyenne annuelle) sur le site de la Hélarrière.

résultats pour le méthane

évolution temporelle des niveaux en méthane

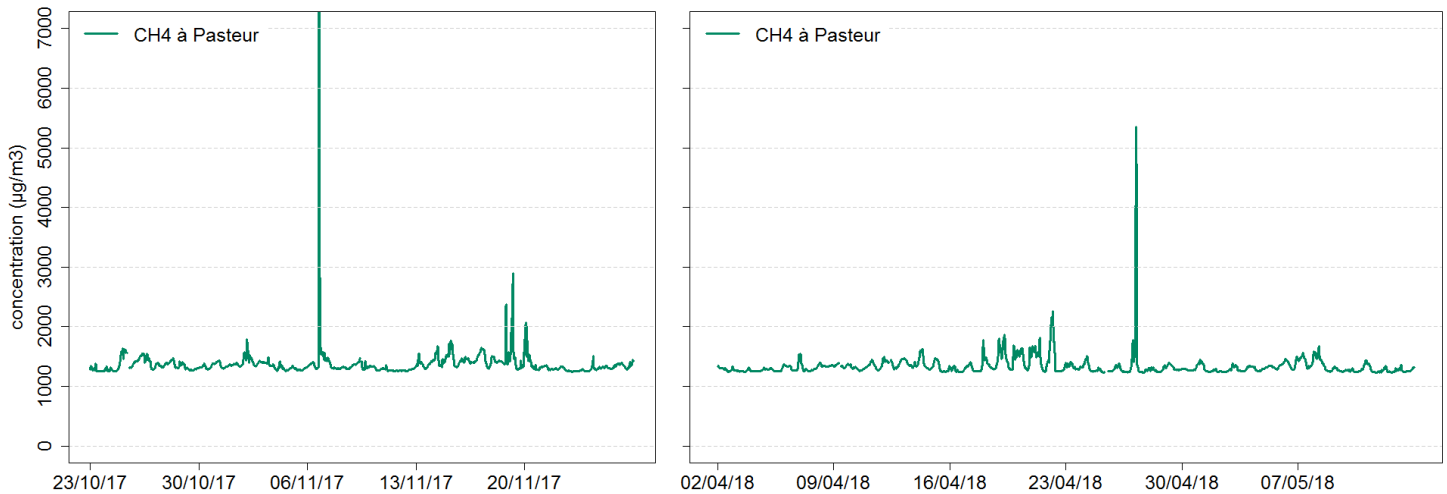


Figure 9 : évolution de la concentration moyenne horaire en méthane du 23 octobre au 27 novembre 2017 et du 2 avril au 14 mai 2018, rue Louis Pasteur, à Donges

Puissant gaz à effet de serre, le méthane a la particularité d'être présent en quantité non négligeable dans l'atmosphère, et ce partout dans le monde. En effet, son temps de vie étant de plusieurs années, sa concentration est en moyenne homogène quel que soit l'endroit de la planète. On observe, sur les mesures rue Pasteur, un palier autour de 1 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ correspondant au niveau « normal » de méthane, c'est-à-dire un niveau qui ne serait pas perturbé localement par les émissions de la raffinerie [11].

On observe également plusieurs pics, dont certains jusqu'à 12 fois plus élevés que le niveau de fond, vraisemblablement liés à la raffinerie.

localisation des zones d'émission

De la même manière que pour le benzène, on représente les niveaux de méthane en fonction de la direction du vent (roses de pollution) afin d'identifier les principales sources.

On représente ici les niveaux de pointe, le niveau moyen étant homogène dans toutes les directions.

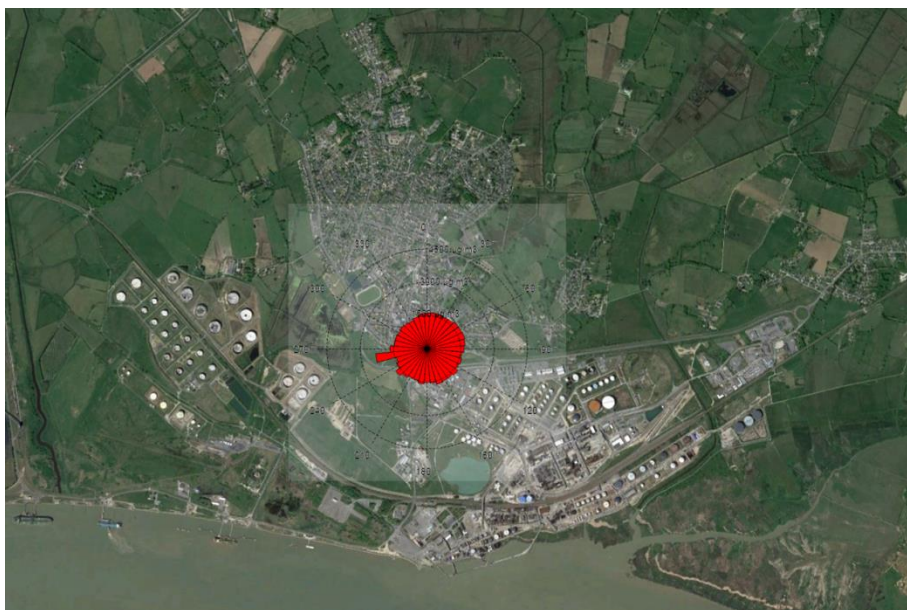


Figure 10 : rose de pollution des niveaux de pointe (P98) en méthane mesurés rue Pasteur, à Donges du 23 octobre au 27 novembre 2017



Figure 11 : rose de pollution des niveaux de pointe (P98) en méthane mesurés rue Pasteur, à Donges du 2 avril au 14 mai 2018

Les niveaux en méthane relevés autour de la raffinerie sont en moyenne similaires aux niveaux atmosphériques moyens relevés à l'échelle planétaire [11].

Les niveaux de pointe sont peu influencés par la raffinerie sur la première phase de mesure. Lors de la deuxième phase, le niveau de pointe est impacté par la partie est du site.

résultats pour les COV non méthaniques

Les composés organiques sont une famille de composants chimiques dont la structure de base repose sur le carbone et l'hydrogène. De nombreuses espèces de cette famille peuvent également comprendre de l'oxygène, de l'azote ou des halogènes. Ils sont dits volatils dès lors qu'ils sont suffisamment légers pour se trouver à l'état gazeux dans des conditions ambiantes de pression et de température. De par leur forte réactivité, ces composés peuvent être particulièrement irritants en cas de contact avec les tissus vivants et ils contribuent à la formation d'ozone troposphérique.

Les hydrocarbures sont, pour l'essentiel, des composés organiques. Beaucoup se trouvent à l'état liquide mais, en raison des importants volumes manipulés par la raffinerie Total, une surveillance des taux de COV de l'air a été demandée.

On s'intéresse ici aux COV non méthaniques, le méthane ayant été traité dans la partie précédente en raison de son taux presque fixe dans l'atmosphère.

évolution temporelle des niveaux en COVNM

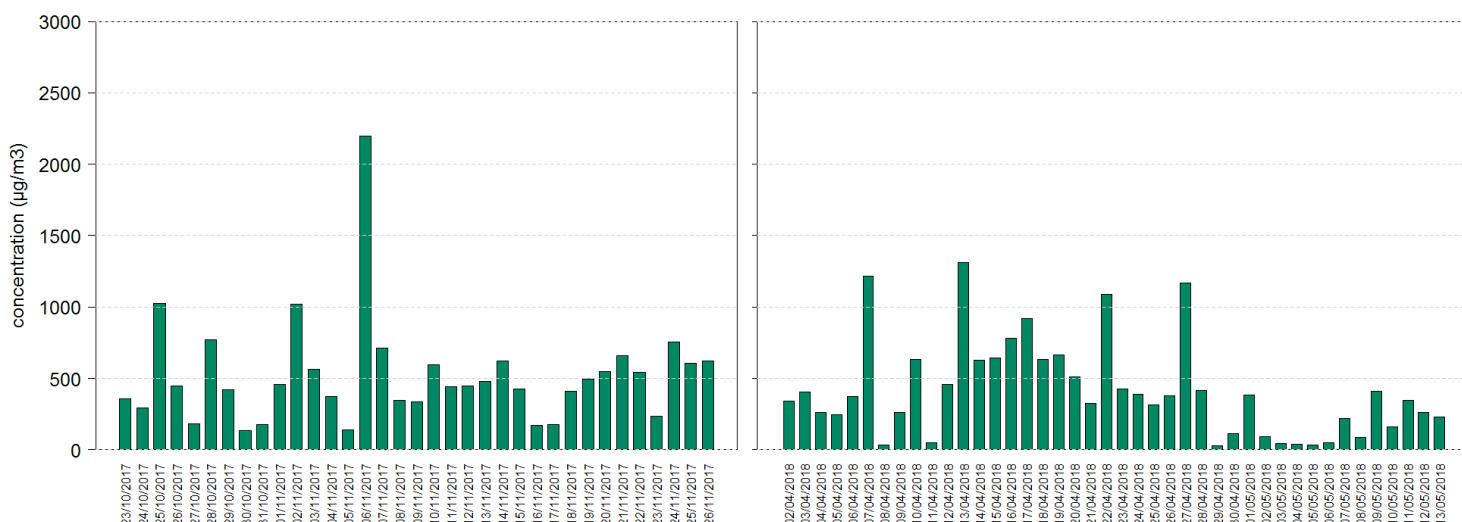


Figure 12 : évolution temporelle du maximum journalier de la concentration horaire en COVNM mesurée du 23 octobre au 27 novembre 2017 et du 2 avril au 14 mai 2018 sur le site de la rue Pasteur (Donges)

Les niveaux en COVNM dans l'air ambiant ne sont pas réglementés et il est donc difficile de mettre en perspective ces observations.

Nous notons toutefois que, à l'instar du benzène et du méthane, le niveau en COVNM reste stable mais connaît des pointes. En moyenne comme en pointe, les niveaux relevés sont proches des niveaux mesurés lors de la précédente campagne (voir tableau ci-dessous).

$\mu\text{g}/\text{m}^3$ éq. CH ₄	2016-2017	Novembre 2017	Avril 2018
Moyenne	163	196	101
Maximum horaire	2 849	2 195	1 311

La mise en perspective la plus pertinente dont nous disposons² est le suivi par Atmo Nouvelle-Aquitaine des niveaux en COVNM autour de dépôts pétroliers sur le port de La Rochelle [1].

L'édition 2017 de ce suivi fait état d'une moyenne de 7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et d'un maximum horaire de 528 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en équivalence méthane. Les niveaux à Donges sont donc très supérieurs. Cette différence s'explique par la proximité du site de mesure de Donges avec la raffinerie et par la taille de celle-ci, bien plus grosse que le dépôt Rochelais.

² La plupart des autres dispositifs de suivi des COVNM, par exemple pour la raffinerie du Feyzin [2], reposent sur des méthodes de quantification d'espèces ciblées et non de mesures des COV totaux.

localisation des zones d'émission

Les niveaux moyens en COVNM sont représentés ci-dessous en fonction de la direction des vents.



Figure 13 : rose de pollution des niveaux moyens en COVNM mesurés rue Pasteur, à Donges du 23 octobre au 27 novembre 2017. Le cercle extérieur de la rose est à $480 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Figure 14 : rose de pollution des niveaux moyens en COVNM mesurés rue Pasteur, à Donges du 3 avril au 14 mai 2018. Le cercle extérieur de la rose est à $480 \mu\text{g}/\text{m}^3$

On observe que les niveaux moyens sont fortement influencés par les installations de traitement au sud-est de la station de mesure, alors que cette direction de vent n'a pas été fréquente. Lors de la première phase de mesure, on observe également une forte influence des installations de stockage à l'ouest de la station.

conclusions et perspectives

La concentration de benzène mesurée dans l'air rue Pasteur à Donges est très variable dans le temps :

- en moyenne sur la période de mesure de fin octobre 2017 à mai 2018, soit 11 semaines, la concentration de benzène est de $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$,
- au total, ce sont 5 journées qui voient la moyenne horaire en benzène dépasser $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, soit deux fois moins que sur la précédente campagne,
- bien qu'il ne soit pas possible d'effectuer une comparaison stricte des données aux valeurs réglementaires fixées sur une moyenne annuelle, la probabilité de dépassement de l'objectif de qualité $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et de la valeur limite $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rue Pasteur à Donges est faible,
- concernant les mesures sur le hameau de la Héliardière, les niveaux sont plus élevés que rue Pasteur et un risque de dépassement de l'objectif de qualité existe. Le risque de dépassement de la valeur limite demeure faible.

Le méthane (CH_4) et les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM), ont été suivis pour la deuxième fois par Air Pays de la Loire :

- on observe un niveau moyen en méthane peu influencé mais un niveau de pointe qui marque l'influence de la partie centrale de la raffinerie,
- des niveaux en COVNM, pour lesquels il n'existe pas de référence, semblent bien influencés par la raffinerie, tant en moyenne qu'en pointe, à la fois par les zones de stockage ouest et par la partie centrale. Les niveaux sont similaires aux niveaux mesurés lors de la précédente campagne ($144 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur la campagne 2017-2018 et $163 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur la campagne 2016-2017³).

³ en équivalent Méthane.

bibliographie

[1] Atmo Nouvelle Aquitaine, 2018 : Impact de l'activité portuaire sur la qualité de l'air – Bilan 2017, p 32.

[2] Air Rhône-Alpes, 2015 : *Concentrations de COV mesurées dans l'air du Sud Lyonnais, 2013 et 2014*, 18 pages.

[3] Air Pays de la Loire, 2016 : *Évaluation des niveaux de benzène dans l'environnement de la raffinerie Total à Donges, campagnes 2015*, 28 pages.

[4] Air Pays de la Loire, 2015 : *Évaluation des niveaux de benzène dans l'environnement de la raffinerie Total à Donges, campagnes 2014*, 38 pages.

[5] Air Pays de la Loire, 2014 : *Évaluation des niveaux de benzène dans l'environnement de la raffinerie Total à Donges, campagnes 2013*, 38 pages.

[6] Air Pays de la Loire, 2013 : *Évaluation des niveaux de benzène dans l'environnement de la raffinerie Total à Donges, campagnes 2012*, 37 pages.

[7] Air Pays de la Loire, 2012 : *Évaluation des niveaux de benzène dans l'environnement de la raffinerie Total à Donges, campagnes 2011*, 35 pages.

[8] Air Pays de la Loire, 2011 : *Évaluation des niveaux de benzène dans l'environnement de la raffinerie Total à Donges, campagnes 2010*, 34 pages.

[9] Air Pays de la Loire, 2010 : *Évaluation des niveaux de benzène dans l'environnement de la raffinerie Total à Donges, campagnes 2009*, 34 pages.

[10] Air Pays de la Loire, 2009 : *Évaluation des niveaux de benzène dans l'environnement de la raffinerie Total à Donges, campagnes de mesure hiver 2008 – été 2008 – automne 2008*, 35 pages.

[11] Saunois, M., et al., 2016 : *The global methane budget 2000–2012*, Earth Syst. Sci. Data, 8, 697-751, <https://doi.org/10.5194/essd-8-697-2016>.

airpays 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