



Evaluation des niveaux de COV, de métaux et d'acide cyanhydrique dans l'air

**Dans l'environnement de la raffinerie
Total à Donges**

Campagne de mesure 2022



Sommaire

Synthèse	4
Introduction	5
Dispositif de mesure.....	6
Résultats.....	10
Benzène	10
Méthane	14
COV non méthaniques (COVnM).....	15
Mesures par tubes à diffusion passive	15
Acide cyanhydrique	17
Retombées en métaux lourds	17
Discussions.....	19
Zones d'influences.....	19
Impact de la fuite du 21 décembre	22
Historique des mesures.....	23
Conclusions	24
Perspectives	24
Annexes	26

contributions

Coordination de l'étude - Rédaction : Kristan Cuny-Guirriec,
Exploitation du matériel de mesure : Arnaud Tricoire, Arnaud Calvar, Sonia Cécile, Thibaud Tregouet,
Validation : François Ducroz, Céline Puente-Lelièvre 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 l'environnement, précisé par l'arrêté du 1^{er} août 2019 pris par le Ministère chargé de l'Environnement.

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

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

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

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

remerciements

Air Pays de la Loire remercie les services municipaux de Donges, en particulier le Collège Arthur Rimbaud et l'école primaire publique de la Pommeraye pour leur contribution à l'installation du matériel de mesure. Air Pays de la Loire tient également à remercier la SNCF pour sa contribution à l'installation du matériel de mesure automatique au niveau de la Gare de Donges.

Synthèse

Contexte

Dans le cadre de sa stratégie de surveillance du benzène depuis 2005 dans l'environnement de la raffinerie de Donges, Air Pays de la Loire a poursuivi ses mesures conformément aux exigences de l'arrêté préfectoral 2019/ICPE/016 du 24 Janvier 2019.

En plus des mesures automatiques en benzène et en COV non méthaniques sur les sites de la Gare SNCF et de la Mégretais, des mesures de benzène et de coupes d'hydrocarbures ont été effectuées par prélèvement passif sur 9 sites dans l'environnement de la raffinerie. A la demande de l'INERIS, des mesures complémentaires de concentrations d'acide cyanhydrique et de retombées atmosphériques de 12 métaux lourds ont été ajoutées au protocole en 2022.

Cette campagne a été marquée par le redémarrage des activités de production de la raffinerie, le 27 avril 2022, dans le contexte de la reprise économique post crise sanitaire, et a été marquée par une fuite d'essence ayant eu lieu dans un des bacs de stockage au soir du 21 décembre 2022 et dont les émissions se sont poursuivies jusqu'au 28 décembre.

Résultats

Situation vis-à-vis de la réglementation

A partir des mesures automatiques et des mesures par prélèvements passif, les concentrations en benzène indiquent :

- Un probable dépassement de l'objectif de qualité, fixé à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle, sur les sites de la Gare SNCF et de l'apportement n°5.
- Le site du collège a été impacté par la fuite d'essence du 21 décembre ; son exposition aigüe fin décembre ne relève pas d'une exposition annuelle habituelle. L'objectif de qualité y est toutefois probablement dépassé en 2022.
- Aucun des sites ne dépasse la valeur limite, fixée à $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle.

Zones d'influence

L'ensemble des mesures ont mis en évidence :

- Une influence prépondérante de la zone de stockage nord, puis des unités de production. Le site de la Gare SNCF est le plus exposé à ces zones d'émissions du fait de sa position enclavée au sein de la raffinerie, et des conditions météorologiques plaçant préférentiellement ce site sous les vents de ces zones ;
- La zone des Magouëts semble avoir une influence sur le site de la Hélandière ;
- Les périodes de chargement/déchargement au niveau des zones d'apportements n'ont pas permis de conclure à une influence de ces zones sur les concentrations en benzène et en COVNM relevées sur le site de la Gare SNCF. Le site de l'apportement n°5 semble toutefois avoir été impacté entre le 28 septembre et le 7 octobre.

Historique des mesures

En lien avec le redémarrage des activités de production de la raffinerie, il a été montré que :

- Les concentrations en benzène ont été multipliées par 2 sur le site de la Gare SNCF, passant de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne en 2021 à $3,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2022 ;
- Les concentrations moyennes en benzène sur l'ensemble de la zone dongeoise (8 sites de prélèvements passifs) ont augmenté de 1,3 à $1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ entre 2021 et 2022. Cette augmentation est à relativiser du fait de l'influence de la fuite d'essence qui ne relève pas de l'exposition habituelle.

Perspectives

Les mesures de retombées atmosphériques en métaux ont montré une surconcentration en plomb, zinc et cuivre sur le site de la Gare SNCF par rapport aux autres sites de mesure. Ce site faisait l'objet de travaux de démantèlement par la SNCF, pouvant impacter les mesures. Air Pays de la Loire préconise la reconduite de ces mesures sur l'année 2023 afin de confirmer ces observations, hors situation de travaux.

L'ensemble des mesures en acide cyanhydrique sont en-dessous des limites de détection de l'appareil, n'indiquant aucune problématique particulière sur ce polluant. Air Pays de la Loire préconise de ne pas reconduire de ces mesures sur l'année 2023.

Introduction

Afin d'évaluer les niveaux de composés organiques volatils (COV) dans l'environnement de l'établissement, 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 les arrêtés préfectoraux n°2014/ICPE/306 et 2019/ICPE/016 relatifs à l'exploitation de la raffinerie, notamment par la mesure en composés organiques volatils.
- Inscrire ces résultats dans un historique de mesure, dont la stratégie de surveillance du benzène est mise en œuvre depuis 2005 à Air Pays de la Loire.

L'arrêté préfectoral 2019/ICPE/016 du 24 Janvier 2019 renforce cette surveillance et apporte des précisions sur les modalités de mesure des COV, notamment du benzène et du naphtalène. Le dispositif de mesure avait donc été complété au sein de la campagne 2020 pour répondre aux nouvelles exigences.

En ce qui concerne le benzène, les campagnes de mesures réalisées depuis 2005 ont mis en évidence une influence des zones de stockage et de la partie centrale de la raffinerie dans l'environnement immédiat de l'établissement (0-300 mètres). Les campagnes de 2016 à 2021 ont conduit à écarter, dans le centre-ville de Donges et au hameau de la Hélarrière, le risque de dépassement de l'objectif de qualité ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle) et de la valeur limite annuelle ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

La campagne de mesure réalisée en 2021 avait montré l'influence de la zone de stockage nord et des unités de production de la raffinerie dans les concentrations en benzène et en composés organiques volatils non méthaniques (COVNM) relevées dans le centre-ville de Donges, malgré l'arrêt de la raffinerie en raison de la crise sanitaire. L'objectif de qualité ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle) est probablement dépassé sur les sites de la Gare SNCF et des appointements, mais aucun dépassement des valeurs de référence ne semble avoir eu lieu dans les zones habitées de Donges. En raison des concentrations en naphtalène proches des limites de quantification de l'appareil, sans aucune indication d'une potentielle influence de la raffinerie ⁽¹⁾, ces mesures ont été arrêtées en 2021, et ont été remplacées à la demande de la DREAL par les mesures des composés suivants : le cumène, le styrène, les hydrocarbures aliphatiques et aromatiques avec distinction des différentes coupes entre C6 et C12.

Sur recommandation de l'INERIS s'y ajoutent les mesures en concentrations atmosphériques d'acide cyanhydrique, et en retombées atmosphériques de 12 métaux lourds. Cette première campagne permettra d'évaluer la pertinence de pérenniser la surveillance de ces composés.

Les mesures de 2022 synthétisées dans ce rapport s'inscrivent dans un processus historique de mesure, en comparant les données de concentrations de polluants aux valeurs réglementaires en vigueur dans le cadre de l'arrêté préfectoral 2019/ICPE/016.

L'année 2022 a notamment été marquée par le redémarrage des activités de production de la raffinerie, à partir du 27 avril, en lien avec la reprise économique post crise sanitaire.

Réglementation en air ambiant

Les concentrations de benzène dans l'air sont réglementées par le décret 2010-1250 du 21/10/2010 qui définit deux seuils :

- **une valeur limite pour la protection de la santé humaine fixée à $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle**
- **un objectif de qualité fixé à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle**

Définitions :

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.

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.

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, au pas de temps quart-heure.

Le premier analyseur, un chromatographe en phase gazeuse à détection d'ionisation de flamme - GC/FID, suit les COV aromatiques (BTEX : 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.

Des mesures de COV par tubes à diffusion passive

Parallèlement, les niveaux moyens de BTEX (benzène, toluène, éthyl-benzène, xylènes) sont évalués par tubes à diffusion passive. Cette méthode est basée sur le transport par diffusion moléculaire des polluants de l'air extérieur vers une zone de piégeage constituée d'une cartouche adsorbante spécifique.

Les BTEX sont ainsi retenus et s'accumulent sur cette cartouche. Le tube à diffusion passive est exposé dans l'air ambiant pendant une semaine puis envoyé en laboratoire pour analyse.

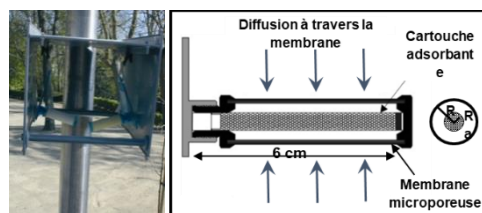


Figure 1. Installation de tubes à diffusion passive (à gauche) et vue en coupe d'un tube avec principe de prélèvement (à droite)

Mesures des concentrations d'acide cyanhydrique par filtres



Figure 2. Préleveur d'acide cyanhydrique gazeux

Le principe de la collecte repose sur la collecte de la phase aérosol sur filtre en fibre de quartz issue du prélèvement de la phase gazeuse (HCN) sur filtre en fibre de quartz imprégné de NaOH. Le prélèvement est hebdomadaire. Les filtres sont ensuite analysés par chromatographie ionique, selon une norme adaptée de la méthode Metropol INRS M178.

Mesures des retombées atmosphériques de métaux par jauges

Les précipitations atmosphériques sont collectées dans des jauges Owen (normes **NF X43-014**), installées sur chaque site en début de campagne puis retirées en fin de campagne. La détermination de la masse en métaux lourds est effectuée par spectrométrie de masse selon la norme **NF EN 15841**. La mesure de ces retombées atmosphériques est exprimée en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{jour}$. Les métaux mesurés sont : l'arsenic, le cadmium, le chrome, le cobalt, le cuivre, le mercure, le molybdène, le nickel, le plomb, le titane, le vanadium et le zinc.

Les retombées atmosphériques mesurées par site sont la somme des retombées solubles (c'est-à-dire contenues dans l'eau de pluie) et des retombées insolubles (c'est-à-dire le dépôt sec).



Figure 3. Préleveur d'eau de pluie (jauge Owen)

Sites de mesure

Les analyseurs automatiques ont été installés sur deux sites :

- A la Gare SNCF de Donges, à proximité immédiate de la raffinerie de Donges, et à 1 km de la zone d'habitation de Donges. Ce site est potentiellement influencé par la raffinerie par vents d'ouest (zone de stockage des Magouëts), de sud (apportements), et d'est (unité de production et zone de stockage nord), ce qui en fait un site d'intérêt dans l'évaluation des sources ponctuelles de pollution.
- A la Mégretais, situé à 1,5 km de la raffinerie, et au sein d'une zone habitée. Ce site est sous l'influence de la raffinerie par vents de Sud-Ouest, qui sont les vents dominants dans la région. Cette station est par ailleurs une station de mesure permanente d'Air Pays de la Loire.

Les mesures des COV par tubes à prélèvements passifs, les mesures de concentrations atmosphériques d'acide cyanhydrique et de retombées atmosphériques de métaux par jauges sont installés sur 9 sites répartis dans Donges, et résumés dans le tableau ci-dessous :

Site	Concentrations atmosphériques			Retombées atmosphériques
	Benzène, Méthane, COV	COV	Acide cyanhydrique	Métaux
Durée d'exposition	<i>Quart-horaire</i>	<i>Hebdomadaire</i>	<i>Hebdomadaire</i>	<i>Mensuel</i>
1. Gare SNCF	X	X		X
2. Rue des écoles		X		X
3. Plessis		X		X
4. Collège Arthur Rimbaud		X	X	X
5. Rio d'Assac		X		X
6. La Mégretais	X	X	X	X
7. Appontement n°5		X		X
8. La Pommeraye (site témoin)		X		X
9. La Hélarrière		X		X

La carte ci-dessous permet de localiser chacun de ces sites par rapport à la raffinerie de TotalEnergies.



Figure 4. Localisation des points de mesure dans l'environnement de la raffinerie. En rouge : les 2 sites de mesures choisis comme lieux d'implantation des mesures automatiques en plus des mesures passives.

Périodes de mesure

Mesures automatiques

Les mesures automatiques ont été réalisées sur deux fois 1 mois dans des périodes météorologiques contrastées, en avril puis en novembre :

localisation	période de mesure	taux de validité des mesures	
		BTEX	COV
Gare SNCF	Du 7/04/22 au 9/05/22	96 %	98 %
	du 15/11/22 au 20/12/22	94 %	97 %
Mégretais	du 7/04/22 au 9/05/22	97 %	100 %
	du 15/11/22 au 20/12/22	91 %	93 %

Périodes de mesures automatiques et taux de validité des mesures

Mesures par tubes passifs

Les mesures par tubes passifs ont été effectuées sur 4 périodes de 4 semaines, réparties dans l'année, comptabilisant au total 4 mois de mesure. Chaque mesure sur tube intègre une semaine entière de mesure.

Localisation	phase de mesure	période de mesure en 2021	Mesures hebdomadaires validées, par site								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
9 points de mesure (en simultané)	Phase 1 Avril 2022	du 07/04 au 14/04		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		du 14/04 au 21/04	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		du 21/04 au 28/04	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		du 28/04 au 05/05	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
	Phase 2 Juin 2022	du 02/06 au 09/06		✓			✓	✓			✓
		du 09/06 au 17/06		✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓
		du 17/06 au 23/06		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		du 23/06 au 30/06	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
	Phase 3 Septembre 2022	du 07/09 au 14/09		✓	✓	✓		✓		✓	✓
		du 14/09 au 21/09	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓
		du 21/09 au 28/09		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		du 28/09 au 07/10		✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Phase 4 Novembre 2022	du 24/11 au 30/11	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		du 30/11 au 07/12	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		du 07/12 au 15/12	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
		du 15/12 au 23/12	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓	✓
Taux de validité moyen par site (en %)			56	100	81	100	75	100	81	94	94

Périodes de mesure par tubes passifs et par site

Mesures par filtres

Les mesures d'acide cyanhydrique (HCN) par filtres ont été réalisées sur quatre fois 2 semaines, en parallèle des mesures par tubes à prélèvement passif, sur les 2 sites du Collège Arthur Rimbaud et de la Mégretais.

localisation	période de mesure	taux de validité des mesures	
		HCN	
Collège et Mégretais	Du 22/04 au 12/05/22	100 %	
	Du 16 au 30/06/22	100 %	
	Du 21/09 au 07/10/22	100 %	
	Du 24/11 au 07/12	100 %	

Périodes de mesures par filtres et taux de validité des mesures

Mesures par jauges

Les mesures de retombées atmosphériques de métaux par jauges ont été réalisées sur 2 fois 1 mois, en parallèle des mesures automatiques, sur l'ensemble des 9 sites.

localisation	période de mesure	taux de validité des mesures	
		Métaux	
9 sites en simultané	Du 07/04 au 12/05/22	100 %	
	Du 24/11/22 au 05/01/23	89 %*	

Périodes de mesures par jauges. *Suite à une fuite sur la jauge positionnée sur le site de la Pommeraye lors des prélèvements de novembre, l'analyse des métaux sur ce site n'a pas pu être effectuée.

Redémarrage de la raffinerie

Dans le contexte de la reprise économique qui a fait suite à la crise due au covid-19, la raffinerie, qui était à l'arrêt tout au long de l'année 2021, a redémarré à partir du 27 avril 2022.

Conditions météorologiques

Les données météorologiques de référence pour cette campagne sont celles relevées par la station Météo-France de Montoir-de-Bretagne, site le plus proche de nos instruments de mesures.

La première phase de la campagne, en avril 2022, a été marquée par des vents principalement établis au Nord et Nord-Est, plaçant idéalement le site de la Gare SNCF (site n°1) sous l'influence des zones de stockage Nord et des unités de production. Le site de La Mégretais a toutefois peu été exposé à l'influence de la raffinerie au cours de cette période.

La seconde phase a été marquée par deux composantes principales, l'une nord-est, et l'autre sud-ouest avec des vents plus établis. Une 3^e composante, entièrement sud, apparaît. Ces différentes directions de vents placent idéalement le site de la Gare SNCF sous l'influence de l'ensemble des différentes zones de la raffinerie, et le site de La Mégretais sous l'influence de la zone de stockage nord et des unités de production.

Ces vents sont représentatifs des vents moyens annuels enregistrés sur la totalité de l'année 2022 à Montoir-de-Bretagne.

Concernant les 4 mois de mesure par tubes à diffusion passive, la rose des vents de l'ensemble de ces 4 mois est également représentative des vents moyens annuels relevés en 2022, avec deux composantes majeures, l'une sud-ouest, et l'autre nord-est.

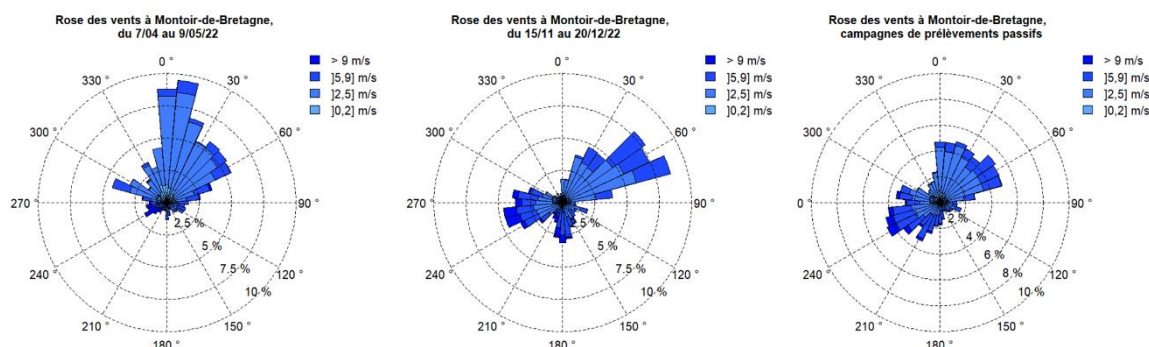


Figure 5. Roses des vents à Montoir-de-Bretagne au cours des deux campagnes de mesures automatiques, en avril 2022 (à gauche) et en novembre 2022 (au centre), et au cours des 4 mois de mesure par prélèvements passifs.

Rose des vents

La rose des vents est un moyen de représenter dans un même graphique la direction et la vitesse moyenne des vents mesurés à un point donné, dans notre cas une station Météo-France.

Comment lire une rose des vents :

- L'orientation (la provenance) des vents est indiquée sur l'axe extérieur.
- 0° = nord, 90° = est, 180° = sud, 270° = ouest.
- La longueur d'une pale indique la proportion (sur les axes verticaux et circulaires intérieurs) de vents mesurés pour une orientation donnée. Plus une pale est longue, plus la station a mesuré de vents en provenance de cette orientation.
- Les classes de vitesse de vents (en m/s) sont représentées par un dégradé de couleur.

Résultats



Benzène

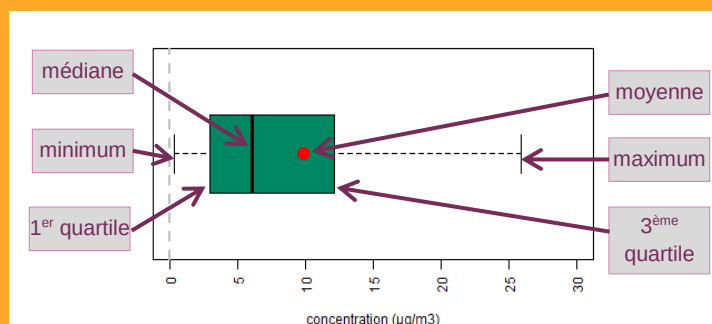
Les valeurs réglementaires en France stipulent que l'**objectif de qualité** est fixé à 2 µg/m³ en moyenne annuelle, et que sa **valeur limite annuelle** est de 5 µg/m³.

Mesures automatiques

Les figures ci-dessous montrent sous forme de boîte à moustache (boxplot) la distribution statistique des mesures en benzène sur les 2 sites de la Mégretais et de la Gare SNCF au cours des 2 mois de mesure.

Méthodologie

Le graphique ci-dessous est une boîte à moustaches (aussi appelée boxplot), il représente les principales caractéristiques statistiques d'une distribution de données, ici l'ensemble des mesures horaires :



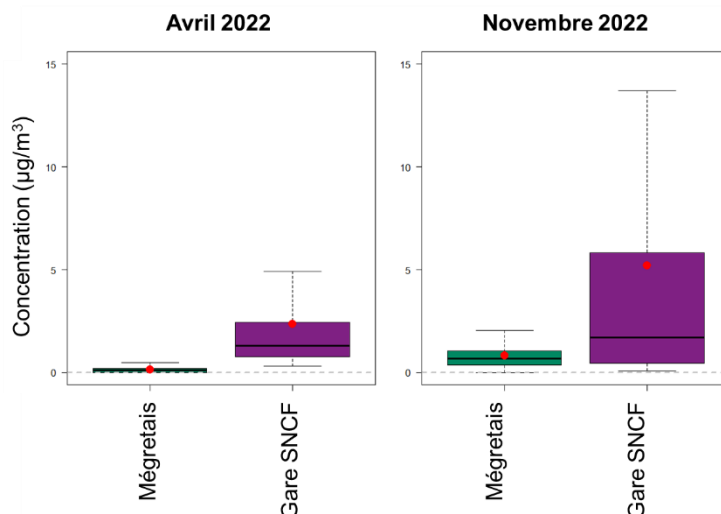


Figure 6. boxplot des concentrations horaires en benzène mesurées sur les sites de la Gare SNCF de Donges et de la Mégretais, en avril (à gauche) et novembre 2022 (à droite).

A la gare SNCF, les concentrations moyennes au cours du mois de mesure y sont de $2,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en avril, et de $5,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en novembre, soit une moyenne de $3,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur les deux mois.

A la Mégretais, les concentrations y sont plus faibles qu'à la Gare SNCF, avec une moyenne de $0,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et de $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en avril et novembre, respectivement, soit une moyenne de $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

De la même manière que lors de l'année 2021, les concentrations en 2022 sont plus élevées en période hivernale (novembre) qu'en période estivale (avril). Les concentrations sont plus dispersées sur le site de la Gare SNCF que sur le site de la Mégretais en raison de pics de concentrations horaires plus élevés et plus nombreux sur ce site, du fait de sa position enclavée au sein de la raffinerie.

Il est considéré comme probable¹ qu'aucun des deux sites ne dépasse la valeur limite annuelle fixée à $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Il est en revanche probable que l'objectif de qualité, fixé à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle, soit dépassé sur le site de la Gare SNCF. Cette surconcentration observée à la Gare SNCF par rapport à la Mégretais s'explique par la proximité immédiate de la Gare avec la raffinerie (900 m du centre de la raffinerie contre 2 km pour le site de la Mégretais), qui l'expose plus aux émissions de la zone de stockage nord et des unités de production notamment (cf. partie *zones d'influences*).

Mesures par tubes à diffusion passive

En parallèle des mesures automatiques, des mesures par tubes à diffusion passive ont été effectuées sur 4 périodes de 4 semaines également réparties dans l'année : en avril, juin, septembre et novembre. La méthode de mesure permet d'évaluer le niveau moyen de benzène sur 1 semaine.

La figure ci-dessous représente les résultats des concentrations moyennes en benzène, par site, sur l'ensemble des 16 semaines de prélèvements. Le détail des résultats par campagne est proposé en annexes. Seules les semaines validées par site, selon les critères du LCSQA¹, ont été retenues dans cette étude. Le nombre de semaine validées par site est précisé dans la partie « *Dispositif de Mesures* ».

Les résultats montrent une décroissance rapide des concentrations avec la distance par rapport au centre de la raffinerie.

Les 3 sites les plus exposés et montrant un probable dépassement de l'objectif de qualité ($2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle) sont :

- la Gare SNCF, avec une moyenne de $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, une concentration relativement proche de celle mesurée par mesures automatiques ;
- l'appontement n°5, avec une moyenne de $2,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- le Collège, avec une moyenne de $2,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Cette exposition est exceptionnelle, ce site ayant été impacté sur les 2 derniers jours de mesure par l'incident de la fuite d'essence survenue dans la soirée du 21 décembre. Cette concentration n'est donc pas représentative de l'exposition annuelle habituelle^(1,2). Une étude détaillée de ce site est précisée ci-après afin de mieux différencier l'exposition annuelle hors incident, et l'impact de l'incident sur cette exposition (voir le paragraphe « cas particulier du site n°4 'collège' » en page 13).

¹ La valeur limite et l'objectif de qualité 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.

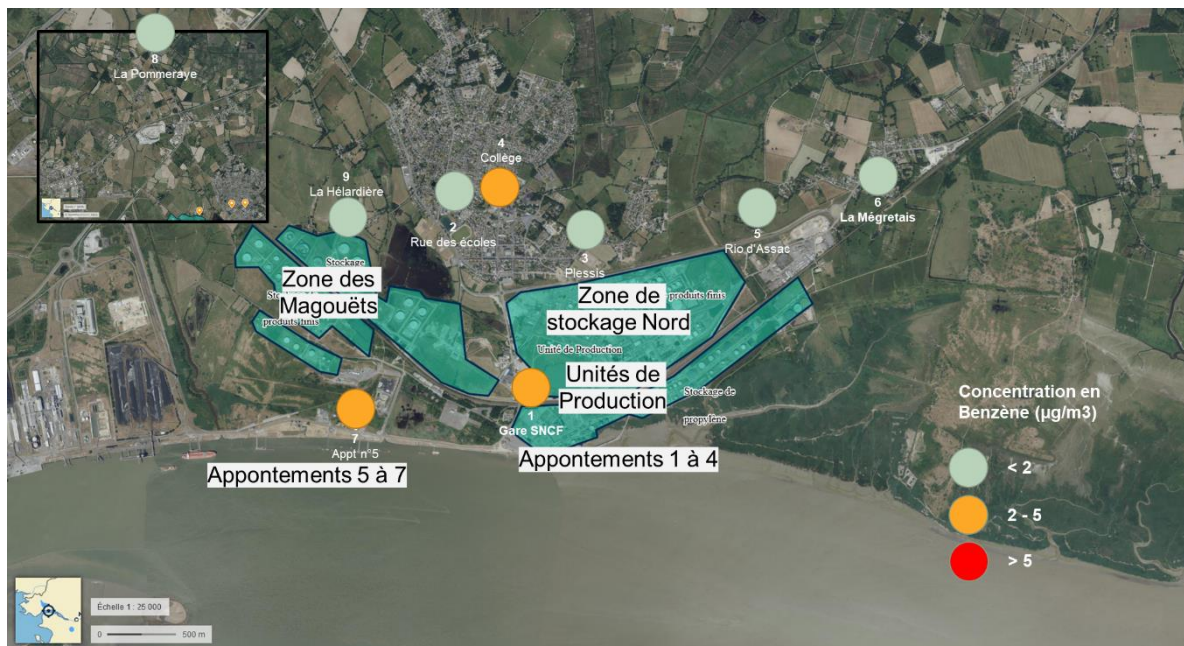


Figure 7. Concentrations moyennes en benzène en 2022 sur les 9 sites de mesures par la méthode de mesure par diffusion passive. La moyenne est calculée sur le nombre de semaine validées par site.

Les concentrations décroissent ensuite au niveau des sites situés à proximité des zones des Magouëts (sites 2, 4 et 9) avec des concentrations comprises entre 1 et 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, jusqu'à atteindre des concentrations inférieures ou égales à 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour l'ensemble des autres sites (voir tableau ci-dessous). Ces résultats confirment la tendance observée depuis 2020 ^(1,2).

Aucun des sites ne révèle une concentration supérieure à la valeur limite annuelle de 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ces observations corroborent les résultats par mesures automatiques, confirmant un probable dépassement de l'objectif de qualité (2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle) sur le site de la Gare SNCF.

Site	1 Gare SNCF	2 Rue des Ecoles	3 Plessis	4 Collège	5 Rio d'Assac	6 La Mégretais	7 Appt n°5	8 La Pommeraye	9 La Hélandière
Semaines validées	N = 9	N = 16	N = 13	N = 16*	N = 12	N = 16	N = 13	N = 15	N = 15
Benzène ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	3,5	1,1	0,9	2,1*	1	0,9	2,3	0,5	1,4

Concentrations moyennes en benzène sur les 9 sites de mesure, sur les 16 semaines de mesures par diffusion passive. Le détail des résultats par semaine et par site est présenté en annexe.
* sur ce site, la dernière semaine a été influencée par l'incident de la fuite d'essence. L'exposition de ce site aux émissions de benzène n'est pas habituelle et n'est pas représentative de l'exposition annuelle. Voir le paragraphe « cas particulier du site n°4 'collège' »

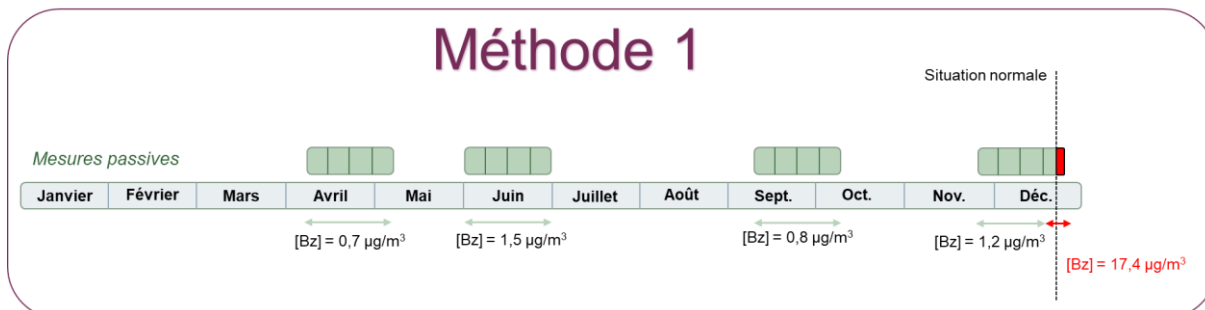
Cas particulier du site n°4 'collège'

Le site du collège a été influencé par une fuite d'essence ayant eu lieu le 21 décembre au soir, et dont les émissions se sont poursuivies jusqu'au 28 décembre (cf. partie « Discussions »). Les concentrations relevées sur ce site ne sont pas représentatives d'une exposition annuelle habituelle, mais sont impactées par une exposition aiguë.

Afin d'évaluer l'exposition annuelle de ce site en tenant compte de cette situation accidentelle, 2 méthodes de calcul ont été entreprises.

1^{ère} méthode de calcul

Hypothèse : chacune des 16 semaines de mesure a le même poids statistique.



Résultat : en tenant compte de la moyenne des concentrations sur les 16 semaines de mesure par tubes à diffusion passive, la concentration en benzène au collège est de 2,1 µg/m³, indiquant un probable dépassement de l'objectif de qualité.

Limites de cette méthode : la dernière semaine relève d'une exposition accidentelle, non représentative de l'exposition annuelle. Sur cette dernière semaine, 2 jours sont impactés par l'incident, apportant un biais à la mesure indicative hebdomadaire. Dans ce type de situation, les mesures par tubes à diffusion passive ne sont pas adaptées pour une mesure indicative ; les mesures automatiques seraient plus adaptées ⁽³⁾.

2^{ème} méthode de calcul

Dans le cadre du dispositif FIR mis en place pour cet accident, un analyseur automatique de benzène a été positionné au niveau du Stade de Donges, à 300 mètres à l'ouest du collège, à partir du 23 décembre. Les résultats issus de cette étude peuvent être repris afin de mieux appréhender l'exposition annuelle dans sa globalité.

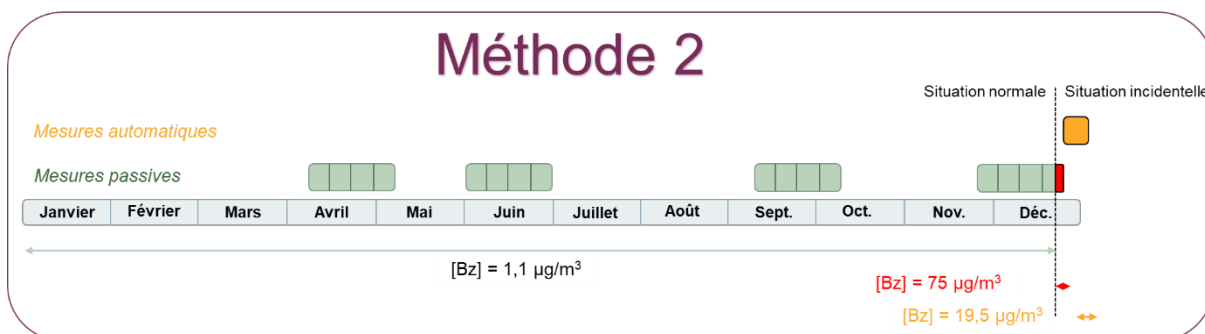
Hypothèses

- Il est supposé que la concentration moyenne, hors incident, sur les 15 premières semaines de mesure par tubes à diffusion passive est représentative de l'exposition annuelle, soit une concentration moyenne de 1,1 µg/m³ entre le 1^{er} janvier et le 15 décembre.
- La dernière semaine de mesure par méthode passive, du 15 au 23 décembre, est découpée en 2 blocs. Il est supposé que la concentration moyenne en benzène entre le 15 et le 21 décembre, hors incident, est équivalente à la concentration moyenne mesurée sur les 15 premières semaines, soit 1,1 µg/m³.
- Les concentrations sur la fin de l'année, à partir du 22 décembre, sont reconstruites grâce au 2^{ème} bloc et aux mesures automatiques pré-citées.

Résultats

- La concentration équivalente sur le début de l'évènement, les 22 et 23 décembre, est en moyenne de 75 µg/m³ sur 2 jours.
- Entre le 23 et le 31 décembre, les mesures automatiques au stade de Donges ont enregistré une concentration moyenne de 19,5 µg/m³.

En moyenne sur 2022, la concentration moyenne en benzène est, avec cette 2^{ème} méthode de calcul, de 2,0 µg/m³.



Bilan

Ces deux méthodes de calcul indiquent un probable dépassement de l'objectif de qualité sur le site du collège, la moyenne annuelle ayant été impactée par l'exposition aiguë inhabituelle survenue les dix derniers jours de décembre. Il est très probable que la valeur limite (5 µg/m³ en moyenne annuelle) soit respectée. En tout état de cause, le résultat issu de la 1^{ère} méthode de calcul – majorant – de 2,1 µg/m³ est retenu.

Méthane



Le méthane (CH₄) provient de l'élevage des ruminants, des décharges d'ordures, des exploitations pétrolières et gazières et des zones humides.

Le méthane est considéré comme le 2^e contributeur des gaz à effet de serre émis par les activités humaines. Son pouvoir de réchauffement sur 100 ans est 28 fois supérieur à celui du dioxyde de carbone, mais sa durée de vie est plus courte, de l'ordre d'une douzaine d'année.

Il est présent en quantité non négligeable dans l'atmosphère, et sa concentration est en moyenne homogène quel que soit l'endroit de la planète.

La figure ci-dessous représente la distribution statistique des concentrations horaires de méthane au cours des 2 mois de mesure.

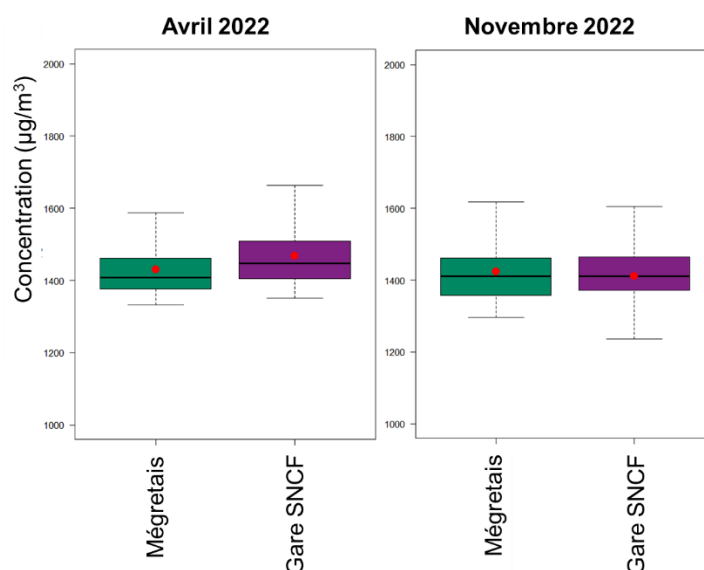


Figure 8. boxplot des concentrations horaires en méthane mesurées sur les sites de la Gare SNCF de Donges et de la Mègretais, en avril (à gauche) et novembre 2022 (à droite).

Les niveaux en CH₄ montrent un niveau de fond autour de 1300 µg/m³, qui correspond en réalité au niveau mélangé de méthane dans l'atmosphère moyenne mondiale ⁽⁴⁾, c'est-à-dire sans perturbation locale. La distribution des mesures est similaire sur les deux sites. Sur les deux mois de mesure, les concentrations moyennes sont homogènes entre les deux sites de mesures : elles s'établissent à 1439 µg/m³ et 1426 µg/m³ à la Gare SNCF et à Mègretais, respectivement.

L'influence de la raffinerie ne peut pas être clairement identifiée, en témoigne les roses de concentrations présentées en annexes. Les concentrations en méthane sont effectivement homogènes quelle que soit la direction du vent.

Ces résultats confirment ceux précédemment établis lors des précédents rapports d'Air Pays de la Loire.

COV non méthaniques (COVnM)

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, nocif pour l'environnement et la santé.

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. Les concentrations sont exprimées en microgrammes équivalent carbone par mètre cube ($\mu\text{g éq. C/m}^3$). Il n'existe pas de réglementation pour ce polluant.

Mesures automatiques

Les figures ci-dessous montrent sous forme de boîte à moustache (boxplot) la distribution statistique des mesures en benzène sur les 2 sites de la Mégretais et de la Gare SNCF au cours des 2 mois de mesure.

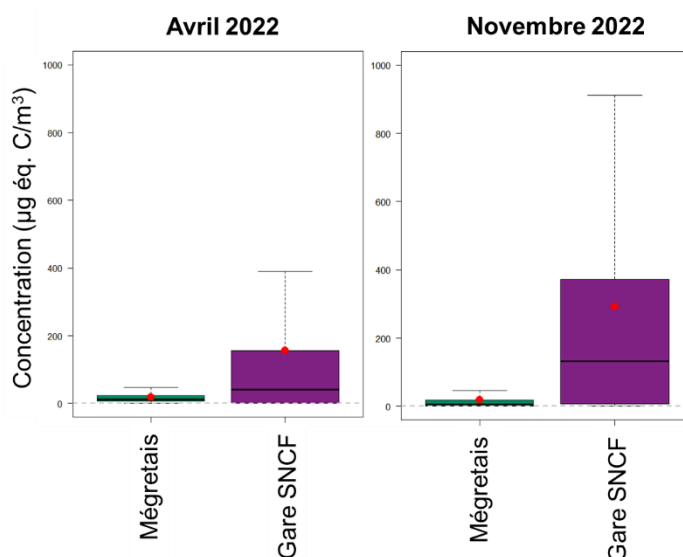


Figure 9. boxplot des concentrations horaires en COV non méthaniques mesurées sur les sites de la Gare SNCF de Donges et de la Mégretais, en avril (à gauche) et novembre 2022 (à droite).

Les résultats montrent que les concentrations moyennes en COV non méthaniques sont 12 fois supérieures sur le site de la Gare SNCF ($227 \mu\text{g éq. C/m}^3$) que sur le site de la Mégretais ($18 \mu\text{g éq. C/m}^3$).

Les concentrations sont également plus dispersées à la Gare SNCF qu'à la Mégretais. Cela est dû à des pics de concentrations horaires plus fréquents et plus intenses sur ce site. Cette observation est similaire à celle relevée pour le benzène, et s'explique par des conditions météorologiques qui ont été plus favorables à l'exposition de la Gare SNCF aux émissions des zones de stockages nord et des unités de production, notamment en novembre (vents compris entre 10°N et 80°N , cf. partie *Discussions*).

Mesures par tubes à diffusion passive

En parallèle des mesures automatiques sur 2 mois, des mesures par prélèvement passifs sont effectués sur 4 périodes de 4 semaines, répartis sur les 9 sites de mesure. Le taux de validité des mesures par site est rappelé dans la partie « *Dispositif de mesure* ».

Hormis pour le benzène, il n'existe pas de valeur réglementaire française sur l'ensemble des COV mesurés. Les hydrocarbures aliphatiques et aromatiques sont des coupes TPH (Hydrocarbures Pétroliers Totaux) qui regroupent des molécules dont les chaînes carbonées contiennent de 6 (C6) à 12 (C12) atomes de carbones. A titre d'exemple, la coupe *Aromatique C6-C7* contient essentiellement du benzène, et la coupe *Aromatique C7-C8* contient essentiellement du toluène.

Ci-dessous sont présentés les résultats moyens sur l'ensemble des semaines de mesure. Afin d'améliorer la visibilité des résultats, la figure ci-dessous se focalise sur les concentrations moyennes des 15 espèces de COV pour les 3 sites ayant enregistré les concentrations les plus élevées en benzène : la Gare SNCF (site 1), le Collège (site 4) et l'Appontement n°5 (site 7). Les valeurs numériques sont présentées en annexe.

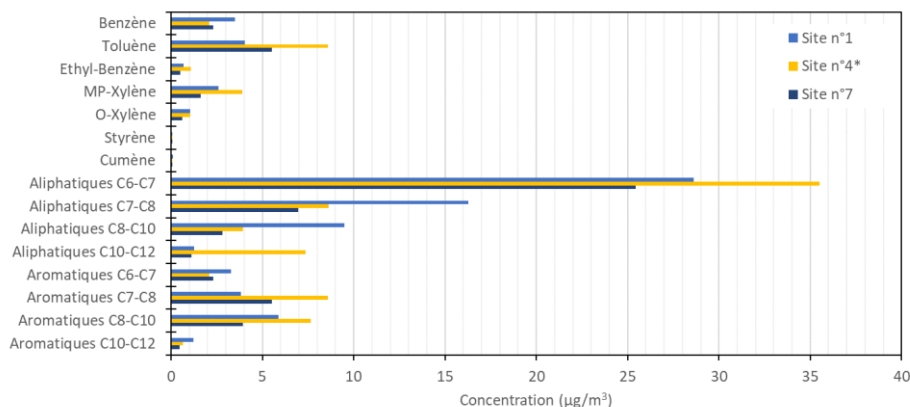


Figure 10. Concentration des COV majoritaires mesurés sur les 3 sites de mesure ayant les concentrations les plus élevées en benzène (sites n°1, n°4 et n°7). *sur le site n°4, les mesures ont été impactées par l'incident survenu lors de la dernière semaine de mesure ; ces concentrations ne sont pas représentatives d'une exposition annuelle habituelle.

Les résultats pour l'ensemble des autres sites est présenté sur la figure ci-dessous. Il est à noter la différence d'échelle de concentrations entre les deux graphiques.

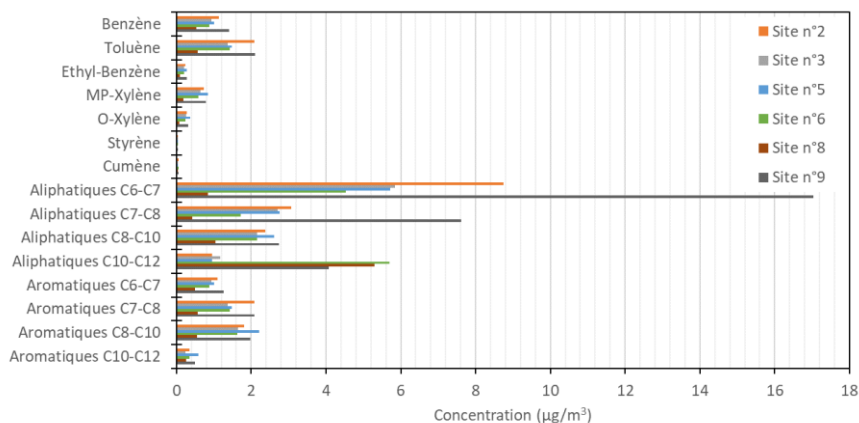


Figure 11. Concentration des COV majoritaires mesurés sur l'ensemble des autres sites de mesure.

Sur les sites de la Gare SNCF (site n°1) et de l'Appontement n°5 (site n°7):

- Le composé majoritaire est l'aliphatique C6-C7, avec des concentrations comprises entre 25 et 29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;
- La Gare SNCF est le site le plus exposé aux concentrations en benzène et en coupes aliphatiques C7-C10 ;

Sur le site du collège (site n°4) :

- Les concentrations moyennes sont portées à la hausse par l'impact de la fuite d'essence ayant eu lieu lors de la dernière semaine de mesure (cf. partie *Discussion*), ce site ayant été spécifiquement sous les vents du bac accidenté. Ces résultats ne témoignent donc pas d'une exposition habituelle, mais d'une exposition aiguë en lien avec l'incident ;
- La coupe majoritaire est l'aliphatique C6-C7, avec une concentration de 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Cette coupe contient du naphta, composé présent dans le bac de stockage qui a fuité à partir du 21 décembre en soirée. Sur l'année 2021 hors incident, les concentrations en aliphatique C6-C7 étaient similaires à celles relevées sur les autres sites de Donges, témoignant du fait que le site du collège n'a pas d'exposition particulière à ce polluant en situation habituelle ^(1,2).

Sur l'ensemble des autres sites :

- Les composés les plus présents en quantité sont les différentes coupes d'aliphatiques C6 à C12 (aliphatiques lourds ayant des chaînes carbonées composées de 6 à 12 atomes de carbone).
- Les aromatiques C6-C7 et C7-C8 ont des concentrations similaires à celles relevées pour le benzène et le toluène, respectivement, signifiant que ces coupes aromatiques ne contiennent peu d'autres substances en présence.
- Les concentrations en cumène et styrène sont faibles et souvent inférieures aux limites de quantification de l'appareil² pour l'ensemble des sites, confirmant les résultats de l'étude de 2021 ⁽²⁾. Le redémarrage de la raffinerie n'a pas eu d'impact sur les concentrations de ces composés.

² La limite de quantification (L.Q.) est la plus petite concentration pouvant être quantifiée, avec une incertitude acceptable, dans les conditions de prélèvement. Le laboratoire TERA environnement définit une limite de quantification LQ = 0,01 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le cumène et pour le styrène, pour un temps d'exposition d'une semaine.

Acide cyanhydrique

Sur les 4 périodes de 15 jours de mesure à la Mégretais et au Collège, aucune des mesures ne dépasse la limite de quantification de l'appareil ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$). L'influence de la raffinerie ne peut pas être déterminée.

Retombées en métaux lourds

Les retombées atmosphériques en métaux lourds sont récoltées sur 1 mois sur les 9 sites de mesure, de manière synchrone avec les mesures automatiques. Les concentrations sont exprimées en $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$. Le graphique ci-dessous présente les résultats des concentrations mesurées en métaux pour chaque site. A noter la différence d'échelle entre les mesures d'avril et de novembre.

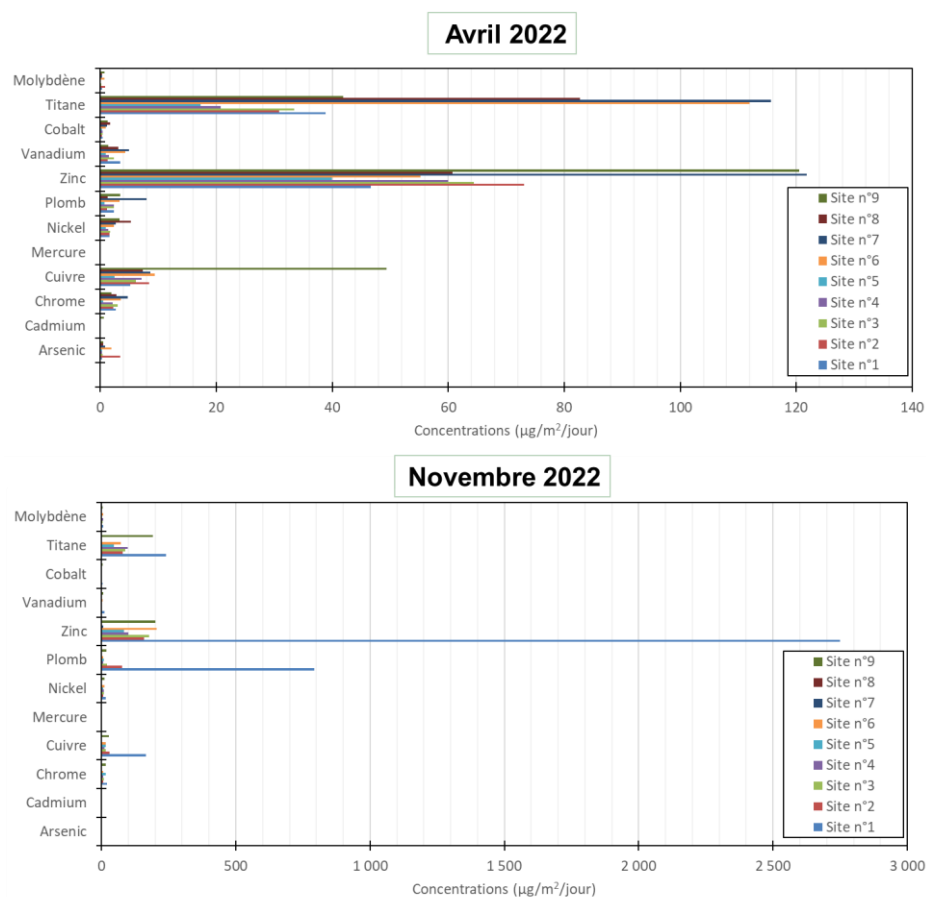


Figure 12. Concentration en métaux lourds issus des retombées atmosphériques sur les 9 sites de mesure, en avril (en haut) et novembre 2022 (en bas)

Afin de gagner en visibilité, la figure suivante présente les résultats des retombées en métaux lourds sur l'ensemble des sites, hors site n°1, pour le mois de novembre.

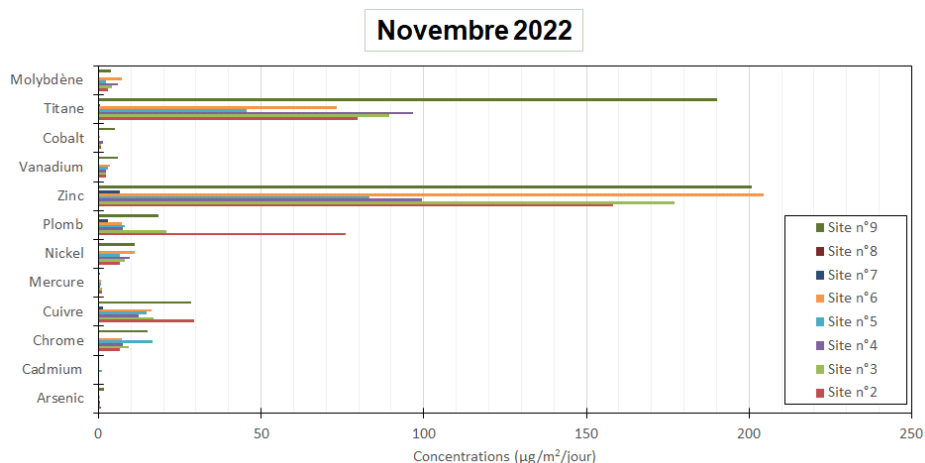


Figure 13. Concentration en métaux lourds issus des retombées atmosphériques sur 8 sites de mesure, en novembre 2022

Ces résultats montrent que :

- Le site de la Gare SNCF est le plus exposé, avec des concentrations allant jusqu'à 2750 $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$ pour le zinc (24 fois supérieur à la moyenne des concentrations relevées sur les autres sites), 793 $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$ pour le plomb (45 fois supérieur aux autres sites), 240 $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$ pour le titane (3 fois supérieur aux autres sites) et 167 $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$ pour le cuivre (11 fois supérieur aux autres sites). Ces surconcentrations sont observées uniquement pour le mois de novembre.
- Les autres composés ont des concentrations relativement homogènes entre les sites.
- Le site de la Héliardière est le 2^e site le plus exposé. Les concentrations en cuivre en avril y sont significativement supérieures sur ce site (49 $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$) que sur les autres sites (toutes inférieures à 10 $\mu\text{g}/\text{m}^2/\text{j}$). Ces retombées sont à 94% issues de retombées solubles, c'est-à-dire contenues dans l'eau de pluie.
- D'après l'inventaire Basemis® ⁽⁵⁾, les 3 principaux métaux émis par la raffinerie sont le nickel, le zinc et le plomb. L'absence de retombées significatives en nickel ne permet pas de conclure à une influence exclusive de la raffinerie sur ces mesures. De plus, le site de la gare SNCF a été sujet à d'importants travaux en novembre (découpe de caténaire et de voies ferrées), pouvant impacter les mesures. Ces mesures devront être reconduites en 2023, hors travaux, afin de confirmer ces premières observations.

Discussions

Zones d'influences

La localisation des zones d'émissions se base sur l'étude des roses de concentration (cf. encadré Méthodologie ci-dessous). Pour chacune des zones de la raffinerie, une étude plus détaillée est présentée ci-après sur leur éventuelle influence sur les concentrations relevées en polluants.

Méthodologie

La localisation des zones d'émission se base sur l'étude des roses de concentration (roses de pollution) enregistrées sur les sites de mesures automatiques, à la Gare SNCF et à Mégretais.

Ce type de graphique indique les niveaux de polluant 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.

La manière de lire une rose de pollution est la suivante : dans une direction donnée, la longueur de la pale correspond à la moyenne de concentrations relevées lorsque le capteur est exposé à des vents de cette direction.

Les figures suivantes représentent les roses de concentration pour les niveaux de pointe en benzène (figure 14) et en COV non méthaniques (figure 15) enregistrés durant les deux phases de mesure.



Figure 14. Roses de concentration des niveaux de pointe (P-98) en benzène mesurés sur les sites de la Gare SNCF et de la Mégretais au cours de la campagne d'avril (à gauche) et novembre 2022 (à droite).



Figure 15. Roses de concentration des niveaux de pointe (P-98) en COV non méthaniques mesurés sur les sites de la Gare SNCF et de la Mègretais au cours de la campagne d'avril (à gauche) et novembre 2022 (à droite).

Le tableau ci-dessous recense les directions de vents pour lesquelles les sites de la Gare SNCF et de la Mègretais sont sous l'influence spécifique des différentes zones de la raffinerie. Pour chacune de ces zones, une étude plus détaillée est présentée ci-après sur leur éventuelle influence sur les concentrations relevées en polluants.

	Gare SNCF		Mègretais		commentaires
	Direction d'influence (°N)	Temps sous les vents (%)	Direction d'influence (°N)	Temps sous les vents (%)	
Zone de stockage Nord	[10 ; 60]	35 %	[240 ; 250]	5 %	
Unités de Production	[60 ; 80]	16 %	[230 ; 240]	4 %	
Magouëts	[280 ; 320]	12 %	[250 ; 270]	9 %	
Appontements 1 à 4	[110 ; 170]	10 %	[220 ; 230]	3 %	Confondu avec la zone de stockage sud pour le site Gare SNCF
Appontements 5 à 7	[250 ; 270]	9 %	[240 ; 250]	5 %	Confondu avec la zone de stockage nord pour le site Mègretais

Unités de production

Les roses de pollution montrent une direction préférentielle des concentrations en benzène et en COV non méthaniques en direction des unités de production. Cette influence se voit tant sur le site de la Gare SNCF que sur le site de la Mègretais, particulièrement au mois de novembre.

L'exposition de la Gare SNCF aux vents issus de la zone de production représente 16 % du temps de la campagne. En moyenne, lorsque les vents sont exclusivement en provenance des unités de production, les concentrations en benzène y sont de 4,5 µg/m³ à la Gare SNCF, contre 1,8 µg/m³ en moyenne à la Mègretais lorsque ce site est sous l'influence de cette même zone. Les concentrations moyennes en COVNM y sont de 352 µg éq. C/m³ et de 94 µg éq. C/m³ à la Gare SNCF et à la Mègretais, respectivement. Ceci témoigne d'une dispersion des polluants avec la distance.

Au cours des 2 mois de mesure, 17 journées enregistrent une concentration moyenne journalière en benzène qui dépasse les 5 µg/m³ à la Gare SNCF. Parmi ces 17 journées, 4 sont associées à une influence des unités de production, qui engendre des pics de concentrations horaires pouvant atteindre 170 µg/m³ en moyenne sur une heure.

Zone de stockage Nord

Juxtaposant les unités de production, la zone de stockage nord est également mise en évidence comme une zone d'émissions à partir des roses de concentrations. Cette influence se voit tant à la Gare SNCF qu'à Mégretais.

Le site de la Gare SNCF, particulièrement exposé, est sous les vents de la zone de stockage nord pendant 35 % du temps au cours des 2 mois de mesure. En moyenne, lorsque les vents sont exclusivement en provenance de la zone de stockage nord, les concentrations en benzène y sont de 7,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à la Gare SNCF, contre 1,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne à la Mégretais. Les concentrations moyennes en COVNM y sont de 445 μg éq. C/ m^3 et de 82 μg éq. C/ m^3 à la Gare SNCF et à la Mégretais, respectivement.

Au cours des 2 mois de mesure, 17 journées enregistrent une concentration moyenne journalière en benzène qui dépasse les 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à la Gare SNCF. Parmi ces 17 journées, 11 sont associées à une influence de la zone de stockage nord, qui engendre des pics de concentrations horaires pouvant atteindre 49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur une heure.

La zone de stockage nord est la zone ayant le plus d'influence sur les concentrations en COV, ce qui confirme l'étude précédente d'Air Pays de la Loire.

Zone des Magouëts et Bossène

Le site de la Gare SNCF a été exposé aux émissions de la zone de stockage des Magouëts et de Bossène pendant 12 % du temps, sur les 2 mois de mesure. Au cours de ces 2 mois, lorsque la direction du vent y est exclusivement en provenance de cette zone de stockage, la concentration moyenne en benzène y est de 1,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. A titre de comparaison, lorsque la Mégretais est spécifiquement exposée à cette même zone, la concentration moyenne en benzène y est de 0,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Les concentrations horaires n'y dépassent jamais les 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Les concentrations moyennes en COVNM y sont de 115 μg éq. C/ m^3 et de 45 μg éq. C/ m^3 à la Gare SNCF et à Mégretais, respectivement.

Cette zone a donc une moindre influence que celle observée au niveau des zones de stockage nord et des unités de production.

Les mesures passives montrent toutefois une influence de la zone des Magouëts sur l'exposition des sites de la Hélandière, et plus ponctuellement de la Rue des Ecoles et du Collège, lorsque le vent est majoritairement orienté au sud-ouest et place ces sites sous les émissions de la zone de stockage, ou lorsque le vent est faible et permet une accumulation locale des polluants à la Hélandière (voir annexes).

Appontements

Les appontements se déclinent en 2 zones :

- Les appontements 1 à 4.
- Les appontements 5 à 7. L'influence de cette zone ne peut se faire que sur le site de la Gare SNCF, le site de la Mégretais étant aussi influencé par la zone de stockage nord lorsque les vents proviennent de la direction des appontements.

Les roses de concentrations ne montrent pas d'influence spécifique des émissions des zones d'appontements sur les concentrations mesurées en benzène et en COVNM à la Gare SNCF.

Lorsque le site de la Gare SNCF est spécifiquement sous les vents des appontements 1 à 4 (soit 10 % du temps de la campagne), la concentration moyenne en benzène y est de 1,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, et la concentration moyenne en COVNM y est de 51 μg éq. C/ m^3 . Lorsque le site est spécifiquement sous les vents des appontements 5 à 7 (soit 9 % du temps de la campagne), la concentration moyenne en benzène y est de 0,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, et la concentration moyenne en COVNM est de 61 μg éq. C/ m^3 . Ces concentrations sont inférieures aux niveaux moyens observés sur la totalité de la campagne, toute direction de vent confondues. Cela témoigne d'une influence moyenne limitée des appontements.

A partir des informations fournies par l'exploitant de la raffinerie, aucune période de chargement/déchargement aux appontements lors de la période de mesure n'est associée à des directions de vent plaçant le site de la Gare SNCF spécifiquement sous les vents des appontements (tableau présenté en annexe 4). L'influence ne peut donc être démontrée.

Les mesures passives en benzène montrent toutefois des concentrations de 8,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur le site de l'appontement n°5 lors de la semaine du 28 septembre au 7 octobre 2022 (voir annexe 1). Cette semaine-là, les vents étaient particulièrement bien établis en direction du sud-ouest, plaçant favorablement le site de mesure sous les vents des émissions des appontements 5 à 7. D'après l'exploitant, 4 chargements ont eu lieu cette semaine-ci à l'appontement n°5.

Impact de la fuite du 21 décembre

Dans la soirée du 21 décembre 2022, une fuite d'essence a eu lieu dans un des bacs de stockage de la zone des Magouëts. L'essence présente dans la sous-cuvette de rétention a engendré des émissions qui ont duré jusqu'au 28 décembre. Cet incident a fait l'objet de deux rapports par Air Pays de la Loire ^(6,7) et fera l'objet d'un rapport de l'INERIS.

Les mesures de COV par prélèvement passifs se poursuivaient jusqu'au 23 décembre 2022, intégrant 2 journées où les émissions dues à l'incident étaient en cours.

Sur ces 2 journées, le vent était exclusivement en provenance du sud-ouest (210°N à 260°N), plaçant le site du Collège (site n°4) spécifiquement sous les vents de la sous-cuvette de rétention. Le site de la Rue des Ecoles (site n°2), sous influence de la sous-cuvette par vents de 205°N, se trouvait en limite du panache directionnel.

La figure ci-dessous présente les concentrations en COV sur l'ensemble des sites pour la dernière semaine de mesure.

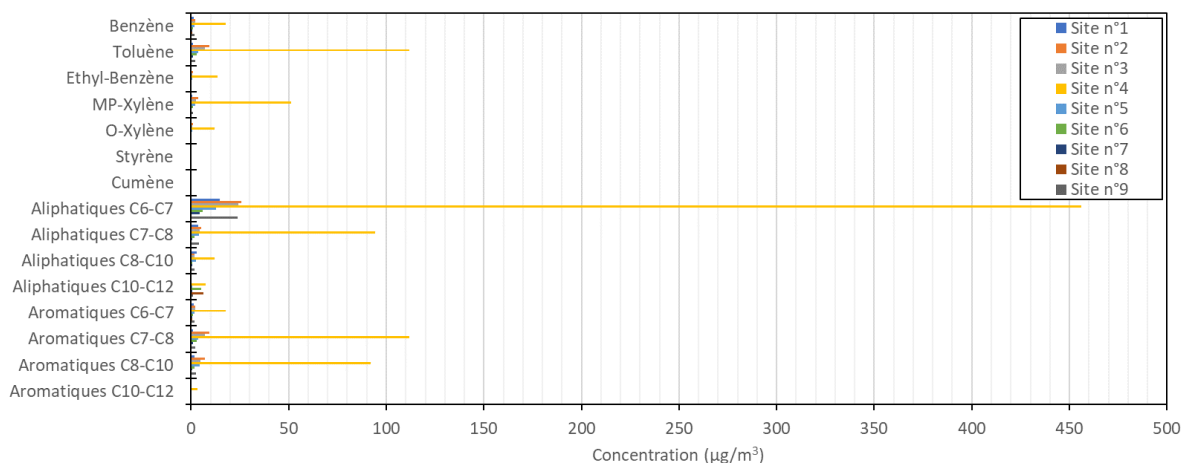


Figure 16. Concentration des COV mesurés sur l'ensemble des sites du 15 au 23 décembre 2022. La fuite d'essence à la raffinerie a eu lieu le 21 décembre en soirée. Les émissions dues à cet incident se sont poursuivies jusqu'au 28 décembre.

Le site du collège est le site le plus impacté par l'incident.

- La concentration moyenne en benzène sur 8 jours de mesure atteint 17,6 µg/m³.
- Les composés majoritaires sont les aliphatiques C6-C7 (456 µg/m³) et les aromatiques C7-C8 dont le toluène (112 µg/m³). Il n'existe pas de valeur réglementaire pour ces composés.
- **Cet incident a engendré une exposition aigüe sur le site du collège, qui n'est pas représentatif de l'exposition annuelle habituelle.**

Le site n°2 est le 2^e site le plus impacté par l'incident.

- En limite du panache directionnel, ce site a été moins exposé aux émanations de la fuite.
- Les concentrations de benzène y atteignent 2 µg/m³, 9,5 µg/m³ pour le toluène, et 25,6 µg/m³ pour les aliphatiques C6-C7.
- Ces niveaux sont 10 à 20 fois plus faibles que ceux relevés sur le site du collège.

Historique des mesures

L'année 2022 a été marquée par le redémarrage de la raffinerie, qui fait suite à un arrêt de la production en 2020 et 2021 en raison de la crise sanitaire et du ralentissement économique qui s'en est suivi.

Le tableau ci-dessous présente l'évolution des concentrations en benzène et en COVNM sur le site de la Gare SNCF depuis la mise en place des mesures sur ce site, en 2021.

Concentration de polluant	2021	2022
Benzène (moyenne, $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	2,0	3,8
Benzène (maximum horaire, $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	48	172
COVNM (moyenne, μg éq. C/ m^3)	210	227
COVNM (maximum horaire, μg éq. C/ m^3)	6 655	10 438

Avec le redémarrage de la raffinerie, les concentrations en benzène à la Gare SNCF ont été quasiment multipliées par 2, sans toutefois dépasser la valeur de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, qui est la valeur limite en moyenne annuelle.

En moyenne sur les 8 sites de la zone (en excluant le site témoin de la Pommeraye), la concentration en benzène relevée à partir des tubes à diffusion passive est passée de $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2021 à $1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2022. Cette hausse peut être associée au redémarrage de la production. L'incident ayant impacté les mesures effectuées au collège en fin de campagne explique également une part de cette augmentation, qui relève d'une exposition aigüe et n'est pas représentatif d'une exposition annuelle.

Les concentrations moyennes en COVNM ont peu varié, avec une hausse de 8% par rapport à 2021.

Conclusions

La campagne 2022 a été marquée par le redémarrage des activités de production de la raffinerie le 27 avril, suite à la reprise économique post-pandémie. Cette étude s'inscrit dans un historique de mesures conduites par Air Pays de la Loire dans l'environnement de Donges, à la demande de TotalEnergies, depuis 2005. Les mesures enregistrées au cours de cette campagne renseignent sur les concentrations en benzène, en COV, en métaux et en acide cyanhydrique lors de la reprise d'activité de la raffinerie.

Respect de la réglementation

Sur les polluants mesurés, seul le benzène est réglementé dans l'air ambiant. L'ensemble des mesures montre que :

- Le site de la Gare SNCF est le plus exposé aux concentrations de benzène, avec une moyenne de 3,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur les 2 mois de mesures automatiques ;
- Le site de l'apportement n°5 montre également des concentrations au-dessus de 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur les 16 semaines de mesures passives ;
- Ces 2 sites ont vraisemblablement dépassé l'objectif de qualité, fixé à 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle.
- Le site du collège a été impacté par la fuite d'essence du 21 décembre 2022. Les mesures sur ce site exposé aux émissions de la sous-cuvette de rétention témoignent d'une exposition aiguë qui n'est pas représentative de l'exposition annuelle. Il est probable que l'objectif de qualité y ait été dépassé en 2022 ;
- Aucun des sites n'a dépassé la valeur limite, fixée à 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle.

Zones d'influence

A partir des mesures de concentrations en benzène et en COVNM, il apparaît que :

- La zone de stockage nord et les unités de production ont été identifiées comme les 2 zones ayant le plus d'influence dans les concentrations relevées en benzène et en COVNM ;
- Cette influence est particulièrement visible sur le site de la Gare SNCF, de par sa position enclavée au sein de la raffinerie, mais est également visible dans une moindre mesure sur les sites de Plessis et de la Mégretais lorsque les vents placent ces sites sous l'influence de ces zones.
- La zone des Magouëts semble avoir une influence sur le site de la Héliardière lorsque ce site est sous les vents de la zone ;
- Les périodes de chargements et déchargements au niveau des zones d'apportements n'ont pas permis de conclure à une influence de ces zones sur les concentrations en benzène et COVNM, excepté au niveau de l'apportement n°5 la semaine du 28 septembre au 7 octobre.

Historique des mesures

En lien avec le redémarrage des activités de production de la raffinerie, les concentrations en benzène et en COVNM ont augmenté par rapport à l'année 2021.

- En moyenne, les concentrations en benzène ont été quasiment multipliées par 2 sur le site de la gare SNCF, passant de 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2021 à 3,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2022.
- Sur l'ensemble de la zone de mesures par prélèvements passifs, les concentrations en benzène ont augmenté de 1,3 à 1,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ entre 2021 et 2022. Cette augmentation est à pondérer du fait de l'influence de la fuite d'essence qui ne relève pas de l'exposition habituelle.
- Les concentrations en COVNM ont augmenté de 8 % par rapport à l'année 2021.

Perspectives

Les mesures de retombées atmosphériques en métaux ont montré une surconcentration en plomb, zinc et cuivre sur le site de la Gare SNCF par rapport aux autres sites de mesure. Ce site faisait toutefois l'objet de travaux de démantèlement par la SNCF, pouvant impacter ces mesures. Air Pays de la Loire préconise la reconduite de ces mesures sur l'année 2023 afin de confirmer ces observations, hors situation de travaux.

L'ensemble des mesures en acide cyanhydrique sont en-dessous des limites de détection de l'appareil, n'indiquant aucune problématique particulière sur ce polluant. Air Pays de la Loire préconise de ne pas reconduire ces mesures sur l'année 2023.

Suite à l'incident ayant eu lieu le 21 décembre 2022, et au fonctionnement nominal de la raffinerie suite à la fin de la crise sanitaire, Air Pays de la Loire préconise de renforcer la surveillance des concentrations en benzène, notamment en pérennisant ces mesures dans le bourg de Donges.

Références

1. **Air Pays de la Loire.** *Evaluation des niveaux de COV dans l'air dans l'environnement de la raffinerie Total à Donges, 2020.* 2021.
2. —. *Evaluation des niveaux de COV dans l'air dans l'environnement de la raffinerie Total à Donges, 2021.* 2022.
3. **LCSQA.** *Guide Méthodologique pour la surveillance du benzène dans l'air ambiant.* 2014.
4. **IPCC.** *Summary for Policymakers. In : Climate Change 2021 : The Physical Science Basis of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the IPCC.* 2021.
5. **Air Pays de la Loire.** *BASEMIS, inventaire 2008 à 2020 : consommations d'énergie, production d'énergie renouvelable, émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques en Pays de la Loire.* 2022.
6. —. *Qualité de l'air liée à l'incident de la raffinerie de Donges, rapport n°1 des mesures effectuées par canisters.* 2023.
7. —. *Qualité de l'air liée à l'incident de la raffinerie de Donges, rapport n°2 des mesures effectuées par canisters.* 2023.

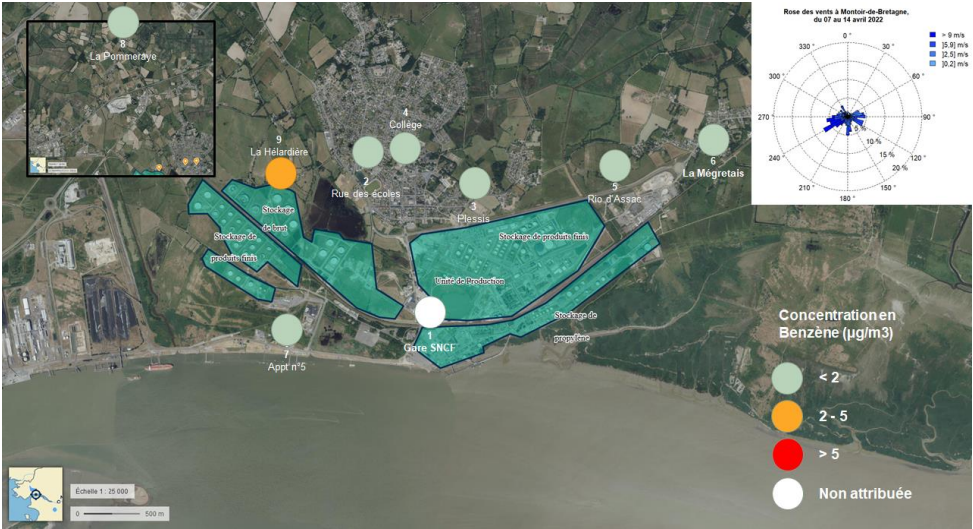
Annexes

- annexe 1 : concentrations en benzène par mesures passives en 2022
- annexe 2: roses de concentration en méthane
- annexe 3 : concentrations moyennes des COV par mesures passives en 2022
- annexe 4 : tableau des activités au niveau des zones d'apportements
- annexe 5 : Air Pays de la Loire

Annexe 1 - Concentrations en benzène par mesures passives en 2022

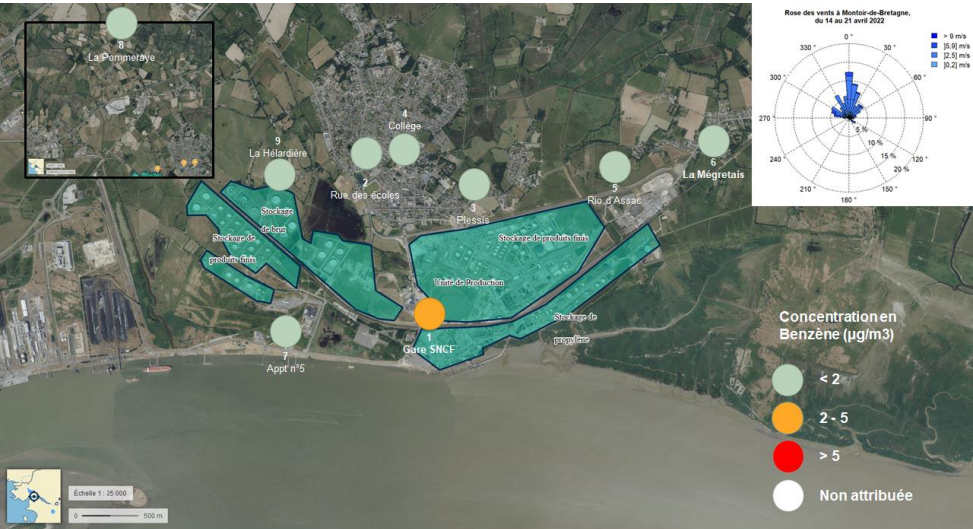
Avril 2022 :

Du 07 au 14 avril



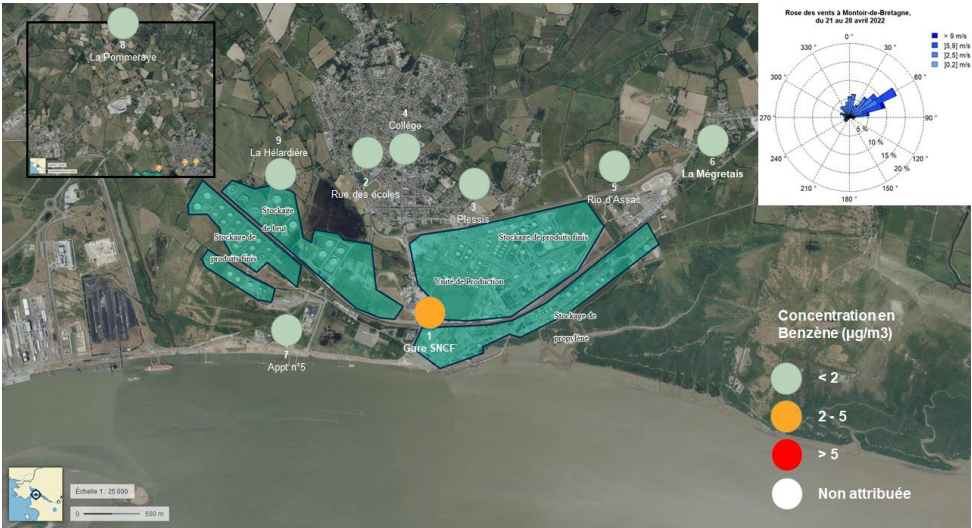
Site	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Benzène (µg/m³)	N.A.	1	1,3	0,9	0,9	0,8	1,4	0,7	2,1

Du 14 au 21 avril



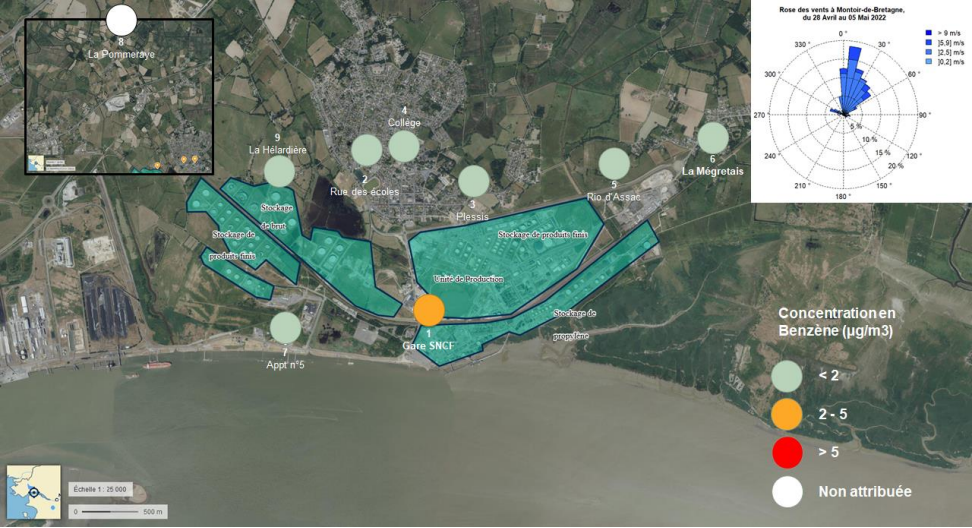
Site	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Benzène (µg/m³)	2	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5	0,5	0,6

Du 21 au 28 avril



Site	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Benzène (µg/m³)	3,1	0,8	0,7	0,8	0,8	1	1,6	0,7	0,9

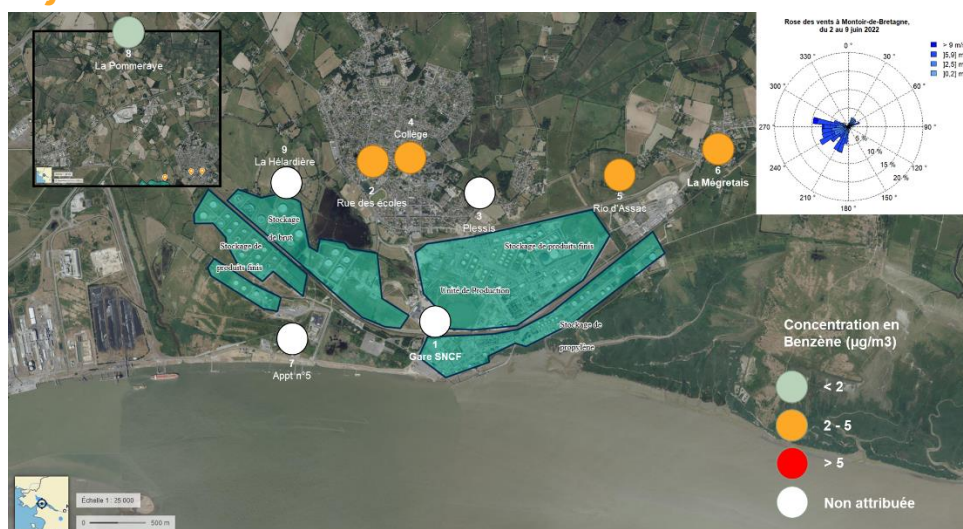
Du 28 avril au 05 mai



Site	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Benzène (µg/m³)	2,4	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	1,9	N.A.	0,4

Juin 2022 :

Du 2 au 9 juin



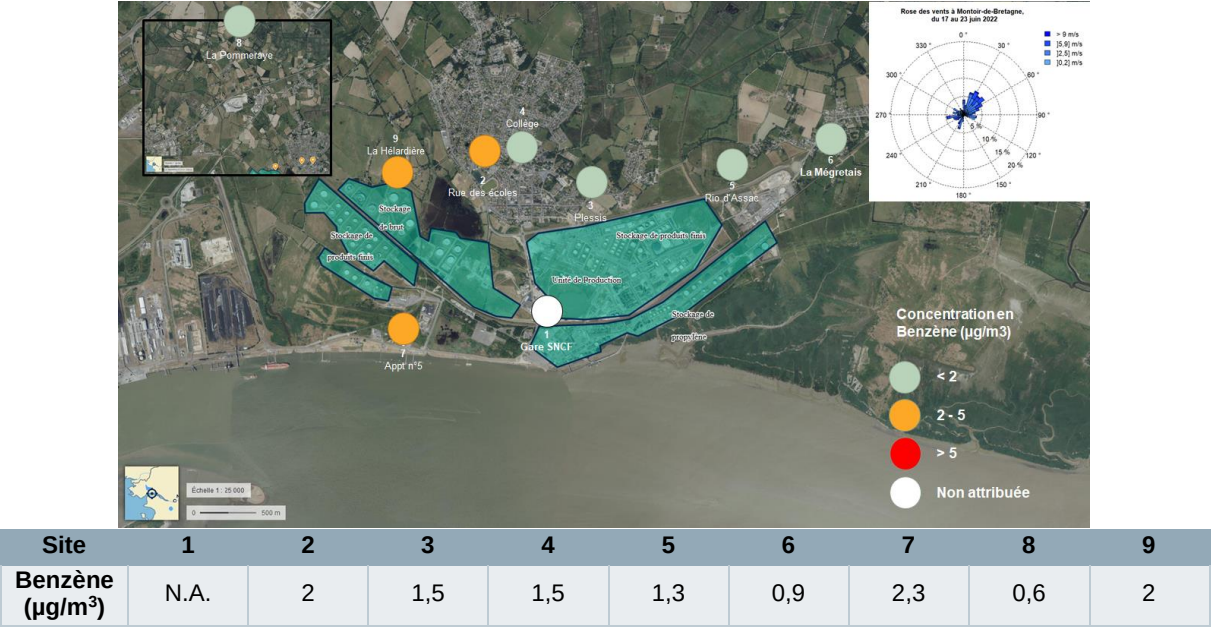
Site	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Benzène (µg/m³)	N.A.	2	N.A.	2	2,5	2	N.A.	0,8	N.A.

Du 9 au 17 juin

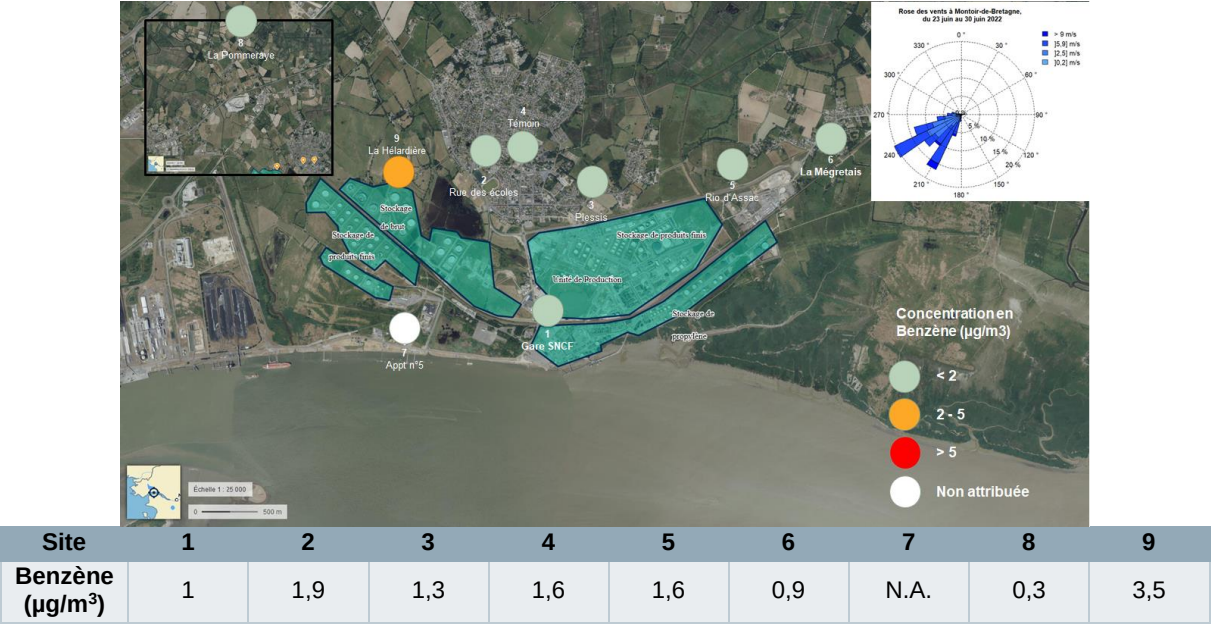


Site	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Benzène (µg/m³)	N.A.	0,9	0,5	0,8	N.A.	0,5	1,1	0,5	1

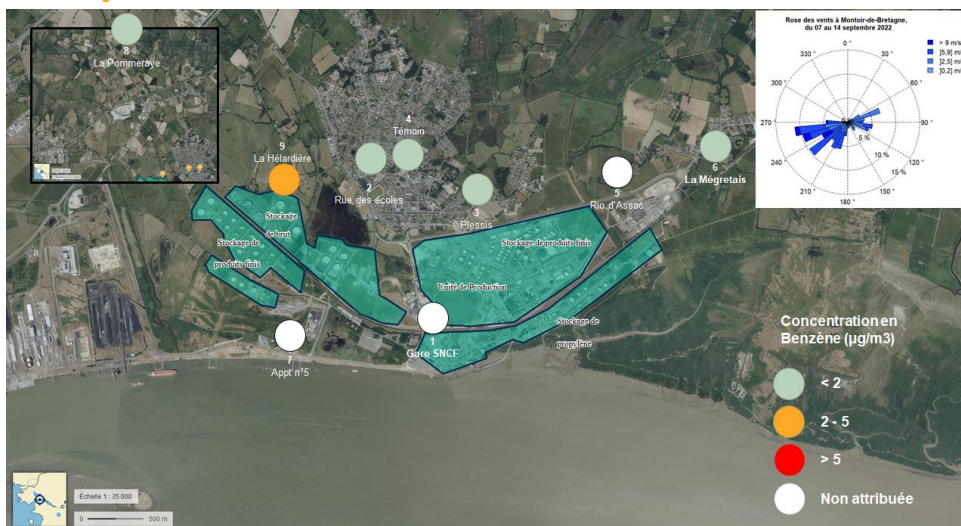
Du 17 au 23 juin



Du 23 au 30 juin

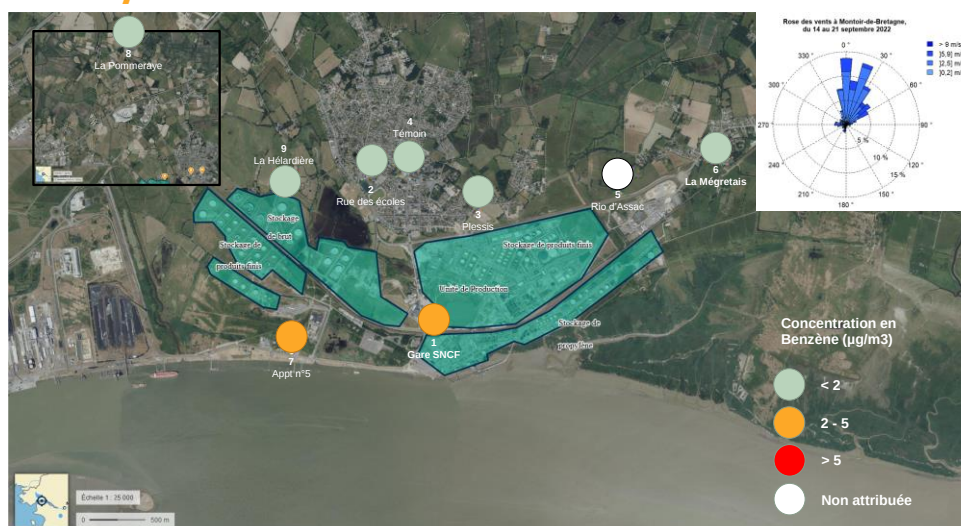


Septembre 2022 :
Du 7 au 14 septembre



Site	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Benzène (µg/m³)	N.A.	1,4	1,7	1,3	N.A.	1,1	N.A.	0,5	2,9

Du 14 au 21 septembre



Site	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Benzène (µg/m³)	3,1	0,4	0,4	0,7	N.A.	0,4	2	0,4	0,6

Du 21 au 28 septembre



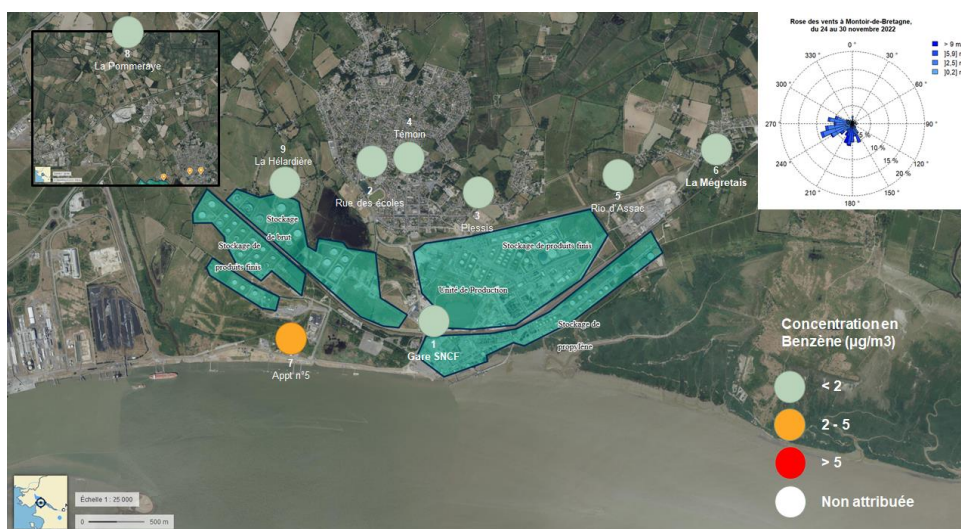
Site	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Benzène (µg/m³)	N.A.	0,3	0,4	0,5	0,4	0,4	0,7	0,2	0,4

Du 28 septembre au 7 octobre



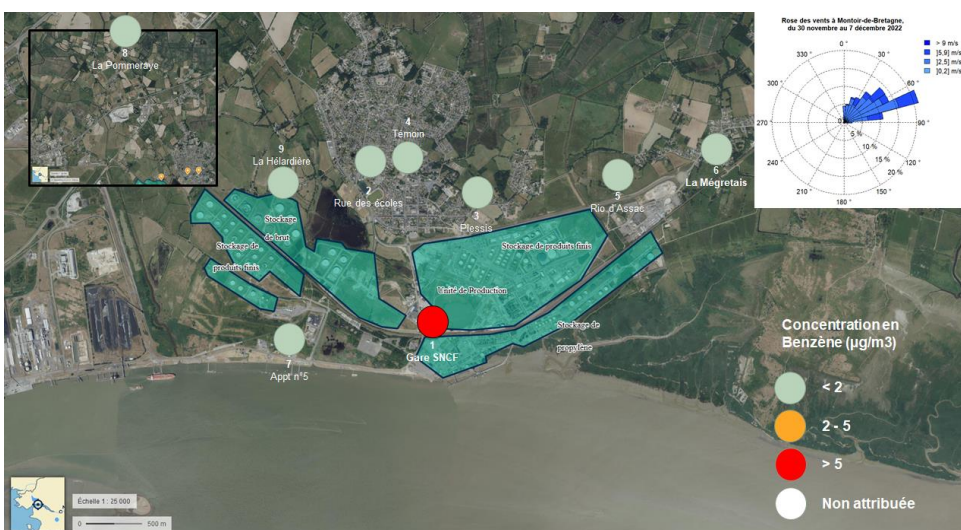
Site	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Benzène (µg/m³)	N.A.	1,1	N.A.	0,8	1	0,8	8,5	0,3	1,6

Novembre 2022 :
Du 24 au 30 novembre



Site	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Benzène (µg/m³)	1,5	0,9	1,2	1,2	0,8	1	4,6	0,4	1,4

Du 30 novembre au 7 décembre



Site	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Benzène (µg/m³)	8,8	1	1	1,2	0,9	1,1	1,9	0,9	0,9

Du 7 au 15 décembre



Site	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Benzène (µg/m³)	8,4	1,4	1,1	1,4	0,9	0,9	1,8	0,8	1

Du 15 au 23 décembre



Site	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Benzène (µg/m³)	1,3	2	N.A.	17,6	N.A.	1,1	0,8	0,5	1,9

N.B. : cette semaine intègre 2 jours où une fuite d'essence a eu lieu sur le bac P551 de la zone des Magouëts, matérialisé sur la carte par un triangle rouge.

Annexe 2 - Roses de concentration en méthane



Roses de concentration des niveaux de pointe (P-98) en méthane mesurés sur les sites de la Gare SNCF et de la Mègretais au cours de la campagne d'avril (en haut) et de novembre 2022 (en bas).

Les niveaux de pointe ne permettent pas d'établir une source significative d'émission de méthane, les concentrations étant relativement homogène quel que soit la direction du vent. L'exposition au méthane est similaire entre les 2 sites, et correspond au niveau de fond atmosphérique, sans influence de la raffinerie.

Annexe 3 - Concentrations moyennes des COV par mesures passives en 2022

Le tableau ci-dessous présente les concentrations moyennes des 16 semaines de mesure de COV prélevés par tubes à diffusion passive.

	Benzène	Toluène	Ethyl-Benzène	MP-Xylène	O-Xylène	Styrène	Cumène	Aliphatiques C6-C7	Aliphatiques C7-C8	Aliphatiques C8-C10	Aliphatiques C10-C12	Aromatiques C6-C7	Aromatiques C7-C8	Aromatiques C8-C10	Aromatiques C10-C12
Site n°1	3,5	4,0	0,7	2,6	1,1	0,1	0,1	28,6	16,3	9,5	1,3	3,3	3,8	5,9	1,2
Site n°2	1,1	2,1	0,2	0,7	0,3	0,0	0,1	8,8	3,1	2,4	0,9	1,1	2,1	1,8	0,3
Site n°3	0,9	1,4	0,2	0,6	0,3	0,0	0,0	5,8	2,7	2,2	1,2	0,9	1,4	1,6	0,2
Site n°4*	2,1	8,6	1,1	3,9	1,0	0,1	0,1	35,5	8,6	3,9	7,3	2,1	8,6	7,7	0,6
MOYENNE Site n°5	1,0	1,5	0,3	0,8	0,4	0,0	0,0	5,7	2,8	2,6	1,0	1,0	1,5	2,2	0,6
Site n°6	0,9	1,4	0,2	0,6	0,2	0,0	0,1	4,5	1,7	2,2	5,7	0,9	1,4	1,6	0,4
Site n°7	2,3	5,5	0,5	1,6	0,6	0,1	0,1	25,4	7,0	2,8	1,1	2,3	5,5	3,9	0,5
Site n°8	0,5	0,6	0,1	0,2	0,1	0,0	0,0	0,8	0,4	1,0	5,3	0,5	0,6	0,6	0,3
Site n°9	1,4	2,1	0,3	0,8	0,3	0,0	0,1	17,0	7,6	2,7	4,1	1,3	2,1	2,0	0,5

Annexe 4 – Tableau des activités au niveau des zones d’apportements

Date	N° d’apportement	Sous les vents ?	Hausse de concentration ?	Influence ?
22 avril, 15h48	Appt 3	Non	Non	
22 avril, 18h45	Appt 4	Non	Non	
26 avril, 17h50	Appt 2	Non	Non	
20 novembre, 8h45	Appt 5	Non	Non	
25 novembre, 0h06	Appt 4	Non	Non	
27 novembre, 12h	Appt 4	Non	Non	
29 novembre, 20h10	Appt 4	Non	Non	
2 décembre, 17h18	Appt 4	Non	Oui	Autre influence (zone de stockage nord)
3 décembre, 23h55	Appt 4	Non	Oui	Autre influence (zone de stockage nord)
5 décembre, 16h48	Appt 4	Non	Oui	Autre influence (zone de stockage nord)
5 décembre, 21h54	Appt 3	Non	Non	
7 décembre, 8h24	Appt 4	Non	Oui	Autre influence (zone de stockage nord)

Annexe 5 : Air Pays de la Loire

Air Pays de la Loire est l'organisme agréé par le Ministère de l'Environnement pour assurer la **surveillance de la qualité de l'air de la région des Pays de la Loire** 24h/24 et 7j/7.

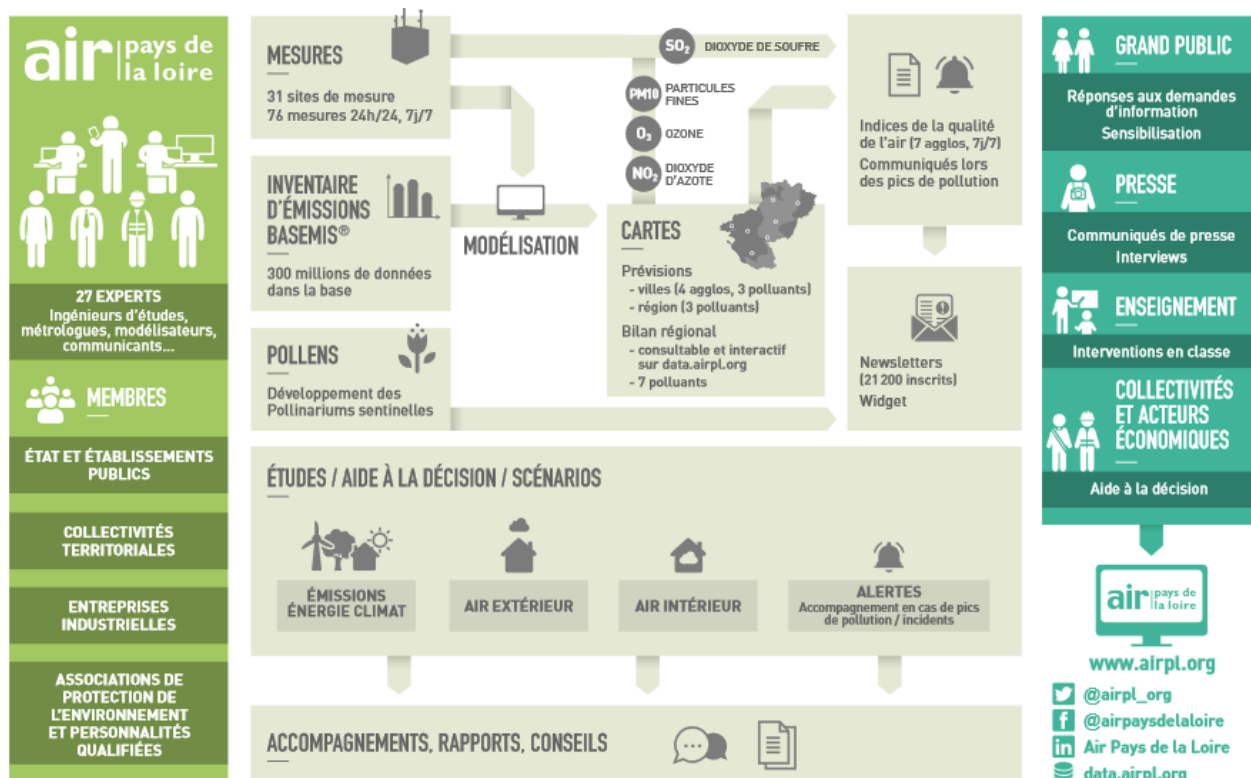
Air Pays de la Loire met quotidiennement à disposition de tous des informations sur la qualité de l'air :

- sur www.airpl.org : mesures en temps réel, prévisions régionales et urbaines, rapports d'études, actualités...
- via des newsletters gratuites : indices de qualité de l'air du jour et du lendemain, alertes pollution et alertes pollens ;
- sur Twitter (@airpl_org) et Facebook (Air Pays de la Loire)

Ses domaines d'expertise portent sur :

- **qualité de l'air extérieur** : mesures en temps réel, prévisions de qualité de l'air, cartographies, études autour d'industries, dans des zones agricoles...
- **qualité de l'air intérieur** : mesures dans des établissements recevant du public, appui aux collectivités dans les constructions de bâtiments, études spécifiques...
- **émissions, énergie, climat** : inventaire régional des émissions de polluants, gaz à effet de serre et des données énergétiques (BASEMIS®), aide à la décision pour les collectivités (plans climat air énergie territoriaux)...
- **pollens** : diffusion en temps réel des résultats sur la région.

Organisé sous forme pluri-partenaire, Air Pays de la Loire réunit quatre groupes de partenaires : l'Etat, des collectivités territoriales, des industriels et des associations de protection de l'environnement et de défense des consommateurs.





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