



Rapport d'étude

Mesures de qualité de l'air autour de la chaufferie de Plaine de Garonne Energies

Période de mesure : du **25/06 au 25/07/2024** et du **20/01 au 24/02/2026**
Commune et département d'étude : Bordeaux, Gironde (33)



Référence :
IND_EXT_23_299

Version finale du :
09/06/2026

Auteur : Tess LAURENT, ingénieure d'études
Vérification : Emilie PALKA, ingénieure d'études
Sarah LE BAIL, responsable du service Etudes
Validation : Rémi FEUILLADE, directeur délégué production & exploitation





Résumé

La chaufferie du réseau de chaleur Plaine de Garonne Énergies est située dans la métropole bordelaise et comporte des chaudières biomasse et gaz. Bordeaux Métropole a sollicité Atmo Nouvelle-Aquitaine afin d'évaluer son impact sur la qualité de l'air. Dans un premier temps, une modélisation de la dispersion des rejets atmosphériques a permis de définir le plan d'échantillonnage des campagnes de mesure.

Le dispositif repose sur un suivi au site de mesure « Cousteau », combinant mesures automatiques et prélèvements avec analyses différées, ainsi que sur un point complémentaire « Bouthier », équipé uniquement de prélèvements par tubes passifs.

Deux campagnes ont été réalisées : une en période d'arrêt de la chaudière biomasse (25/06 au 25/07/2024) et une en période de fonctionnement (20/01 au 24/02/2026). Les chaudières gaz étaient en fonctionnement sur les deux périodes. Les polluants suivis sont les oxydes d'azote, le dioxyde de soufre, les particules (PM₁₀ et PM_{2,5}) et les dioxines-furanes (dans l'air ambiant et les retombées atmosphériques).

Pour le dioxyde d'azote (NO₂), les concentrations observées se situent dans la gamme du fond urbain, avec des variations journalières liées au trafic. Les niveaux de concentrations sur le site « Cousteau » restent inférieures aux seuils réglementaires et recommandations sanitaires.

Les PM₁₀ présentent une variabilité saisonnière marquée. En été, des épisodes ponctuellement plus élevés sont observés, en lien avec des conditions sèches et la remise en suspension de poussières issues d'activités locales identifiées (gestion de matériaux et activités de concassage). En hiver, les concentrations sont

plus homogènes, sous l'influence du trafic et du chauffage domestique.

Les concentrations en PM_{2,5} sont cohérentes entre les différentes stations fixes du réseau de mesure d'Atmo Nouvelle-Aquitaine et les sites instrumentés, avec des niveaux globalement comparables et des variations similaires dans le temps. Elles sont plus élevées en période hivernale, sous l'effet des conditions moins dispersives et des émissions de combustion, notamment le chauffage domestique. Des dépassements ponctuels de la recommandation journalière de l'OMS sont observés sur le site de mesure et sur plusieurs stations fixes. Les profils journaliers mettent également en évidence une influence du trafic aux heures de pointe.

Les concentrations en dioxyde de soufre (SO₂) restent faibles sur l'ensemble des périodes de mesure, avec peu de variabilité et des niveaux proches du bruit de fond urbain. Ce polluant ne présente pas de signal particulier permettant de distinguer une source dominante sur le secteur étudié.

Les mesures réalisées par prélèvements avec analyses différées apportent des éléments complémentaires. Les concentrations en NO₂ confirment les variations saisonnières, tandis que le SO₂ reste très faible. Les dioxines et furanes mesurés dans l'air ambiant et dans les retombées atmosphériques montrent des niveaux faibles, avec des différences peu notables entre les périodes, pouvant être mis en regard des conditions de fonctionnement des installations mais sans impact notable.



Avant-Propos

Titre : Mesures de qualité de l'air autour de la chaufferie Plaine de Garonne – Rapport complet

Reference : IND_EXT_23_299

Version : finale du 09/06/2026

Délivré à : Bordeaux Métropole, Esplanade Charles de Gaulle - 33000 BORDEAUX

Selon offre n° : IND_EXT_23_299 version 2 du 02/05/2024 + avenant 2 IND_EXT_23_299 version 1 du 04/12/2024

Nombre de pages : 50 (couverture comprise)

Validation numérique du rapport, le

Conditions d'utilisation

Atmo Nouvelle-Aquitaine fait partie du dispositif français de surveillance et d'information sur la qualité de l'air. Sa mission s'exerce dans le cadre de la loi sur l'air du 30 décembre 1996 et de ses décrets d'application.

À ce titre et compte tenu de ses statuts, Atmo Nouvelle-Aquitaine est garant de la transparence de l'information sur les résultats de ces travaux selon les règles suivantes :

- Atmo Nouvelle-Aquitaine est libre de leur diffusion selon les modalités de son choix : document papier, communiqué, résumé dans ses publications, mise en ligne sur son site internet (www.atmo-nouvelleaquitaine.org)
- les données contenues dans ce rapport restent la propriété d'Atmo Nouvelle-Aquitaine. En cas de modification de ce rapport, seul le client sera informé d'une nouvelle version. Tout autre destinataire de ce rapport devra s'assurer de la version à jour sur le site Internet de l'association.
- en cas d'évolution de normes utilisées pour la mesure des paramètres entrant dans le champ d'accréditation d'Atmo Nouvelle-Aquitaine, nous nous engageons à être conforme à ces normes dans un délai de 1 an à partir de leur date de parution
- toute utilisation de ce document doit faire référence à Atmo Nouvelle-Aquitaine et au titre complet du rapport.

Atmo Nouvelle-Aquitaine ne peut en aucune façon être tenu responsable des interprétations, travaux intellectuels, publications diverses résultant de ses travaux pour lesquels l'association n'aurait pas donné d'accord préalable. Dans ce rapport, les incertitudes de mesures ne sont pas prises en compte lors de comparaison à un seuil réglementaire.

En cas de remarques sur les informations ou leurs conditions d'utilisation, prenez contact avec Atmo Nouvelle-Aquitaine :

- depuis le formulaire de contact de notre site Web
- par mail : contact@atmo-na.org
- par téléphone : 09 84 200 100

Table des matières

1	Introduction et contexte	5
2	Polluants suivis et méthodes de mesure	6
2.1	Dioxyde d'azote (NO ₂).....	6
2.2	Dioxyde de soufre (SO ₂).....	7
2.3	Particules	8
2.4	Dioxines (PCDD) et furanes (PCDF)	9
2.5	Méthodes de mesure	11
2.5.1	Mesures automatiques.....	11
2.5.2	Mesures par prélèvement suivi d'une analyse chimique	11
3	Dispositif de mesure.....	12
4	Conditions environnementales	15
4.1	Campagne estivale	15
4.2	Campagne hivernale	17
5	Présentation des résultats	19
5.1	Mesures automatiques	19
5.1.1	Dioxyde d'azote (NO ₂)	20
5.1.2	Particules grossières (PM ₁₀)	24
5.1.3	Particules fines (PM _{2,5})	29
5.1.4	Dioxyde de soufre (SO ₂)	33
5.2	Prélèvements avec analyse différée	35
5.2.1	Dioxyde d'azote (NO ₂)	35
5.2.2	Dioxyde de soufre (SO ₂)	37
5.2.3	Dioxines-furanes dans l'air ambiant	37
5.2.3	Dioxines-furanes dans les retombées atmosphériques	39
6	Conclusion	42

Table des annexes

Annexe 1 : Dioxines-furanes.....	48
----------------------------------	----

1 Introduction et contexte

Bordeaux Métropole a sollicité Atmo Nouvelle-Aquitaine afin d'évaluer l'impact de la chaufferie du réseau Plaine de Garonne sur la qualité de l'air. Dans un premier temps, une modélisation de la dispersion des rejets atmosphériques [1] a été réalisée par Atmo Nouvelle-Aquitaine, ce qui a permis de définir le plan d'échantillonnage pour les campagnes de mesure.

La chaufferie est située sur la commune de Bordeaux, dans le quartier Bastide Brazza, et comporte deux chaudières gaz d'une capacité de 13,6 MW chacune, une chaudière gaz de 6,8 MW, un moteur de cogénération gaz de 10,7 MW et une chaudière bois de 7 MW (puissance totale de 51,7 MW). La chaleur produite alimente les besoins énergétiques des actuels et nouveaux quartiers qui émergent sur la plaine, à Bordeaux, Floirac, Cenon et Lormont. Les chaudières gaz fonctionnent tout au long de l'année alors que la chaudière biomasse fonctionne uniquement pendant la période de chauffe.



Figure 1 : chaufferie du réseau de chaleur urbain Plaine de Garonne Energies. Source : Bordeaux Métropole

Deux campagnes de mesure ont été mises en œuvre : une première pendant l'arrêt de la chaudière biomasse (25/06 au 25/07/2024) et une seconde pendant le fonctionnement de celle-ci (20/01 au 24/02/2026). Les chaudières gaz étaient en fonctionnement pendant les deux périodes. Les polluants suivis sont les dioxines-furanes, les oxydes d'azote, le dioxyde de soufre, les particules grossières et les particules fines. Comme indiqué dans le rapport présentant la modélisation [1], le dioxyde d'azote est émis par les chaudières biomasse et gaz. Les autres polluants sont émis uniquement par la chaudière biomasse.

Les objectifs de cette étude sont les suivants :

- Comparer les mesures pendant et hors fonctionnement de la chaudière biomasse
- Comparer les mesures aux stations fixes de référence d'Atmo Nouvelle-Aquitaine
- Comparer les mesures à des seuils de référence
- Evaluer l'impact de la chaufferie sur la qualité de l'air

2 Polluants suivis et méthodes de mesure

2.1 Dioxyde d'azote (NO₂)

Origines

Les oxydes d'azote NO_x (= NO + NO₂), principalement émis par le trafic routier et les installations de combustion, jouent un rôle majeur dans le cycle de formation et de destruction de l'ozone. Le NO₂, formé à partir du NO et d'oxydants tels que l'ozone ou le dioxygène, est aussi détruit par l'action du rayonnement solaire.

Effets sur la santé

Le NO₂ est un gaz irritant pour les bronches. Dès 200 µg/m³, chez les asthmatiques, il augmente la fréquence et la gravité des crises. Chez l'enfant, il favorise les infections pulmonaires.

Effets sur l'environnement

Les NO_x sont des gaz à effet de serre et interviennent dans le processus de formation de l'ozone troposphérique. Ils contribuent également au phénomène des pluies acides ainsi qu'à l'eutrophisation des cours d'eau et de lacs.

Valeurs de référence

Valeurs limites pour la protection de la santé humaine [2]	200 µg/m ³ en moyenne horaire (à ne pas dépasser plus de 18h par an) 40 µg/m ³ en moyenne annuelle
Recommandation OMS 2021 [3]	25 µg/m ³ en moyenne journalière (à ne pas dépasser plus de 3 jours par an) 10 µg/m ³ en moyenne annuelle

Emissions [4]

Contribution des activités humaines et naturelles aux émissions de polluants atmosphériques (%) pour l'année 2022

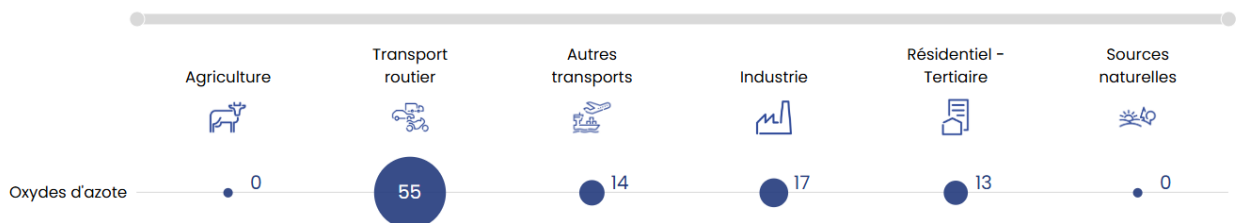


Figure 2 : contribution des activités humaines et naturelles aux émissions d'oxydes d'azote (%) pour l'année 2022 sur Bordeaux Métropole - Atmo Nouvelle-Aquitaine - ICARE v3.2.4 - REV1

Dans cet inventaire, les rejets liés aux chaufferies des réseaux de chaleur sont comptabilisés dans le secteur Industrie, qui regroupe notamment les émissions industrielles, les déchets et l'énergie.

2.2 Dioxyde de soufre (SO₂)

Origines

Le dioxyde de soufre (SO₂) est émis lors de la combustion des matières fossiles telles que charbons et fiouls. Les sources principales sont les centrales thermiques, les grosses installations de combustion industrielles et les unités de chauffage individuel et collectif.

Effets sur la santé

Le SO₂ est un irritant des muqueuses, de la peau, et des voies respiratoires supérieures (toux, gêne respiratoire). Il agit en synergie avec d'autres substances, notamment avec les fines particules. Les personnes asthmatiques y sont particulièrement sensibles.

Effet sur l'environnement

Le SO₂ se transforme en acide sulfurique au contact de l'humidité de l'air et participe au phénomène des pluies acides. Il contribue également à la dégradation de la pierre et des matériaux de nombreux monuments.

Valeurs de référence

Valeurs limites pour la protection de la santé humaine [2]	350 µg/m³ en moyenne horaire (à ne pas dépasser plus de 24h par an) 125 µg/m³ en moyenne journalière (à ne pas dépasser plus de 3 jours par an)
Objectif de qualité [2]	50 µg/m ³ en moyenne annuelle
Recommandation OMS 2021 [3]	40 µg/m ³ en moyenne journalière

Emissions [4]

Contribution des activités humaines et naturelles aux émissions de polluants atmosphériques (%) pour l'année 2022

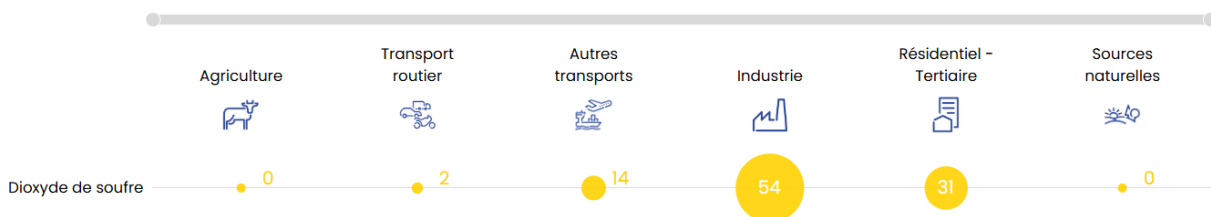


Figure 3 : contribution des activités humaines et naturelles aux émissions de dioxyde de soufre (%) pour l'année 2022 sur Bordeaux Métropole - Atmo Nouvelle-Aquitaine - ICARE v3.2.4 - REV1

2.3 Particules

Origines

Les sources de particules ou "aérosols" sont nombreuses et variées d'autant qu'il existe différents processus de formation. Les méthodes de classification des sources sont basées sur les origines (anthropiques, marine, biogéniques, volcaniques) ou sur les modes de formation. Deux types d'aérosols peuvent ainsi être distingués :

- Les aérosols primaires : émis directement dans l'atmosphère sous forme solide ou liquide. Les particules liées à l'activité humaine proviennent majoritairement de la combustion de combustibles (production et transformation de l'énergie, chauffage des particuliers principalement biomasse...), du transport automobile (échappement, usure, frottements...) ainsi que des activités agricoles (labourage des terres...) et industrielles très diverses (fonderies, verreries, silos céréaliers, incinération, exploitation de carrières, BTP...). Leur taille et leur composition sont très variables.
- Les aérosols secondaires : directement formés dans l'atmosphère par des processus de transformation des gaz en particules par exemple sulfates (transformation du dioxyde de soufre) et nitrates. La majorité des particules organiques sont des aérosols secondaires.

Les particules atmosphériques présentent une très grande variabilité, en termes de composition chimique et de taille. Les particules sont classées en différentes catégories :

- Les particules totales en suspension (TSP), composées principalement de poussière, de sel de mer, de pollen mais aussi d'autres sources diverses. La durée de vie est relativement courte puisqu'elles tombent rapidement par la sédimentation.
- Les particules grossières (PM₁₀), de diamètre inférieur à 10 µm
- Les particules fines (PM_{2,5}), de diamètre inférieur à 2,5 µm
- Les particules submicroniques (PM₁), de diamètre inférieur à 1 µm
- Les particules ultrafines (PUF), définies comme l'ensemble des particules ayant un diamètre aérodynamique égal ou inférieur à 100 nm (0,1 µm).

Effets sur la santé

Selon leur taille (granulométrie), les particules pénètrent plus ou moins profondément dans l'arbre pulmonaire. Les plus grosses sont retenues par les voies aériennes supérieures. Les particules les plus fines peuvent, à des concentrations relativement basses, irriter les voies respiratoires inférieures et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble. Certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérigènes : c'est le cas de celles qui véhiculent certains HAP.

Effets sur l'environnement

Les effets de salissure des bâtiments et des monuments sont les atteintes à l'environnement les plus évidentes.

Valeurs de référence

PM ₁₀	Valeurs limites pour la protection de la santé humaine [2]	50 µg/m ³ en moyenne journalière (à ne pas dépasser plus de 35 jours par an) 40 µg/m ³ en moyenne annuelle
	Objectif de qualité [2]	30 µg/m ³ en moyenne annuelle

	Recommandation OMS 2021 [3]	45 µg/m ³ en moyenne journalière (à ne pas dépasser plus de 3 jours par an) 15 µg/m ³ en moyenne annuelle
PM_{2,5}	Valeur limite pour la protection de la santé humaine [2]	25 µg/m ³ en moyenne annuelle
	Valeur cible [2]	20 µg/m ³ en moyenne annuelle
	Objectif de qualité [2]	10 µg/m ³ en moyenne annuelle
	Recommandation OMS 2021 [3]	15 µg/m ³ en moyenne journalière (à ne pas dépasser plus de 3 jours par an) 5 µg/m ³ en moyenne annuelle

Emissions [4]

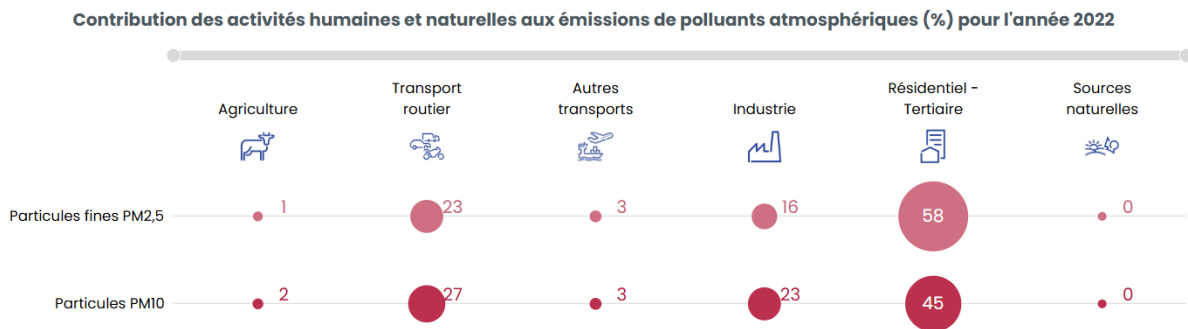


Figure 4 : contribution des activités humaines et naturelles aux émissions de particules (%) pour l'année 2022 sur Bordeaux Métropole - Atmo Nouvelle-Aquitaine - ICARE v3.2.4 - REV1

2.4 Dioxines (PCDD) et furanes (PCDF)

Définition

Le terme « dioxine » regroupe deux grandes familles, les PolyChloroDibenzoDioxines (PCDD) et les PolyChloroDibenzoFuranes (PCDF), faisant tous les deux parties de la classe des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques Halogénés (HAPH). Leurs structures moléculaires très proches contiennent des atomes de carbone (C), de chlore (Cl) et d'oxygène (O), combinés autour de cycles aromatiques.

Origines

Les dioxines et furanes sont essentiellement issus des processus de combustion industriels à haute température et faisant intervenir les éléments chimiques appropriés (chlore, carbone, oxygène). C'est le cas notamment pour les activités de sidérurgie, métallurgie et les incinérateurs. Les activités de chauffage au bois représentent également une source de dioxines-furanes dans l'air.

Effets sur la santé

Il existe 75 congénères de PCDD et 135 congénères de PCDF dont la toxicité dépend fortement du degré de chloration. Les dioxines et furanes sont émis essentiellement par voie aérienne et retombent sous forme de dépôts atmosphériques. Les dioxines peuvent remonter dans la chaîne alimentaire en s'accumulant dans les graisses animales (œufs, lait, ...). Les dioxines et furanes peuvent provoquer à des doses variables des diminutions de la capacité de reproduction, un déséquilibre dans la répartition des sexes, des chloracnés, des cancers (le CIRC de l'OMS a classé la 2,3,7,8-TCDD, dite « de Seveso », comme substance cancérigène pour l'homme).

Effets sur l'environnement

Elles sont très peu assimilables par les végétaux et sont faiblement biodégradables (10 ans de demi-vie pour la 2,3,7,8-TCDD).

Molécules analysées

Les deux grandes familles de molécules (PCDD et PCDF) sont subdivisées en grandes familles d'homologues suivant leur degré de chloration :

Molécule	Abréviation
Dioxines Tétrachlorées	TCDD
Dioxines Pentachlorées	PeCDD
Dioxines Hexachlorées	HxCDD
Dioxines Heptachlorées	HpCDD
Dioxines Octachlorées	OCDD
Furanes Tétrachlorés	TCDF
Furanes Pentachlorés	PeCDF
Furanes Hexachlorés	HxCDF
Furanes Heptachlorés	HpCDF
Furanes Octachlorés	OCDF

Les analyses réalisées portent sur 17 congénères particuliers car présentant une toxicité élevée. Les concentrations sont exprimées en concentration équivalente toxique (I-TEQ). Ces dernières sont obtenues en multipliant la quantité nette retrouvée de la molécule par le coefficient de toxicité qui lui est propre (cf. annexe 1).

Remarques concernant l'analyse


Lorsque que les concentrations nettes sont inférieures aux seuils de quantification donnés par le laboratoire d'analyse (c'est-à-dire que les concentrations sont comprises entre 0 et la valeur de seuil de quantification), ce sont les valeurs des seuils de quantification qui sont prises en compte dans le calcul de la concentration équivalente toxique. Les résultats sont alors exprimés en concentrations I-TEQ max. Cette méthode permet de se placer dans la situation la plus défavorable, les concentrations inférieures aux seuils de quantification étant maximalisées.

Valeurs de référence

Aucun seuil réglementaire n'existe, tant au niveau français qu'européen. Seuls des niveaux d'intervention ont été fixés dans le cadre de la biosurveillance des denrées alimentaires.

2.5 Méthodes de mesure

2.5.1 Mesures automatiques

Caractéristique mesurée	Matériel	Référence et/ou principe de la méthode de prélèvement	Référence et / ou principe de la méthode d'analyse
Concentration en oxydes d'azote (NO_x)	Analyseurs automatiques	NF EN 14211 - Dosage du dioxyde d'azote et du monoxyde d'azote par chimiluminescence	 ACCREDITATION COFRAC N° 1-6354* Portée disponible sur www.cofrac.fr
Concentration en dioxyde de soufre (SO₂)		NF EN 14212 - Dosage du dioxyde de soufre par fluorescence UV	
Concentration en particules		NF EN 16450 - Systèmes automatisés de mesurage de la concentration de matière particulaire (PM ₁₀ ; PM _{2.5})	

**Les avis et interprétations ne sont pas couverts par l'accréditation COFRAC d'Atmo Nouvelle-Aquitaine. Toute utilisation des données d'Atmo Nouvelle-Aquitaine, couvertes par l'accréditation doit faire mention : "Ces essais ont été réalisés par Atmo Nouvelle-Aquitaine – Accréditation n°1-6354, portée disponible sous www.cofrac.fr", sans y associer le logo COFRAC et préciser que les rapports d'Atmo Nouvelle-Aquitaine sont disponibles sur demande ou joindre ces derniers dans leur intégralité au document rapportant ces résultats.*

2.5.2 Mesures par prélèvement suivi d'une analyse chimique

Caractéristique mesurée	Matériel	Référence et/ou principe de la méthode de prélèvement	Référence et / ou principe de la méthode d'analyse
Concentration en dioxyde d'azote (NO₂)	Préleveur	NF EN 16339 - Méthode pour la détermination de la concentration du dioxyde d'azote au moyen d'échantillonneurs par diffusion	Chromatographie ionique
Concentration en dioxyde de soufre (SO₂)		Prélèvement par tube passif	
Concentration en dioxines et furanes		Méthode interne : Prélèvement sur filtre dans la fraction MP10 de la matière particulaire en suspension et mousse pour les gaz	HRGC/HRMS
Concentration en dioxines-furanes	Jauge	NF X 43-014 - Détermination des retombées atmosphériques totales	Chromatographie en phase gazeuse couplée à la spectrométrie de masse à haute résolution

3 Dispositif de mesure

Les sites de mesure sont présentés sur la figure suivante. La méthodologie pour la modélisation des zones d'impact est disponible dans le rapport d'étude d'Atmo Nouvelle-Aquitaine MOD_EXT_23_307 [1].

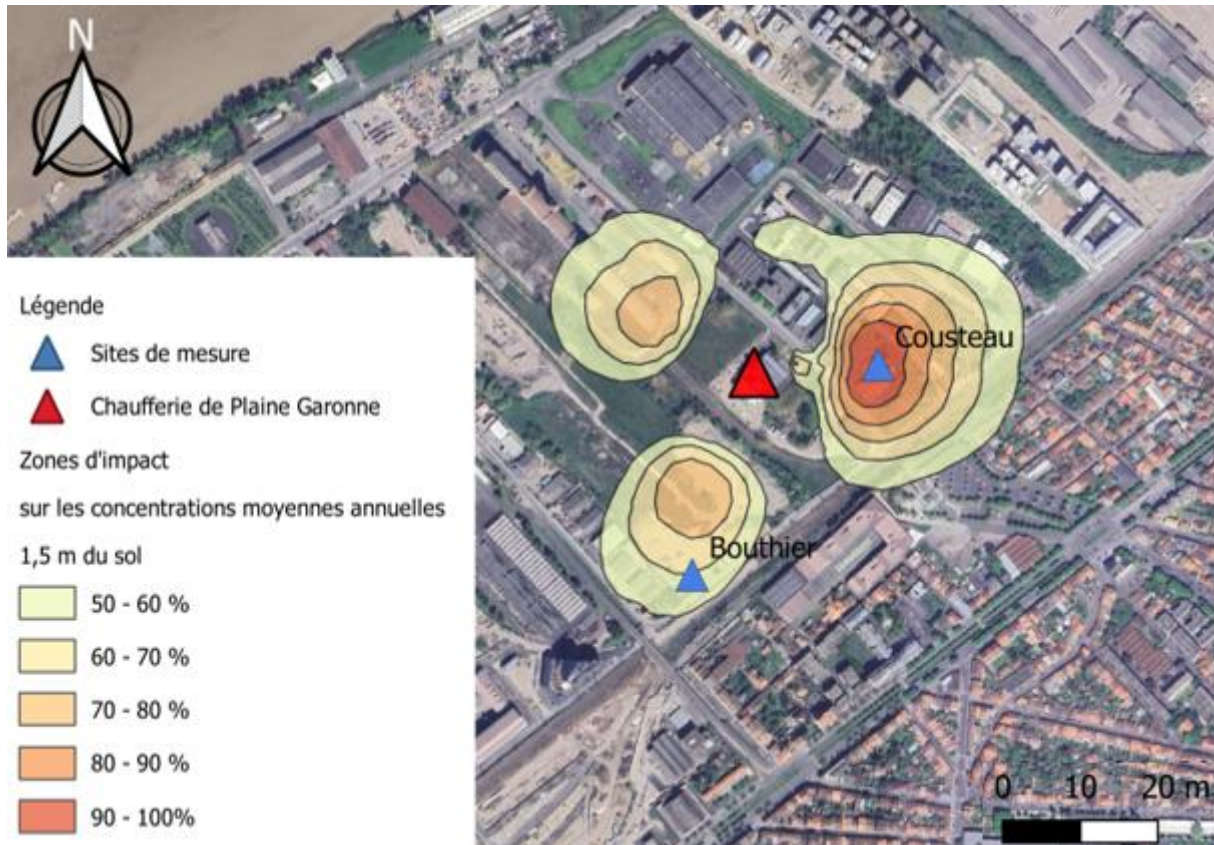


Figure 5 : localisation des site de mesure

Un **laboratoire mobile** a été installé sur le site « Cousteau » (cf. Figure 6), contenant des analyseurs mesurant en continu (pas de temps de 15 minutes) plusieurs polluants réglementés : les particules grossières PM₁₀, les particules fines PM_{2,5}, les oxydes d'azotes (NO_x) et le dioxyde de soufre (SO₂). Un préleveur dynamique, une jauge Owen ainsi que des tubes passifs ont également été disposés sur ce site.



- jauge Owen
- tubes passifs
- laboratoire mobile (analyseurs automatiques)
- préleveur dynamique

Figure 6 : moyens de mesure mis en œuvre sur le site « Cousteau »

Des **tubes passifs** (cf. Figure 7) mesurant les concentrations en NO_2 et en SO_2 ont été implantés sur l'autre site « Bouthier ». Les tubes sont placés dans une boîte de protection contre les intempéries.



Figure 7 : tubes passifs mis en œuvre sur le site « Bouthier »

Selon les prescriptions d'implantation pour les stations de mesure, les relevés sont réalisés entre 1,5 et 4 mètres de hauteur [5], caractérisant ainsi la qualité de l'air respiré par les habitants occupant les étages inférieurs des bâtiments.



La campagne hivernale a été réalisée début 2026 afin d'évaluer la qualité de l'air dans des conditions représentatives du fonctionnement de la chaudière biomasse, mise en service fin 2025.

Les polluants suivis, les moyens et les périodes de mesure sont détaillés dans le tableau suivant.

Site de mesure	Moyen de mesure	Polluant suivi	Période de mesure	
			Campagne été (chaudières gaz uniquement)	Campagne hiver (chaudières gaz + biomasse)
Cousteau	Analyseurs automatiques	Particules grossières (PM ₁₀)	25/06 au 25/07/2024	20/01 au 23/02/2026
		Particules fines (PM _{2,5})		
		Oxydes d'azote (NO _x)		
		Dioxyde de soufre (SO ₂)		
	Préleveur dynamique (puis analyse en laboratoire)	Dioxines-furanes (air ambiant)	10 au 17/07/2024	05/02 au 19/02/2026
	Jauge Owen (puis analyse en laboratoire)	Dioxines-furanes (retombées atmosphériques)	25/06 au 23/07/2024	20/01 au 19/02/2026
Tubes passifs (puis analyse en laboratoire)	Dioxyde d'azote (NO ₂)	25 au 02/07/2024 02/07 au 09/07/2024	20/01 au 27/01/2026 27/01 au 03/02/2026 03/02 au 10/02/2026	
	Dioxyde de soufre (SO ₂)			
Bouthier	Tubes passifs (puis analyse en laboratoire)	Dioxyde d'azote (NO ₂)	09 au 16/07/2024	10/02 au ✗ 17/02 au 24/02/2026
		Dioxyde de soufre (SO ₂)	16 au 23/07/2024	

✗ : Perte dû à la tempête Nils

Tableau 1 : polluants suivis, moyens et périodes de mesure

Selon les éléments techniques fournis par Bordeaux Métropole, la chaudière biomasse était à l'arrêt pendant la campagne estivale, ce qui permet d'appréhender cette période comme un état initial. Lors de la campagne hivernale, les chaudières gaz ont fonctionné sur l'ensemble de la période. La chaudière biomasse a également été en fonctionnement, mais avec une période d'arrêt identifiée entre le 8 et le 10 février 2026.

Dans ce rapport, les mesures sont comparées :

- entre les 2 campagnes : arrêt et fonctionnement de la chaudière biomasse,
- à des stations fixes de référence du réseau d'Atmo Nouvelle-Aquitaine,
- à des seuils de référence (réglementaires et recommandations de l'OMS). Les mesures ont été réalisées sur 2 campagnes de 4 semaines, permettant la comparaison aux seuils réglementaires, notamment ceux donnés en moyenne annuelle ([6]).

4 Conditions environnementales

4.1 Campagne estivale

La première campagne de mesure s'est déroulée du 25/06 au 25/07/2024.

Le graphique suivant présente les conditions de température et de précipitations pendant la période de mesure, en moyennes horaires. Ces données ont été mesurées par la station Météo-France de Bordeaux-Mérignac.

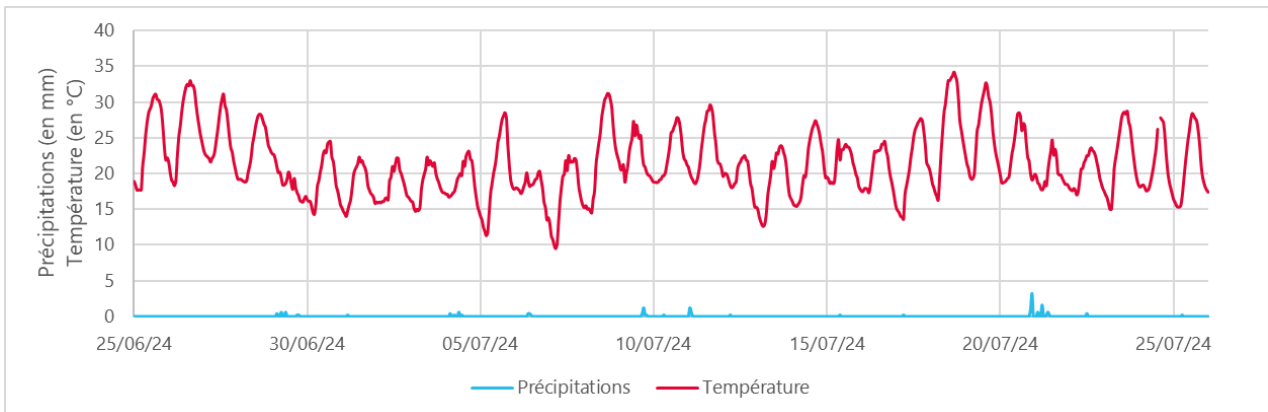


Figure 8 : températures moyennes et cumul pluviométrique pendant la période estivale

Pendant la période de mesure, la température moyenne a été de 21°C. Les températures minimales et maximales atteintes ont été respectivement de 10°C et de 34°C. Le cumul des précipitations a été de 17 mm. La période a été très peu pluvieuse.

La rose des vents ci-après a été élaborée à partir des données mesurées par Météo-France sur la station de Bordeaux-Mérignac.

Rose des vents : une rose des vents est une figure représentant la fréquence des directions d'où vient le vent durant une période donnée, aux points cardinaux (Nord, Est, Sud et Ouest) et aux directions intermédiaires. Les couleurs représentent les différents intervalles de vitesse du vent en m/s. En dessous de 1 m/s on parle de vents faibles, leur direction n'est pas correctement établie. Ces dernières données ne sont, de ce fait, pas prises en compte. Néanmoins, les vents faibles sont le signe d'une forte stabilité atmosphérique, limitant la dispersion des polluants et favorisant leur accumulation. Ainsi, les sites de mesures sont potentiellement impactés par les émissions de la chaufferie lors de cette stabilité.

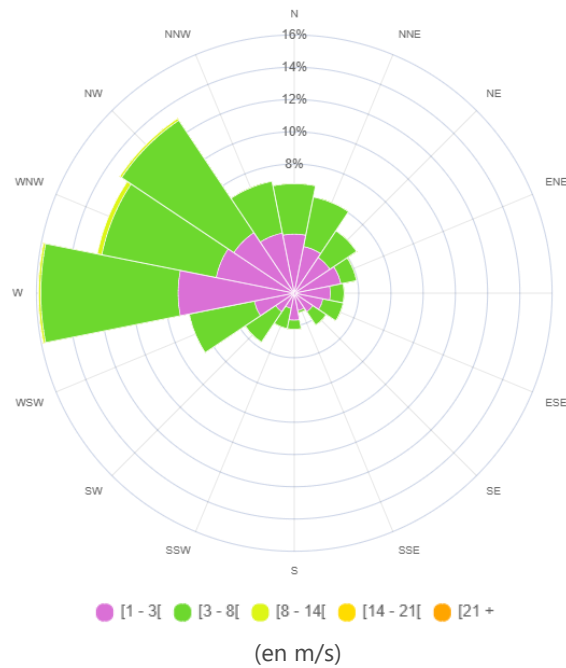


Figure 9 : rose des vents moyenne sur la station Météo France de Bordeaux-Mérignac pendant la période estivale

Pendant la campagne de mesure estivale, les vents provenaient en majorité de l'ouest, ouest-nord-ouest et du nord-ouest. Pendant la première campagne, les vents étaient faibles pendant 6% du temps.

Dans les tableaux suivants sont détaillés les taux d'exposition des différents sites de mesure par rapport à la chaufferie, pendant la campagne estivale, période de fonctionnement de la chaudière gaz uniquement.

Site	Mesures automatiques Du 25/06 au 25/07/2024		
	Exposition (en %)	Précipitation (cumul en mm)	Température moyenne (°C)
Cousteau	48	17	21

Tableau 2 : taux d'exposition du site de mesure pendant les mesures automatiques - période estivale

Période		Prélèvements par tubes passifs			
		Exposition des sites (%)		Précipitation (cumul en mm)	Température moyenne (°C)
		Cousteau	Bouthier		
25/06/2024	02/07/2024	54	20	2	22
02/07/2024	09/07/2024	47	11	2	19
09/07/2024	16/07/2024	31	37	4	21
16/07/2024	23/07/2024	59	20	8	22
TOTAL (25/06 au 23/07/24)		48	22	17	21

Tableau 3 : taux d'exposition des sites de mesure pendant les prélèvements par tubes passifs - période estivale

Tous les sites ont été bien exposés aux rejets de la chaufferie pendant la période de mesure.

4.2 Campagne hivernale

La seconde campagne de mesure s'est déroulée du 20/01 au 24/02/2026.

Le graphique suivant présente les conditions de température et précipitations pendant la période de mesure, en moyennes horaires. Ces données ont été mesurées par la station Météo-France de Bordeaux-Mérignac.

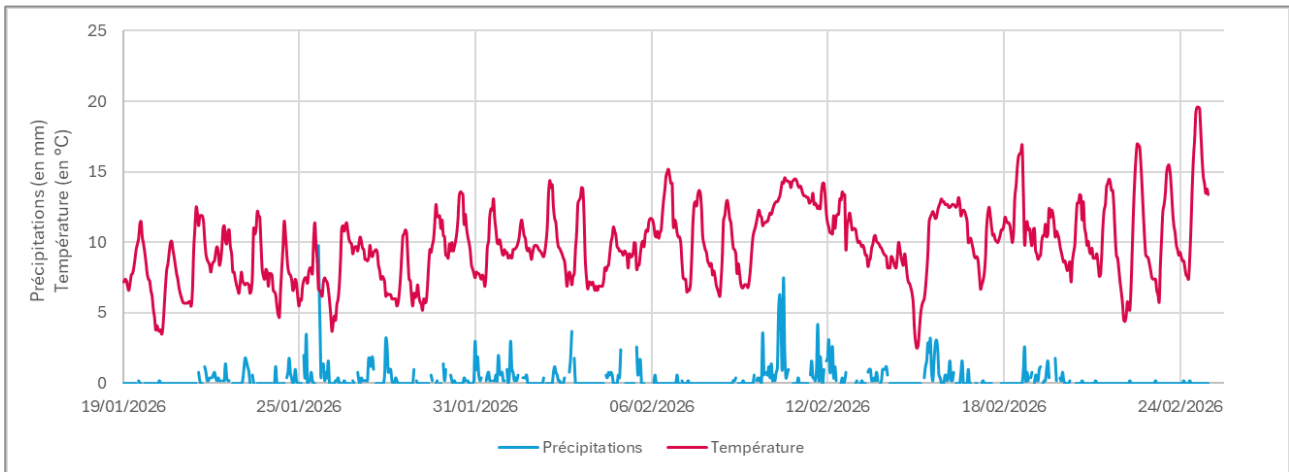


Figure 10 : températures moyennes et cumul pluviométrique pendant la période hivernale

Pendant la période de mesure, la température moyenne a été de 10°C. Les températures minimales et maximales atteintes ont été respectivement de 3°C et de 20°C. Le cumul des précipitations a été de 253 mm. La période a été plutôt pluvieuse.

La rose des vents ci-après a été élaborée à partir des données mesurées par Météo-France sur la station de Bordeaux-Mérignac.

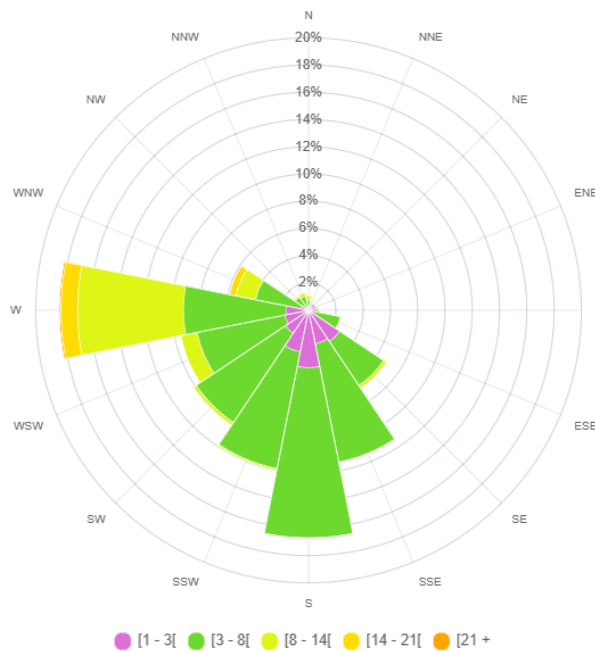


Figure 11 : rose des vents moyenne sur la station Météo France de Bordeaux-Mérignac pendant la période hivernale

Pendant la campagne de mesure hivernale, les vents provenaient en majorité des secteurs entre l'ouest et le sud. Les vents étaient faibles pendant 4% du temps.

Dans les tableaux suivants sont détaillés les taux d'exposition des différents sites de mesure par rapport à la chaufferie, pendant la campagne hivernale, période de fonctionnement des chaudières gaz et biomasse.

Site	Mesures automatiques Du 20/01 au 23/02/2026		
	Exposition (en %)	Précipitation (cumul en mm)	Température moyenne (°C)
Cousteau	21	266	10

Tableau 4 : taux d'exposition du site de mesure pendant les mesures automatiques - période hivernale

Site	Prélèvements de dioxines-furanes en air ambiant Du 05/02 au 19/02/2026		
	Exposition (en %)	Précipitation (cumul en mm)	Température moyenne (°C)
Cousteau	18	125	10

Tableau 5 : taux d'exposition du site de mesure pendant les prélèvements de dioxines-furanes dans l'air ambiant - période hivernale

Site	Prélèvements de dioxines-furanes dans les retombées atmosphériques Du 20/01 au 19/02/2026		
	Exposition (en %)	Précipitation (cumul en mm)	Température moyenne (°C)
Cousteau	21	264	10

Tableau 6 : taux d'exposition du site de mesure pendant les prélèvements de dioxines-furanes dans les retombées atmosphériques - période hivernale

Période		Prélèvements par tubes passifs			
		Exposition des sites (%)		Précipitation (cumul en mm)	Température moyenne (°C)
		Cousteau	Bouthier		
20/01/26	27/01/26	6	1	66	8
27/01/26	03/02/26	10	2	65	9
03/02/26	10/02/26	9	3	70	10
17/02/26	24/02/26	26	1	18	11
TOTAL (20/01 au 24/02/26)		21	2	267	10

Tableau 7 : taux d'exposition des sites de mesure pendant les prélèvements par tubes passifs - période hivernale

Les conditions météorologiques durant la campagne montrent une exposition du site Cousteau aux vents provenant du secteur de la chaufferie d'environ 21% pendant les mesures automatiques. Lors des prélèvements de dioxines-furanes en air ambiant (05 au 19/02/2026), cette exposition est de 18%. L'exposition du site Bouthier reste limitée sur la période ($\approx 2\%$).

5 Présentation des résultats

5.1 Mesures automatiques

Les mesures automatiques réalisées au niveau du site « Cousteau » sont comparées à plusieurs stations fixes d'Atmo Nouvelle-Aquitaine :

- La station **Gautier**, située sur le boulevard Antoine Gautier à Bordeaux, qui est une station urbaine d'influence trafic,
- La station de **Floirac - Branne**, située sur l'avenue de l'Yser de la commune, qui est une station urbaine d'influence trafic,
- La station de **Bassens**, qui est une station urbaine d'influence de fond (pour le NO₂, les PM₁₀ et les PM_{2,5}) et industrielle (pour le SO₂),
- La station de **Talence**, qui est une station urbaine d'influence de fond,
- La station **Tartas - Pelletrin**, située dans le département des Landes qui est une station périurbaine industrielle (pour le SO₂).

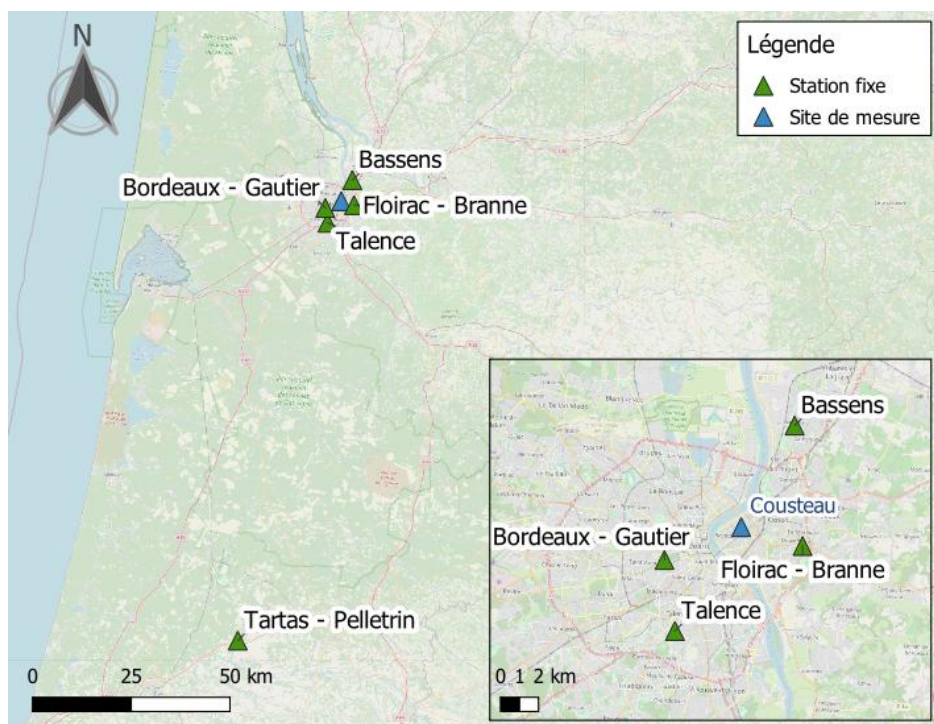


Figure 12 : stations fixes de mesure de référence

Une station de fond permet le suivi du niveau d'exposition de la majorité de la population aux phénomènes de pollution dits de « fond » dans les centres urbains, périurbains ou en milieu rural. Les mesures sont représentatives de l'air respiré par la majorité des habitants de ces zones.

Une station trafic ou industrielle est implantée dans une zone représentative des niveaux de concentrations les plus élevés auxquels la population située à proximité d'une infrastructure routière ou industrielle est susceptible d'être exposée. Les mesures sont représentatives de l'exposition maximale de la population par rapport à ces sources.

Le type urbain, périurbain et rural est défini en fonction de la densité de population vivant dans la zone.

La station mobile « Cousteau » est de type urbain.

5.1.1 Dioxyde d'azote (NO₂)

Les statistiques des données observées pour le NO₂ sur les sites de l'étude sont présentées ci-après. La campagne « été » s'est déroulée du 25/06 au 25/07/2024, lorsque seules les chaudières gaz étaient en fonctionnement. La campagne « hiver » a eu lieu du 20/01 au 24/02/26, lorsque les chaudières gaz et biomasse étaient opérationnelles.

Concentrations horaires

Concentration en NO ₂ en µg/m ³	Cousteau		Floirac - Branne (urbaine trafic)		Bassens (urbaine fond)		Talence (urbaine fond)		Bordeaux - Gautier (urbaine trafic)	
	été	hiver	été	hiver	été	hiver	été	hiver	été	hiver
Moyenne	6	12	19	11	7	9	7	11	20	27
Maximum horaire	48	70	66	108	48	63	51	70	56	78
Minimum horaire	0	1	1	0	0	0	1	0	1	0

Tableau 8 : concentrations en NO₂ mesurées par analyseurs automatiques

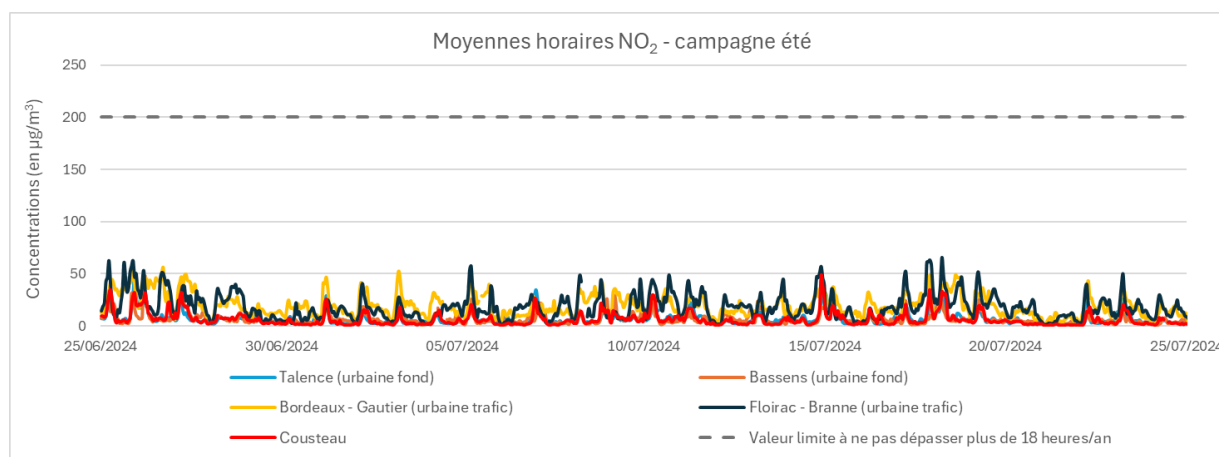


Figure 13 : évolution temporelle des concentrations en NO₂ (moyennes horaires) pendant la période estivale

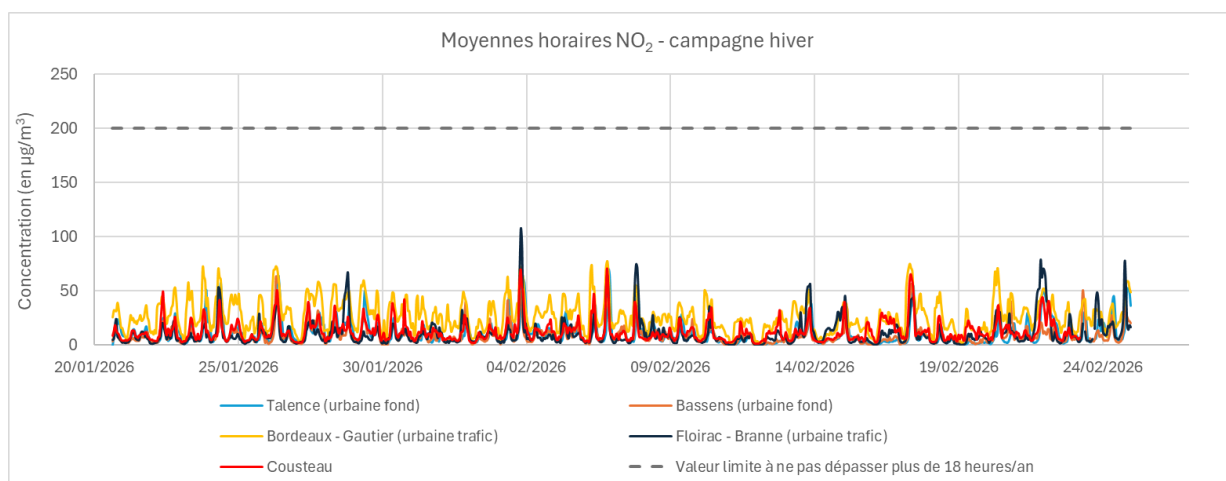


Figure 14 : évolution temporelle des concentrations en NO₂ (moyennes horaires) pendant la période hivernale

Les concentrations sont globalement plus élevées en période hivernale, les conditions météorologiques étant alors moins favorables à la dispersion des polluants.

Les concentrations mesurées sur le site « Cousteau » sont globalement du même ordre de grandeur que celles relevées sur les stations de fond de Bassens et Talence. À l'inverse, les concentrations observées sur les stations « Gautier » et « Branne » sont plus élevées, ces deux stations étant sous influence du trafic routier, dont le dioxyde d'azote constitue le marqueur principal.

Enfin, la valeur limite horaire de $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a été respectée sur le site « Cousteau » au cours des deux campagnes.

Concentrations journalières

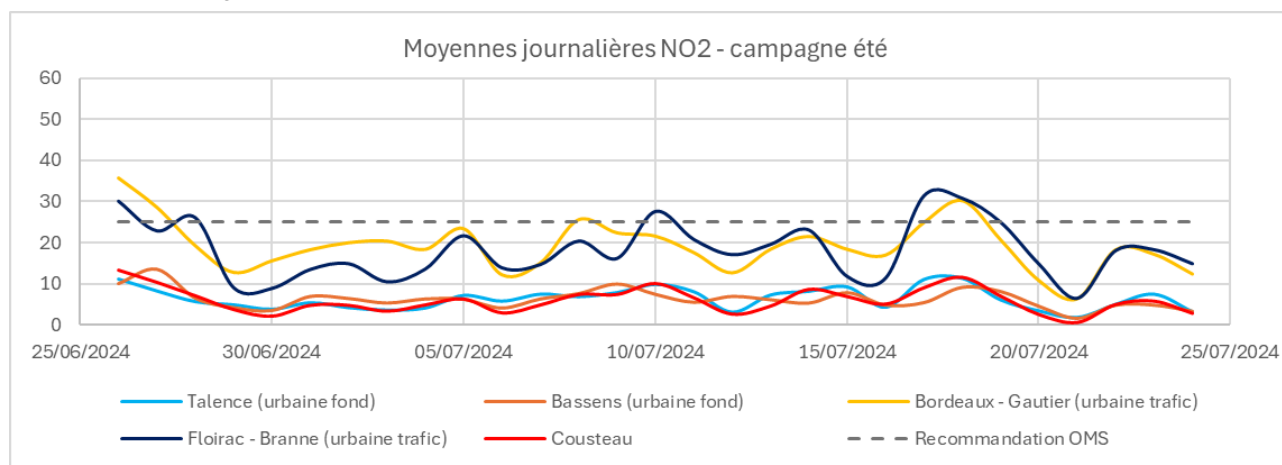


Figure 15 : évolution temporelle des concentrations en NO₂ (moyennes journalières) pendant la campagne estivale

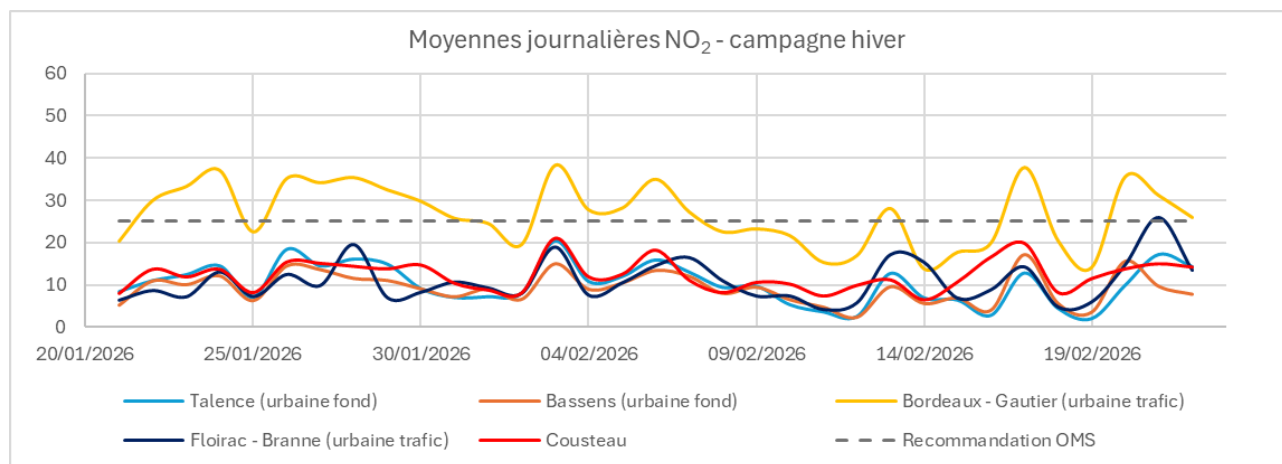


Figure 16 : évolution temporelle des concentrations en NO₂ (moyennes journalières) pendant la campagne hivernale

La recommandation journalière de l'OMS de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ n'a jamais été dépassée sur la station mobile « Cousteau ». Cette recommandation a été dépassée sur les stations de référence Bordeaux - Gautier et Floirac - Branne en été et hiver.

Concentrations annuelles

Concentration en NO ₂ en µg/m ³	Cousteau	Floirac- Branne (urbaine trafic)	Bassens (urbaine fond)	Talence (urbaine fond)	Bordeaux - Gautier (urbaine trafic)
Moyenne 2 campagnes	9	15	8	8	23

Tableau 9 : concentrations moyennes de NO₂ mesurées pendant les 2 périodes

La concentration moyenne mesurée sur le site mobile « Cousteau » est inférieure à la valeur limite annuelle ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et à la recommandation annuelle de l'OMS¹ ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Profil moyen journalier

Les profils de l'évolution des concentrations en fonction de l'heure de la journée (obtenu en moyennant les concentrations horaires pour chaque heure de la journée, pendant toute la période étudiée) sont présentés ci-après.

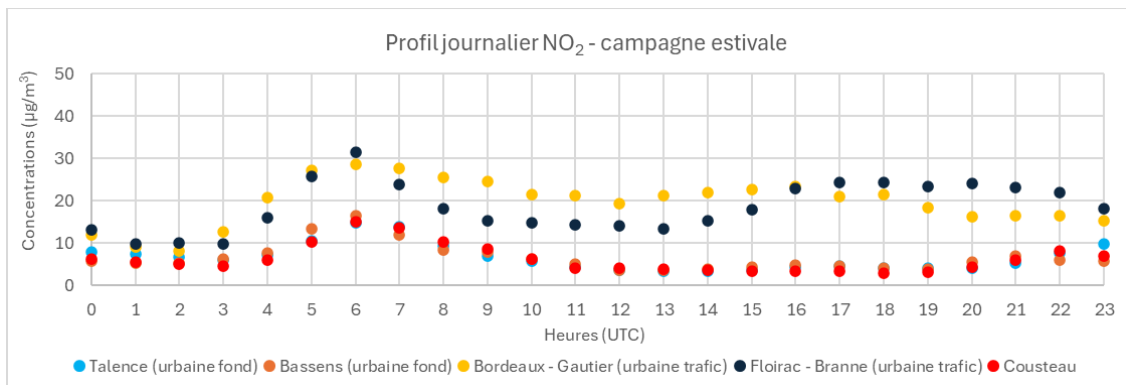


Figure 17 : évolution de la concentration moyenne horaire en NO_2 en heures UTC² pendant la campagne hivernale

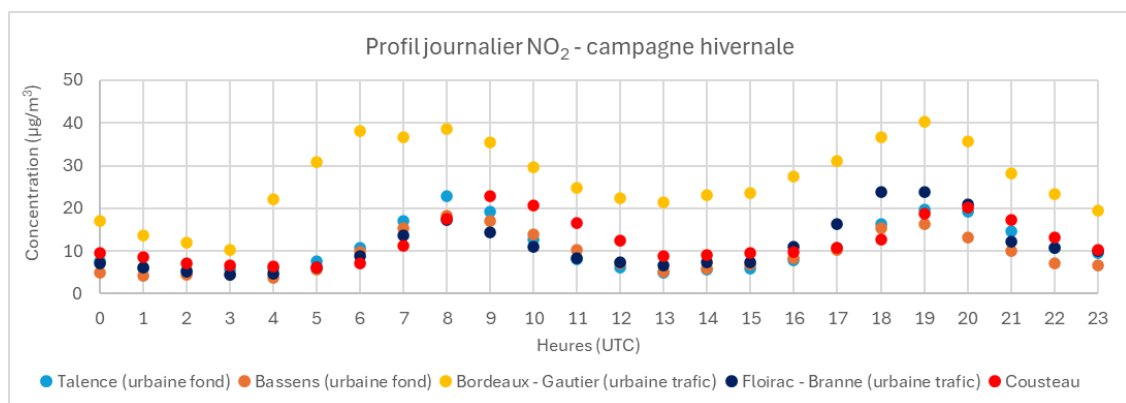


Figure 18 : évolution de la concentration moyenne horaire en NO_2 en heures UTC pendant la campagne hivernale

Le profil caractéristique du trafic routier, se traduisant par deux pics de concentrations aux périodes de déplacements domicile-travail (matin et soir), est observable sur les stations « Gautier » et « Branne » en période estivale et plus marqué en période hivernale sur l'ensemble des stations fixes, avec des concentrations plus élevées à « Gautier ».

Rose de pollution

À partir des mesures horaires et des données météorologiques de la station Météo-France de Bordeaux-Mérignac, des roses de pollution moyennes sur les deux périodes sont générées (cf. Figure 19).

Rose de pollution : Elles permettent d'analyser les variations de concentrations d'un polluant en fonction de la direction et de la vitesse du vent, en lien avec les conditions de dispersion atmosphérique. Ce type de représentation met en évidence les directions associées aux concentrations les plus élevées et permet

¹ Le seuil est considéré comme dépassé lorsque la moyenne est strictement supérieure à sa valeur.

² pour avoir l'heure locale : +1 en hiver, +2 en été

ainsi d'identifier l'origine probable des masses d'air chargées en NO₂ mesurées au niveau de la station mobile. Les vents très faibles (généralement inférieurs à 1 m/s) ne sont pas pris en compte, leur direction étant trop incertaine. Ils traduisent toutefois des conditions de forte stabilité atmosphérique, peu favorables à la dispersion des polluants et propices à leur accumulation à proximité des sources.

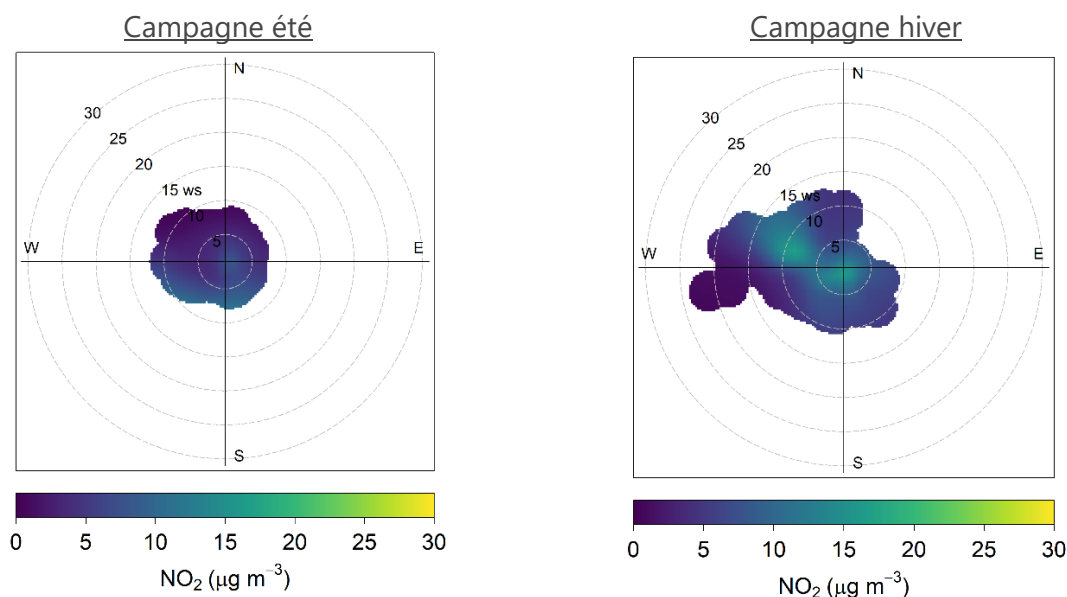


Figure 19 : roses de pollution NO₂ pendant les deux campagnes de mesure

En période estivale, les concentrations les plus marquées sont principalement associées à des vents de secteur sud, avec une distribution globalement homogène et des niveaux modérés, dans un contexte plus dispersif.

En période hivernale, la rose de pollution met en évidence des zones de concentrations plus marquées. Une zone est observée pour des vents provenant du secteur ouest à nord-ouest, en cohérence avec la présence d'une voirie proche ainsi que de la chaufferie située au nord-ouest. Une seconde zone de concentrations est également visible et semble correspondre à l'influence du trafic routier autour de la station mobile, avec des axes situés au sud-ouest et au sud-est du site de mesure.



Figure 20 : trafics moyens journaliers annuels autour du site étudié (rouge foncé = trafic important, rouge claire = trafic faible) (Source TMJA : CEREMA 2023)

5.1.2 Particules grossières (PM₁₀)

Les statistiques des données observées pour les PM₁₀ sur le site de l'étude sont présentées ci-dessous.

La campagne « été » s'est déroulée pendant l'arrêt de la chaudière biomasse, du 25/06 au 25/07/2024. La campagne « hiver » a eu lieu pendant le fonctionnement de la chaudière biomasse, du 20/01 au 24/02/26.

Concentrations horaires

Concentration en PM ₁₀ en µg/m ³	Cousteau		Floirac - Branne (urbaine trafic)		Bassens (urbaine fond)		Talence (urbaine fond)		Bordeaux - Gautier (urbaine trafic)	
	été	hiver	été	hiver	été	hiver	été	hiver	été	hiver
Moyenne	21	16	15	14	11	11	10	11	14	19
Maximum horaire	168	70	49	51	58	55	36	55	52	97
Minimum horaire	2	0*	0	0*	2	1	2	1	0	0

Tableau 10 : concentrations en PM₁₀ mesurées par analyseurs automatiques

* Mise à zéro de la concentration au regard des règles de validation des données.



Concentrations journalières

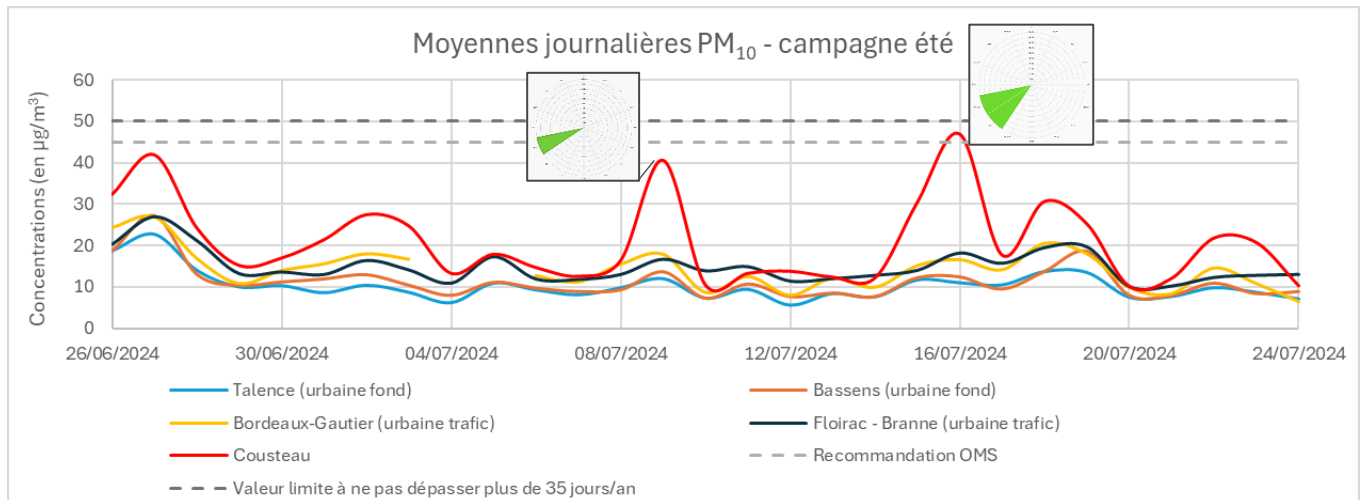


Figure 21 : évolution temporelle des concentrations en PM_{10} (moyennes journalières) pendant la campagne estivale

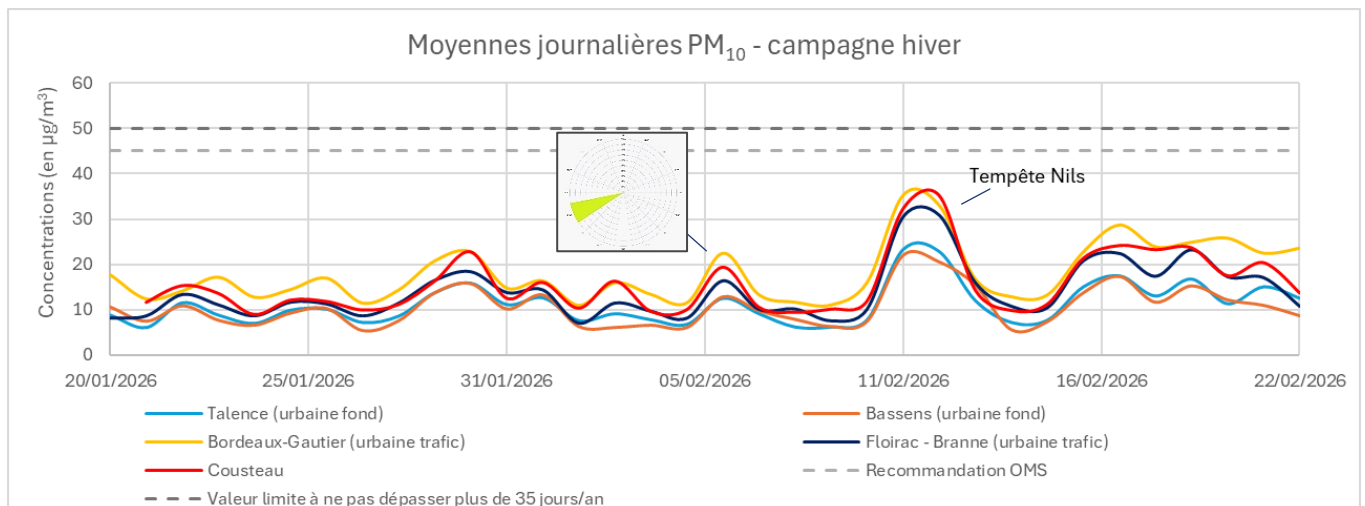


Figure 22 : évolution temporelle des concentrations en PM_{10} (moyennes journalières) pendant la campagne hivernale

Les concentrations mesurées au niveau du site « Cousteau » présentent, en période estivale, des niveaux globalement modérés, avec des pics ponctuels associés à des vents de secteur sud-ouest, également observés lors des autres hausses ponctuelles mais non indiqués sur le graphique afin d'en préserver la lisibilité. Dans cette direction, une plateforme de tri et de gestion des déchets, comprenant des stockages de granulats identifiés lors de la reconnaissance de site, constitue une source contributive potentielle. En conditions sèches et sous l'effet de vents soutenus, la remise en suspension de poussières peut ainsi expliquer les hausses ponctuelles de concentrations en PM_{10} .

En période hivernale, les concentrations apparaissent plus continues. Les concentrations mesurées au niveau du site « Cousteau » sont du même ordre de grandeur que celles relevées sur les stations fixes sous influence de fond. La valeur limite journalière ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et la recommandation journalière de l'OMS ($45 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ont été respectées pendant la période de mesure.

Les vents forts associés à la tempête Nils ont pu favoriser un apport d'embruns marins, contribuant à l'élévation observable des PM_{10} . Le caractère simultané de cette hausse sur l'ensemble des stations de mesure confirme qu'il s'agit d'un phénomène non spécifique au site étudié.

Concentrations annuelles

Concentration en PM ₁₀ en µg/m ³	Cousteau	Floirac - Branne (urbaine trafic)	Bassens (urbaine fond)	Talence (urbaine fond)	Bordeaux - Gautier (urbaine trafic)
Moyenne 2 campagnes	19	15	11	11	17

Tableau 11 : concentrations moyennes de PM₁₀ mesurées pendant les 2 périodes

La concentration moyenne mesurée sur le site mobile « Cousteau » (19 µg/m³) est inférieure à la valeur limite annuelle (40 µg/m³) et à l'objectif de qualité (30 µg/m³). En revanche, la recommandation annuelle de l'OMS (15 µg/m³) est dépassée, de même que sur la station trafic « Bordeaux – Gautier » (17 µg/m³), tandis que la station « Floirac – Branne », également influencée par le trafic, présente une valeur du même ordre de grandeur (15 µg/m³).

Profil moyens journaliers

Les profils de l'évolution des concentrations en fonction de l'heure de la journée (obtenu en moyennant les concentrations horaires pour chaque heure de la journée, pendant toute la période étudiée) sont présentés ci-après.

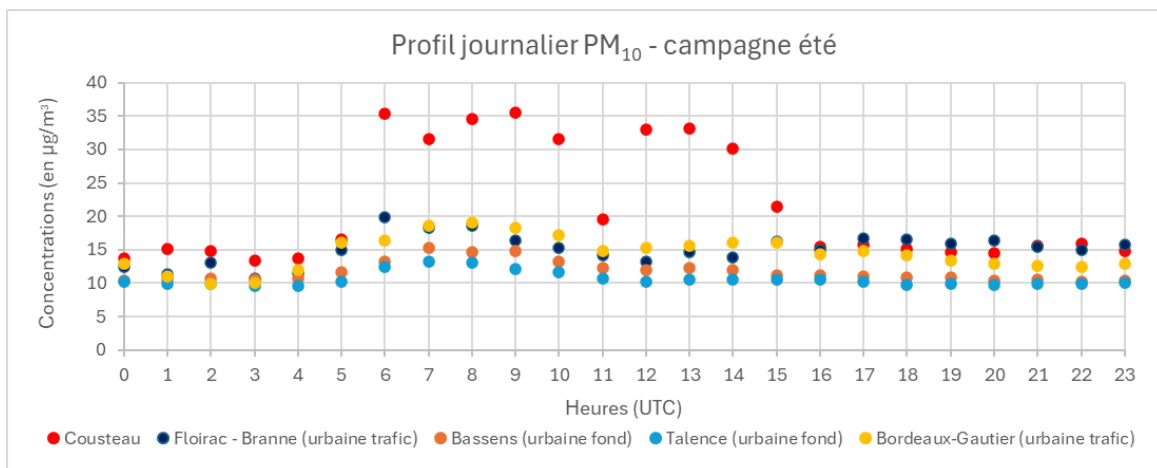


Figure 23 : évolution de la concentration moyenne horaire en PM₁₀ en heures UTC³ pendant la campagne estivale

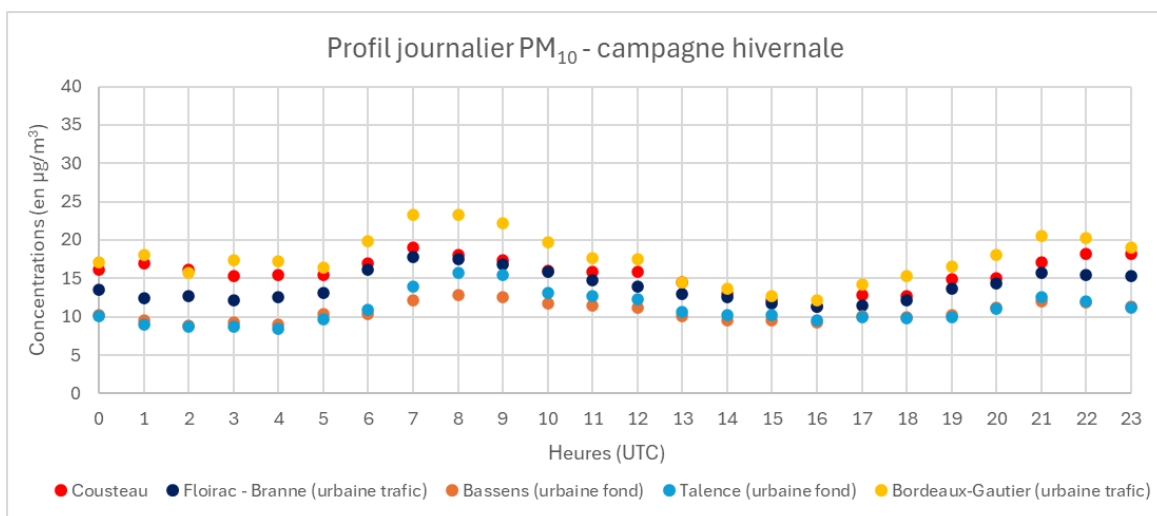


Figure 24 : évolution de la concentration moyenne horaire en PM₁₀ en heures UTC pendant la campagne hivernale

³ pour avoir l'heure locale : +1 en hiver, +2 en été



→ Campagne estivale

En période estivale, le profil attendu des PM_{10} est généralement plus faible et plus homogène, en l'absence de chauffage et dans un contexte de meilleure dispersion atmosphérique.

Toutefois, le site « Cousteau » se distingue nettement des autres stations par une augmentation marquée des concentrations dès le début de matinée (vers 6h UTC), suivie d'un maintien de niveaux élevés jusque dans l'après-midi. Ce profil, non observé sur les stations fixes urbaines de fond et de trafic, met en évidence une influence locale spécifique.

L'analyse des profils journaliers, caractérisée par une augmentation des PM_{10} non accompagnée d'une hausse des $PM_{2,5}$, indique une prédominance de particules grossières, orientant vers des phénomènes de remise en suspension.

Par ailleurs, les épisodes les plus marqués sont associés à des vents de secteur ouest à sud-ouest, suggérant un transport de particules en provenance de zones d'activités situées dans ces secteurs. La zone d'étude s'inscrit dans un environnement comprenant plusieurs activités liées au traitement de matériaux du BTP (plateformes de recyclage, de tri et de transit), situées notamment à l'ouest et au sud-ouest du point de mesure. Ces activités sont susceptibles de générer des émissions diffuses de poussières, notamment lors des opérations de concassage, de manipulation des matériaux et de la circulation d'engins et de poids lourds qui ont été observé à proximité du point de mesure. La présence de stocks de matériaux à l'air libre favorise également l'envol et la remise en suspension de particules.

Ces phénomènes sont renforcés en période estivale par des conditions sèches (absence de précipitations et sols desséchés), favorisant leur remise en suspension sous l'effet du vent.

Enfin, la chaufferie biomasse étant à l'arrêt durant cette période, sa contribution aux concentrations observées peut être écartée.

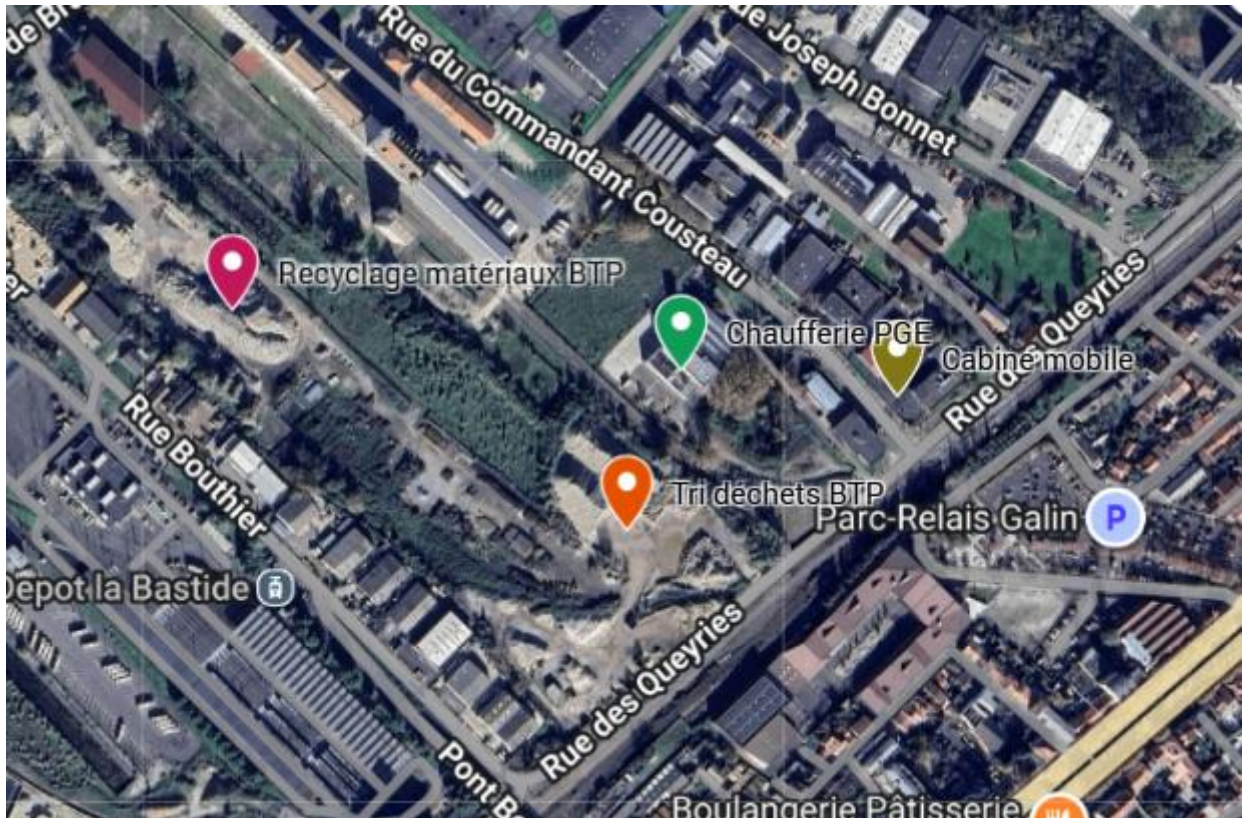


Figure 25 : environnement de l'étude – localisation des sources (source : Google Earth, 2022)

→ Campagne hivernale

En période hivernale, les concentrations moyennes en PM_{10} donnent un profil différent qu'en période estivale, sans l'influence des sources locales certaines moyennes horaires sont plus élevées en lien avec des conditions météorologiques moins dispersives (atmosphère plus stable, vents plus faibles), favorisant l'accumulation des polluants.

Comme pour le NO_2 , le profil moyen journalier des PM_{10} pendant la seconde campagne présente deux augmentations des concentrations : le matin et le soir correspondant aux trajets « domicile - travail ». Les valeurs augmentent ensuite progressivement le soir lors de la mise en route des moyens de chauffage, notamment au bois.

Rose de pollution

À partir des mesures horaires et des données météorologiques de la station Météo-France de Bordeaux-Mérignac, des roses de pollution moyenne sur la première et la seconde période (fonctionnement de la chaudière biomasse) sont générées (cf. Figure 26 : roses de pollution PM_{10} pendant les deux campagnes de mesure). Les roses de pollution permettent de localiser les différences de concentrations d'un polluant en fonction de la direction et de la force du vent. Ainsi, les roses de pollution permettent d'identifier l'origine des masses d'air chargées en PM_{10} , mesurées au niveau d'une station.

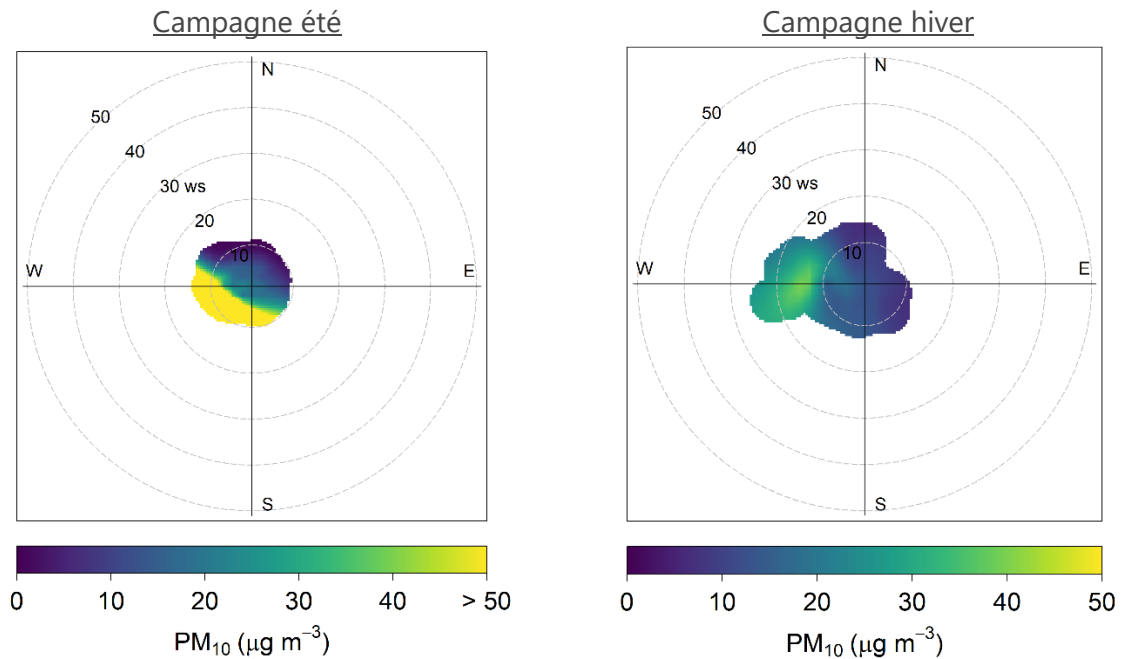


Figure 26 : roses de pollution PM₁₀ pendant les deux campagnes de mesure

En période **estivale**, les concentrations en PM₁₀ sont plus élevées pour des vents de secteur sud-ouest à ouest, en lien avec la présence de sources identifiées dans ces directions. Le signal observé traduit un panache peu étendu, caractéristique de conditions météorologiques favorisant le mélange vertical et limitant l'extension horizontale de la pollution.

En période **hivernale**, le signal est plus étendu, avec des concentrations plus élevées observées pour des vents de secteur ouest à ouest-nord-ouest. Cette répartition plus large s'explique par des conditions atmosphériques plus stables, favorisant une accumulation ainsi qu'une diffusion horizontale des particules.

5.1.3 Particules fines (PM_{2,5})

Les statistiques des données observées pour les PM_{2,5} sur le site de l'étude sont présentées ci-dessous.

La campagne « été » s'est déroulée pendant l'arrêt de la chaudière biomasse, du 25/06 au 25/07/2024. La campagne « hiver » a eu lieu pendant le fonctionnement de la chaudière biomasse, du 20/01 au 23/02/26.

Concentrations horaires

Concentration en PM _{2,5} en µg/m ³	Cousteau		Bassens (urbaine fond)		Talence (urbaine fond)		Bordeaux - Gautier (urbaine trafic)	
	été	hiver	été	hiver	été	hiver	été	hiver
Moyenne	7	6	6	7	6	8	5	7
Maximum horaire	30	37	32	52	28	51	24	58
Minimum horaire	0*	0*	1	1	1	1	0*	2

Tableau 12 : concentrations en PM_{2,5} mesurées par analyseurs automatiques

* Mise à zéro de la concentration au regard des règles de validation des données.

Concentrations journalières

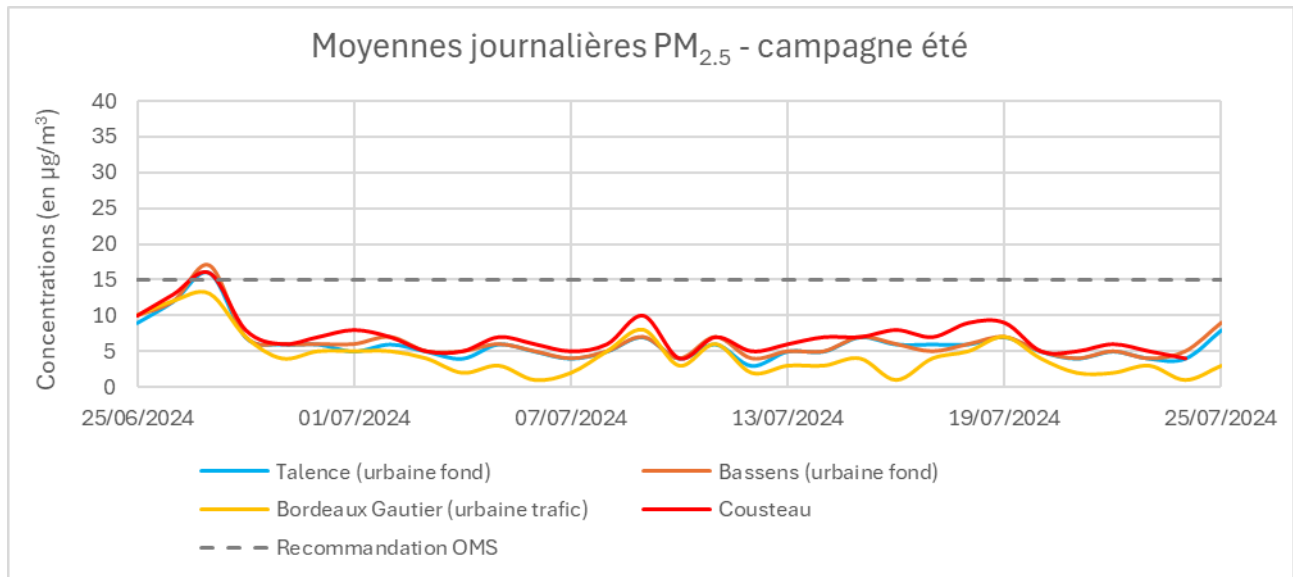


Figure 27 : évolution temporelle des concentrations en PM_{2,5} (moyennes journalières) pendant la campagne estivale

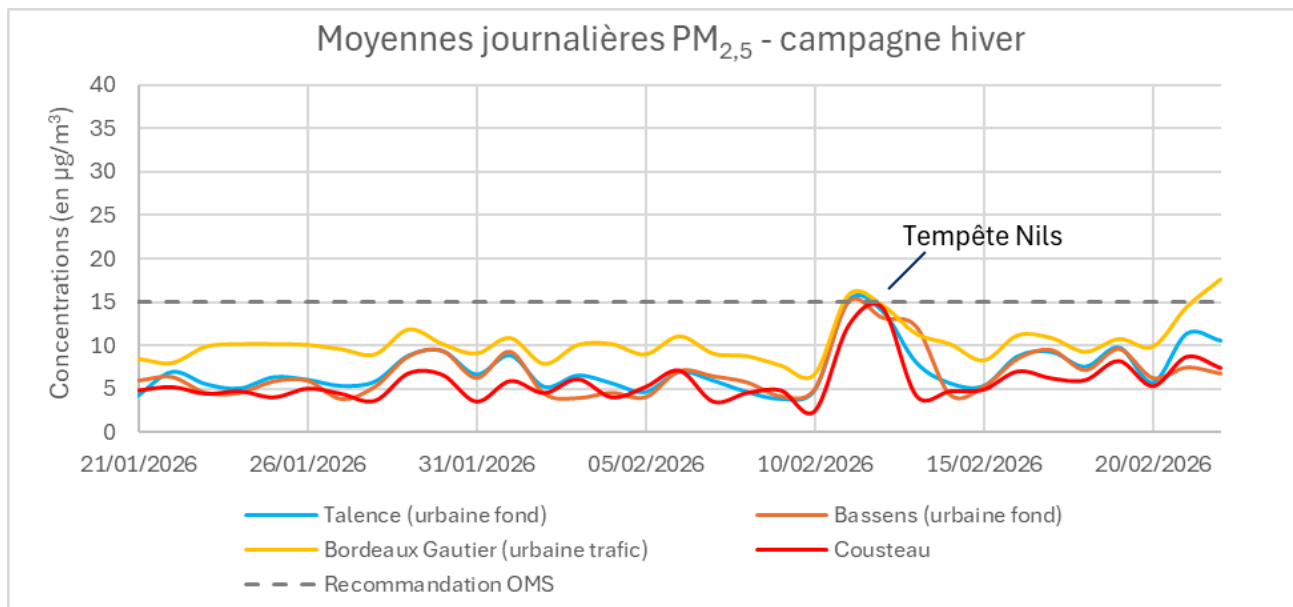


Figure 28 : évolution temporelle des concentrations en PM_{2,5} (moyennes journalières) pendant la campagne hivernale

Les concentrations sont globalement plus élevées en période hivernale car les conditions météorologiques sont défavorables à la dispersion des polluants et le chauffage résidentiel au bois constitue une source importante de particules dans l'air.

Les concentrations mesurées au niveau du site « Cousteau » sont du même ordre de grandeur que celles relevées sur les stations fixes d'influence de fond.

La recommandation journalière de l'OMS de 15 µg/m³ a été dépassée pendant 1 jour sur la station mobile « Cousteau » (27/06). Cette recommandation a également été dépassée sur les stations fixes de référence : Bassens (27/06), Talence (27/06 et 11/02) et Bordeaux-Gautier (le 11 et 22/02).

Concentrations annuelles

Concentration en PM _{2,5} en µg/m ³	Cousteau	Bassens (urbaine fond)	Talence (urbaine fond)	Bordeaux - Gautier (urbaine trafic)
Moyenne 2 campagnes	6	7	7	7

Tableau 13 : concentrations moyennes de PM_{2,5} mesurées pendant les 2 périodes

La concentration moyenne mesurée sur le site mobile « Cousteau » est inférieure à la valeur limite (25 µg/m³), à la valeur cible (20 µg/m³) et à l'objectif de qualité (10 µg/m³) annuels. La recommandation annuelle de l'OMS (5 µg/m³) a été dépassée sur la station mobile mais aussi sur les 3 stations fixes de référence.

Profil moyens journaliers

Les profils de l'évolution des concentrations en fonction de l'heure de la journée (obtenu en moyennant les concentrations horaires pour chaque heure de la journée, pendant toute la période étudiée) sont présentés ci-après.

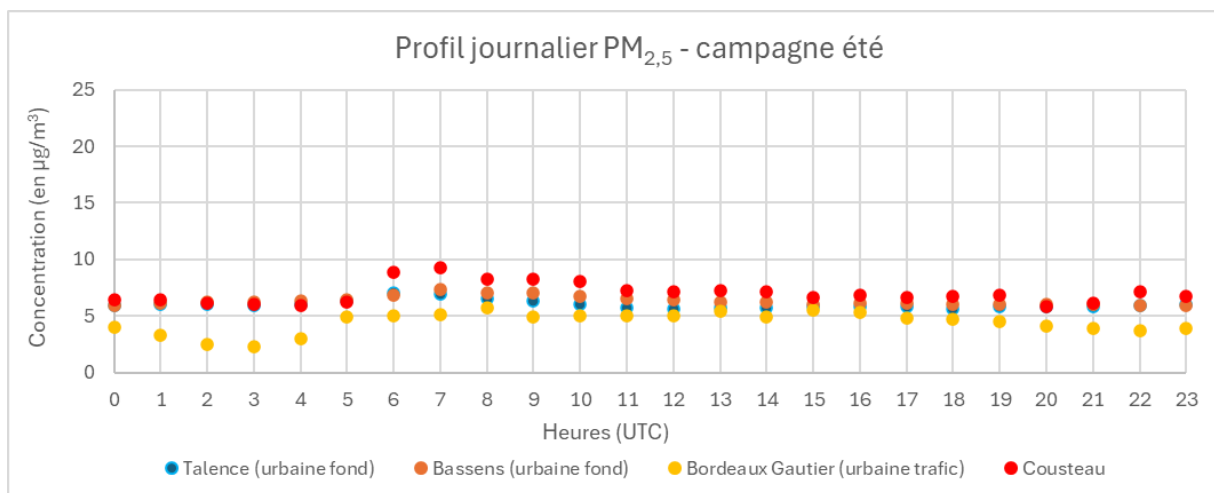


Figure 29 : évolution de la concentration moyenne horaire en PM_{2,5} en heures UTC⁴ pendant la campagne estivale

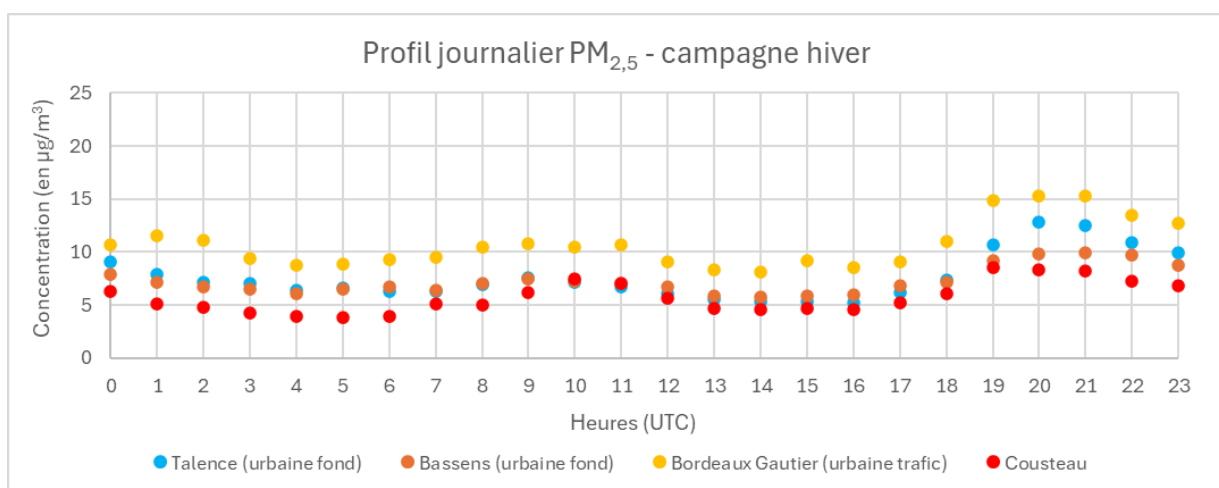


Figure 30 : évolution de la concentration moyenne horaire en PM_{2,5} en heures UTC pendant la campagne hivernale

⁴ pour avoir l'heure locale : +1 en hiver, +2 en été

Comme pour le NO₂ et les PM₁₀, le profil moyen journalier des PM_{2,5} pendant la seconde campagne présente deux augmentations des concentrations : le matin et le soir correspondant aux trajets « domicile - travail ». Les valeurs augmentent ensuite progressivement le soir lors de la mise en route des moyens de chauffage au bois.

Rose de pollution

À partir des mesures horaires et des données météorologiques de la station Météo-France de Bordeaux-Mérignac, une rose de pollution moyenne sur la période hivernale (fonctionnement de la chaudière biomasse) est générée (cf. Figure 31). Les roses de pollution permettent de localiser les différences de concentrations d'un polluant en fonction de la direction et de la force du vent. Ainsi, les roses de pollution permettent d'identifier l'origine des masses d'air chargées en PM_{2,5}, mesurées au niveau d'une station.

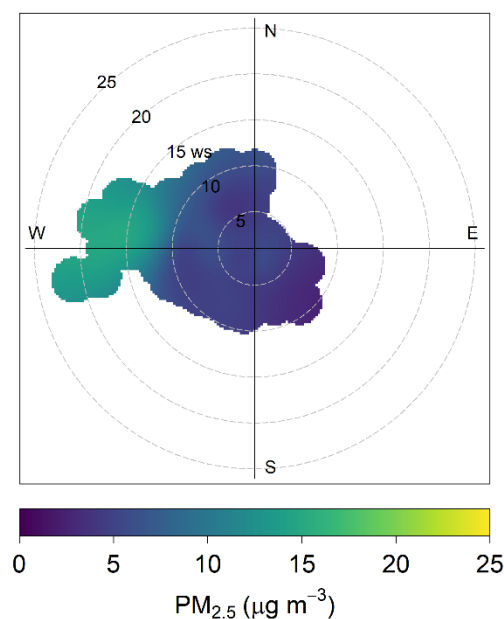


Figure 31 : rose de pollution PM_{2,5} pendant le fonctionnement de la chaudière biomasse

Les PM_{2,5} sont apportées selon plusieurs directions de vent, avec des concentrations plus importantes observées pour des vents de secteur ouest à sud-ouest, et dans une moindre mesure de secteur sud à sud-est. Les particules fines ont pu être apportées par la chaufferie biomasse, mais également par d'autres sources présentes dans ces directions (notamment le chauffage résidentiel au bois et transports routiers).

5.1.4 Dioxyde de soufre (SO₂)

Les statistiques des données observées pour le SO₂ sur le site de l'étude sont présentées ci-dessous. La campagne « été » s'est déroulée pendant l'arrêt de la chaudière biomasse, du 25/06 au 23/07/2024. La campagne « hiver » a eu lieu pendant le fonctionnement de la chaudière biomasse, du 20/01 au 24/02/2026.

Concentrations horaires

Concentration en SO ₂ en µg/m ³	Cousteau		Bassens (urbaine fond)		Tartas - Pelletrin (périurbaine industrielle)	
	été	hiver	été	hiver	été	hiver
Moyenne	0	1	0	0	2	2
Maximum horaire	2	3	2	6	19	346
Minimum horaire	0*	0*	0*	0*	0*	0*

Tableau 14 : concentrations en SO₂ mesurées par analyseurs automatiques

* Mise à zéro de la concentration au regard des règles de validation des données.

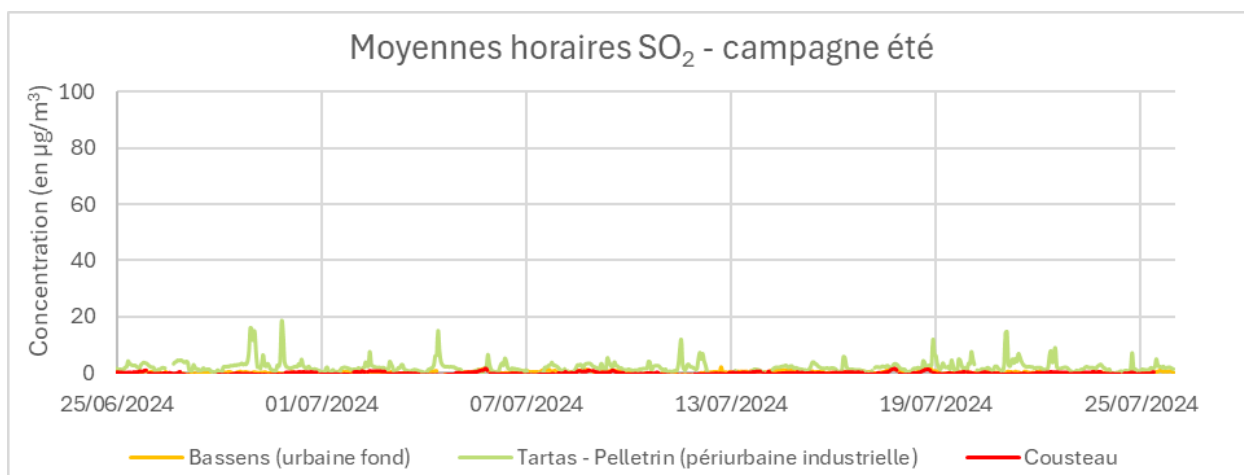


Figure 32 : évolution temporelle des concentrations en SO₂ (moyennes horaires) pendant la campagne estivale

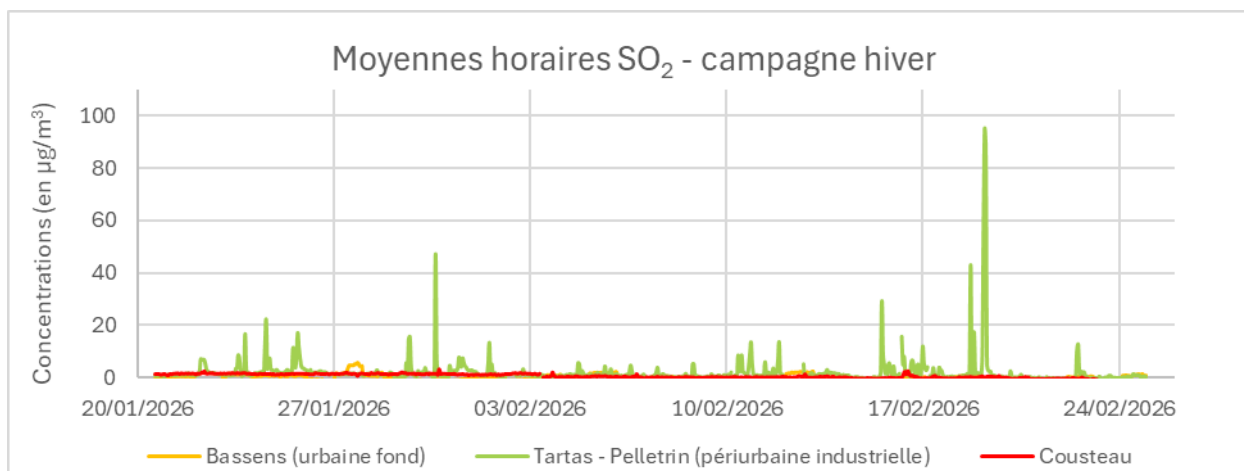


Figure 33 : évolution temporelle des concentrations en SO₂ (moyennes horaires) pendant la campagne hivernale

Les concentrations mesurées sur le site « Cousteau » sont du même ordre de grandeur que celles mesurées sur la station « Bassens » et inférieures à celles mesurées sur la station « Tartas – Pelletrin ». Les concentrations sont très faibles sur le site étudié. La valeur limite horaire de $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a été respectée pendant la période de mesure.

Concentrations journalières

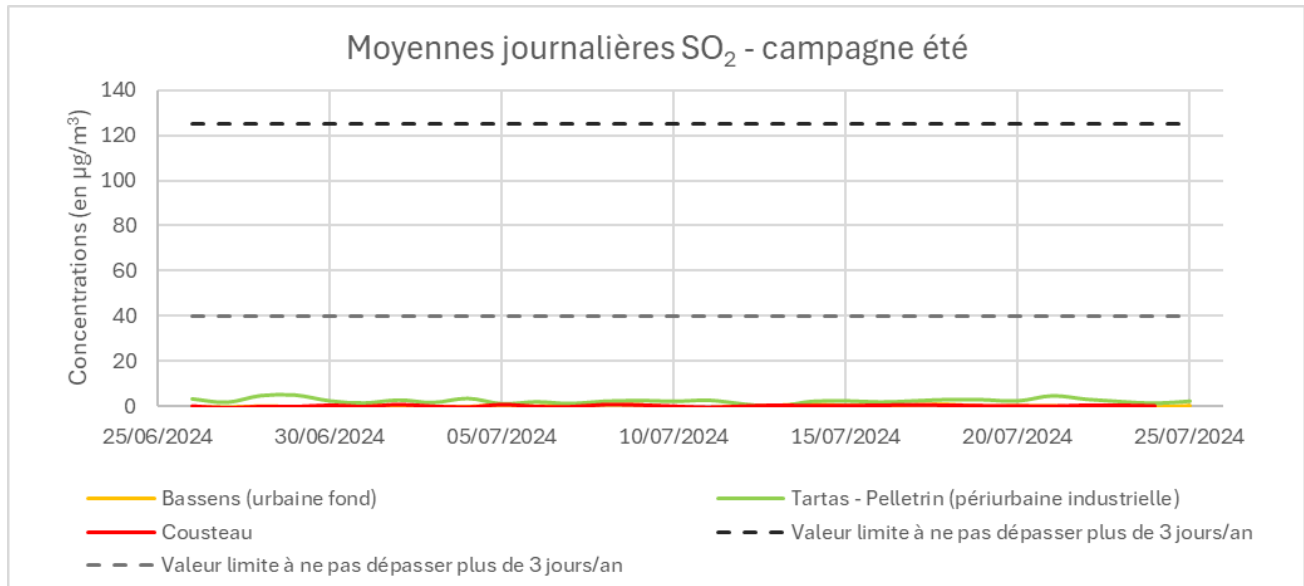


Figure 34 : évolution temporelle des concentrations en SO_2 (moyennes journalières) pendant la campagne estivale

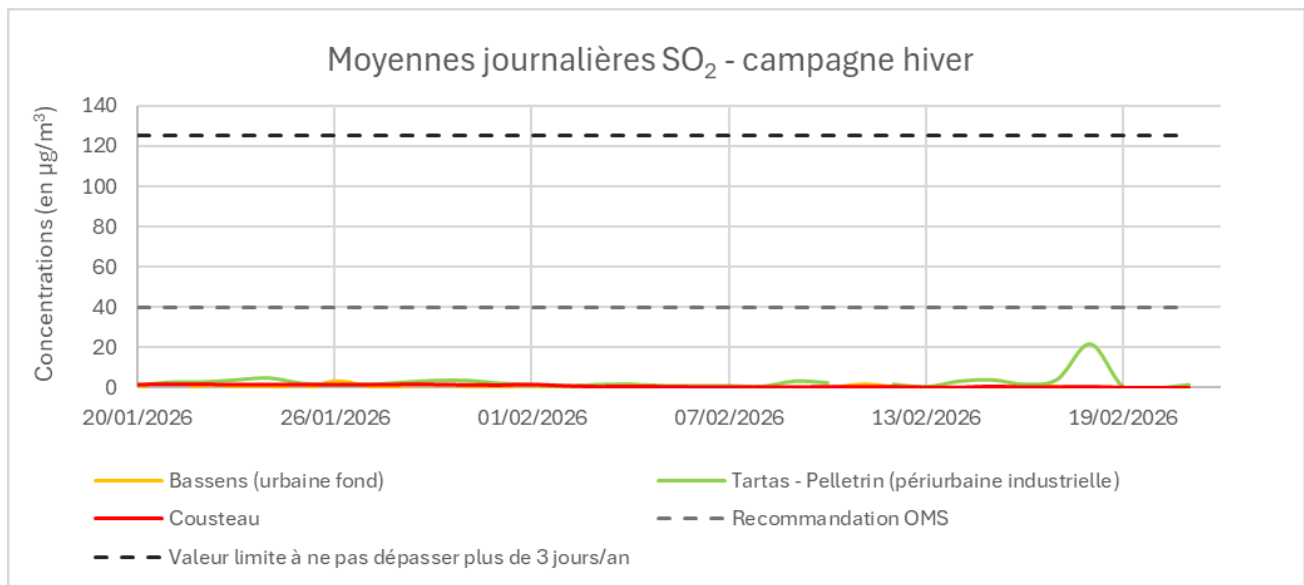


Figure 35 : évolution temporelle des concentrations en SO_2 (moyennes journalières) pendant la campagne hivernale

La valeur limite journalière ($125 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et la recommandation journalière de l'OMS ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ont été respectées pendant la période de mesure.

Concentrations annuelles

Concentration en SO ₂ en µg/m ³	Cousteau	Bassens (urbaine fond)	Tartas - Pelletrin (périurbaine industrielle)
Moyenne 2 campagnes	0	0	2

Tableau 15 : concentrations moyennes de SO₂ mesurées pendant les 2 périodes

L'objectif de qualité annuel réglementaire (50 µg/m³) a été respecté.

Les profils journaliers ainsi que les roses de pollution ne sont pas présentés car non pertinents du fait des faibles concentrations mesurées en dioxyde de soufre.

5.2 Prélèvements avec analyse différée

5.2.1 Dioxyde d'azote (NO₂)

Les concentrations de NO₂ mesurées par tubes passifs sont présentées sur le tableau et les figures suivants.

La campagne « été » s'est déroulée du 25/06 au 23/07/2024, lorsque seule les deux chaudières gaz étaient en fonctionnement. La campagne « hiver » a eu lieu du 20/01 au 24/02/2026, lorsque les deux chaudières gaz et la chaudière biomasse étaient opérationnelles.

		Concentration en NO ₂ (en µg/m ³)				
Campagne estivale	Site	du 25/06 au 02/07/2024	du 02/07 au 09/07/2024	du 09/07 au 16/07/2024	du 16/07 au 23/07/2024	Moyenne
		Cousteau	4	3	4	4
	Bouthier	4	3	5	4	4
Campagne hivernale	Site	du 20/01 au 27/01/2026	du 27/01 au 03/02/2026	du 03/02 au 10/02/2026	du 17/02 au 24/02/2026	Moyenne
		Cousteau	8	8	6	9
	Bouthier	8	9	8	7	8

Tableau 16 : concentrations en NO₂ relevées par tubes passifs

Remarque : durant la campagne hivernale, le site de mesure « Bouthier » a été faiblement exposés aux vents provenant du secteur de la chaufferie. Les résultats restent exploitables et représentatifs des conditions rencontrées pendant la campagne, mais ils ne traduisent pas une situation d'exposition directe aux émissions de l'installation. Cette configuration limite donc l'interprétation de l'impact potentiel de la chaufferie sur les concentrations en NO₂ mesurées.

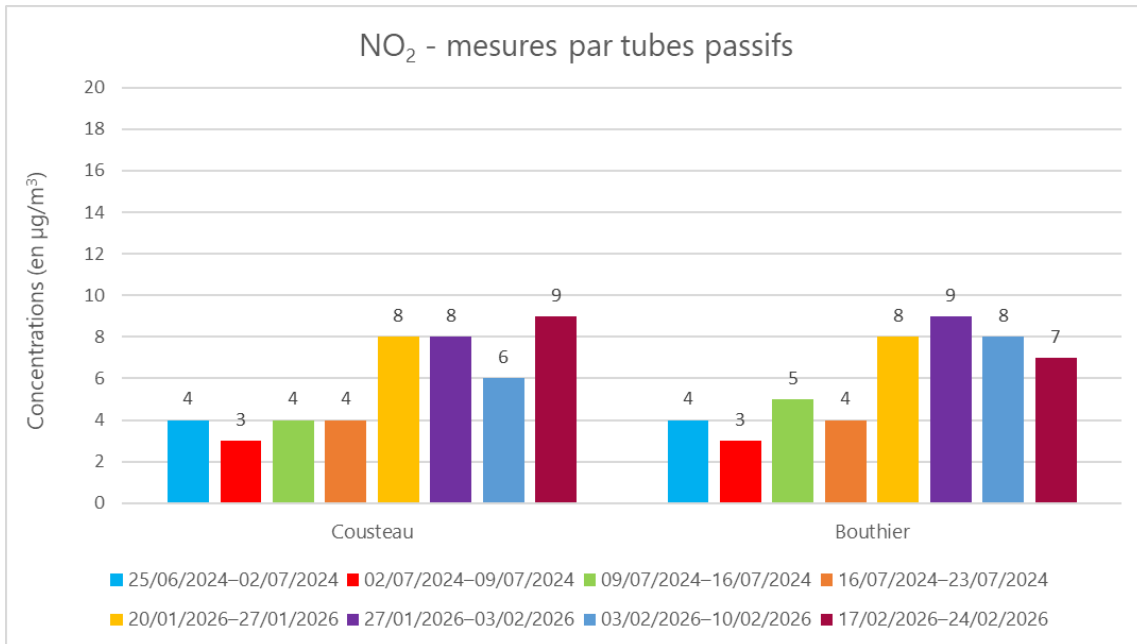


Figure 36 : concentrations en NO₂ relevées par tubes passifs

Les données fournies par l'exploitation indiquent que la chaudière biomasse était à l'arrêt sur la période du 08/02/2026 au 10/02/2026. Ces deux jours correspondent à la moyenne hebdomadaire la plus faible en concentration de NO₂ mesurée au point Cousteau (6 µg/m³). Cette concomitance peut suggérer une influence du fonctionnement de l'installation sur les niveaux observés. Toutefois, la concentration reste modérée et du même ordre de grandeur que celles mesurées sur les autres périodes, ce qui met en évidence l'influence d'autres sources de NO₂ dans l'environnement, ainsi que du fond ambiant et des conditions de dispersion.

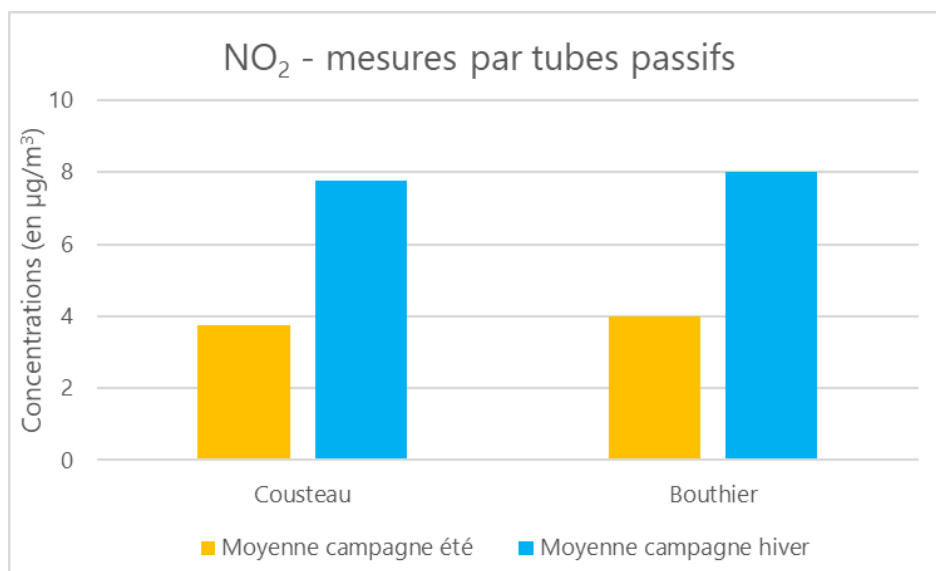


Figure 37 : concentrations moyennes en NO₂ relevées par tubes passifs, lors de chaque campagne

Les concentrations moyennes en NO₂ mesurées par tubes passifs sont du même ordre de grandeur sur les deux sites pour chaque campagne. Une augmentation des niveaux est observée lors de la campagne hivernale par rapport à la campagne estivale. Cette hausse peut notamment s'expliquer par des conditions météorologiques hivernales généralement moins favorables à la dispersion des polluants.

Toutefois, l'interprétation de ces résultats vis-à-vis de l'influence directe de la chaufferie doit être nuancée. En effet, durant la campagne hivernale, le site Bouthier a été très faiblement exposé aux vents provenant du secteur de la chaufferie, avec une exposition d'environ 2 %. Les concentrations mesurées sur ce site ne peuvent donc pas être considérées comme représentatives d'une situation d'exposition directe aux émissions de l'installation. Elles traduisent davantage les niveaux rencontrés dans les conditions météorologiques de la campagne.

Les concentrations moyennes mesurées sur les 2 sites sont inférieures à la valeur limite annuelle ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et à la recommandation annuelle de l'OMS ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

5.2.2 Dioxyde de soufre (SO_2)

Les concentrations de SO_2 mesurées par tubes passifs sont présentées dans le tableau suivant.

Les prélèvements de la campagne « été » se sont déroulés pendant l'arrêt de la chaudière biomasse, du 25/06 au 23/07/2024. Les prélèvements de la campagne « hiver » ont eu lieu pendant le fonctionnement de la chaudière biomasse, du 20/01 au 24/02/2026.

		Concentration en SO_2 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
Campagne estivale	Site	du 25/06 au 02/07/2024	du 02/07 au 09/07/2024	du 09/07 au 16/07/2024	du 16/07 au 23/07/2024
	Cousteau	<0.22	<0.22	<0.22	<0.22
	Bouthier	<0.22	<0.22	0.24	<0.22
Campagne hivernale	Site	du 20/01 au 27/01/2026	du 27/01 au 03/02/2026	du 03/02 au 10/02/2026	du 17/02 au 24/02/2026
	Cousteau	<0.22	<0.21	<0.22	0.31
	Bouthier	<0.22	<0.21	<0.22	<0.21

Tableau 17 : concentrations en SO_2 relevées par tubes passifs
 <X.XX : concentrations inférieures aux limites de quantification analytique

Remarque : durant la campagne hivernale, le site de mesure « Bouthier » a été faiblement exposés aux vents provenant du secteur de la chaufferie. Les résultats restent exploitables et représentatifs des conditions rencontrées pendant la campagne, mais ils ne traduisent pas une situation d'exposition directe aux émissions de l'installation. Cette configuration limite donc l'interprétation de l'impact potentiel de la chaufferie sur les concentrations en NO_2 mesurées.

Les concentrations mesurées sont inférieures ou très proches de la limite de quantification du laboratoire, traduisant une absence ou une présence très faible de SO_2 dans l'air ambiant.

5.2.3. Dioxines-furanes dans l'air ambiant

Un focus sur les 17 congénères les plus toxiques est réalisé, en appliquant la pondération sur chaque concentration nette par un indice de toxicité spécifique à chaque molécule.

Les résultats d'analyse inférieurs aux seuils de quantification ne sont pas écartés. Leurs valeurs sont remplacées par le seuil de quantification (situation majorante).

Le TEF (Facteur d'Equivalent Toxique) définit la toxicité de chaque congénère par rapport à la dioxine la plus toxique (2,3,7,8-TCDD ou dioxine de Seveso). Ainsi le TEF de 2,3,7,8-TCDD est égal à 1.

La campagne « été » s'est déroulée pendant l'arrêt de la chaudière biomasse, du 10/07 au 17/07/2024. La campagne « hiver » a eu lieu pendant le fonctionnement de la chaudière biomasse, du 05/02 au 19/02/2026.

Congénère	Concentration en équivalent toxique sur le site Cousteau (I-TEQ max fg/m ³)		
	TEF OTAN	été	hiver
2,3,7,8-TCDD	1	0.50	0.29
1,2,3,7,8-PeCDD	1	0.14*	1
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.1	0.08	0.21
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.1	0.3	0.56
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.1	0.18	0.43
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.01	0.32	0.78
OCDD	0.001	0.07	0.14
2,3,7,8-TCDF	0.1	0.34	0.48
1,2,3,7,8-PeCDF	0.05	0.09	0.11
2,3,4,7,8-PeCDF	0.5	1.64	1.93
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.1	0.43	0.28
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.1	0.5	0.3
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.1	0.6	0.38
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.1	0.09	0.12
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.01	0.23	0.12
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.01	0.04	0.02
OCDF	0.001	0.01	0.01
TOTAL	-	6.15	7.26

Tableau 18 : concentrations en dioxines-furanes mesurées dans l'air ambiant

* concentrations inférieures aux limites de quantification analytique

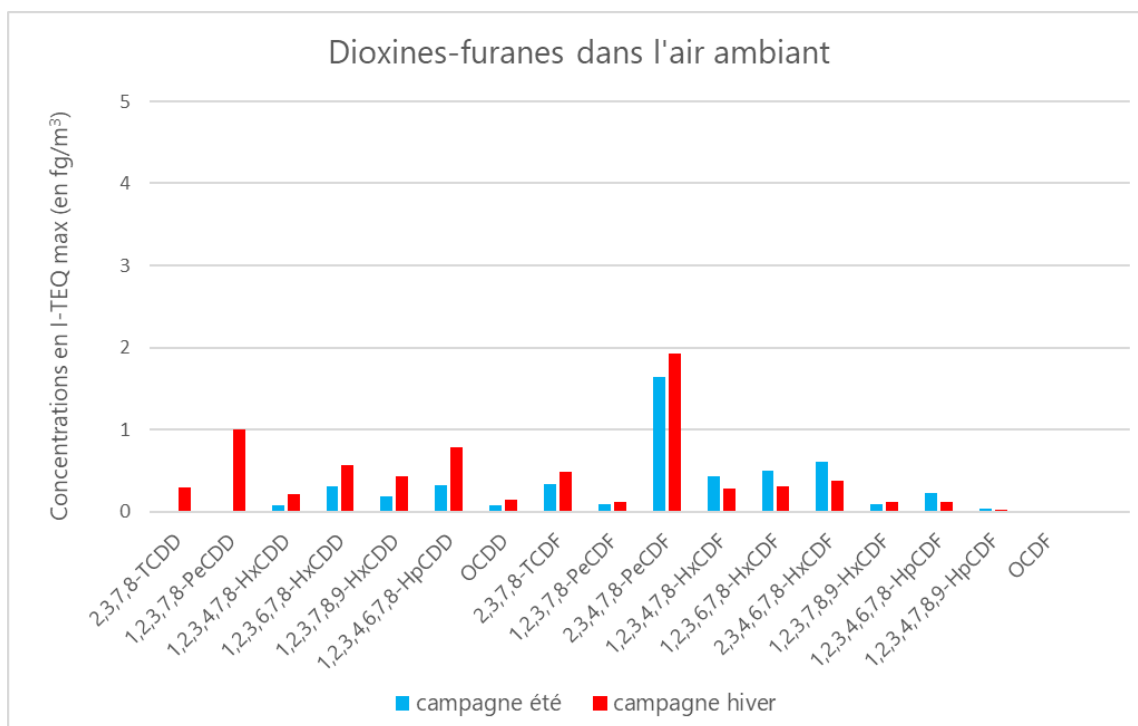


Figure 38 : concentrations de dioxines-furanes en équivalent toxique mesurées dans l'air ambiant

Les concentrations pour les 17 congénères étudiés sont globalement faibles et du même ordre de grandeur entre les deux campagnes. Une légère augmentation est observée en période hivernale, notamment pour certains congénères de dioxines, ce qui peut s'expliquer à la fois par le fonctionnement de la chaufferie biomasse, du chauffage au bois résidentiel et par des conditions météorologiques moins dispersives, favorisant l'accumulation des polluants.

L'analyse des profils de congénères met cependant en évidence une contribution multi-sources. En particulier, certains furannes présentent des niveaux légèrement plus élevés en période estivale, suggérant l'influence d'autres sources, telles que le trafic routier ou la remise en suspension de particules, dans un contexte sans fonctionnement de la biomasse.

Les concentrations totales des 17 congénères mesurées lors de la campagne hivernale sont comparées à celles de la chaufferie de Mérignac [7], et d'une autre installation dont le plan de surveillance est géré par Atmo Nouvelle-Aquitaine : la Société de Distribution Chaleur de Limoges (SDCL) (puissance chaudière bois 17 MW) [8], [9].

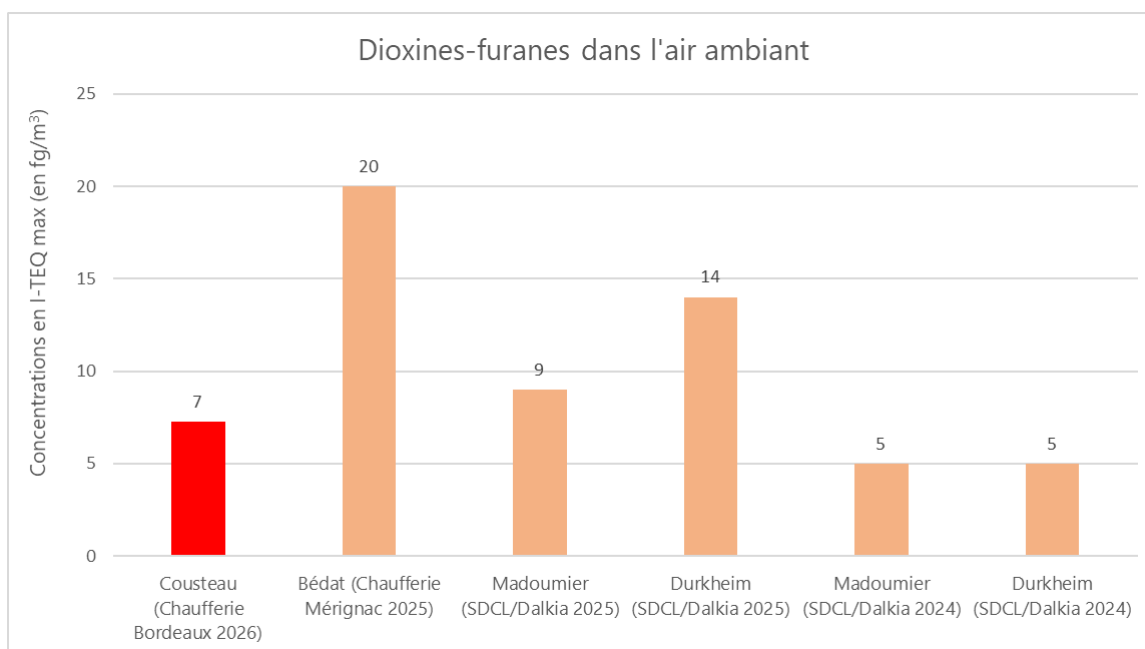


Figure 39 : comparaison des concentrations de dioxines-furanes dans l'air ambiant, pendant la campagne hiver, à une autre installation

La concentration mesurée sur le site « Cousteau » est du même ordre de grandeur que les valeurs les plus faibles observées sur les sites de l'installation SDCL/Dalkia.

5.2.3 Dioxines-furanes dans les retombées atmosphériques

Un focus sur les 17 congénères les plus toxiques est réalisé, en appliquant la pondération sur chaque concentration nette par un indice de toxicité spécifique à chaque molécule.

Les résultats d'analyse inférieurs aux seuils de quantification ne sont pas écartés. Leurs valeurs sont remplacées par le seuil de quantification (situation majorante).

Le TEF (Facteur d'Equivalent Toxique) définit la toxicité de chaque congénère par rapport à la dioxine la plus toxique (2,3,7,8-TCDD ou dioxine de Seveso). Ainsi le TEF de 2,3,7,8-TCDD est égal à 1.

La campagne « été » s'est déroulée pendant l'arrêt de la chaudière biomasse, du 25/06 au 23/07/2024. La campagne « hiver » a eu lieu pendant le fonctionnement de la chaudière biomasse, du 20/01 au 19/02/26.

Congénère	Concentration en équivalent toxique sur le site Cousteau (pg-I-TEQ max/m ² /j)		
	TEF OTAN	été	hiver
2,3,7,8-TCDD	1	0.18*	0.17*
1,2,3,7,8-PeCDD	1	0.18*	0.17*
1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.1	0.04*	0.03*
1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.1	0.04*	0.03*
1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.1	0.04*	0.03*
1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.01	0.42	0.05
OCDD	0.001	0.23	0.02
2,3,7,8-TCDF	0.1	0.02*	0.02*
1,2,3,7,8-PeCDF	0.05	0.02*	0.02*
2,3,4,7,8-PeCDF	0.5	0.18*	0.17*
1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.1	0.04*	0.03*
1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.1	0.04*	0.03*
2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.1	0.93	0.03*
1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.1	0.04*	0.03*
1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.01	0.25	0.01
1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.01	0.01*	0.01*
OCDF	0.001	0.01	0
TOTAL	-	2.64	0.86

Tableau 19 : concentrations en dioxines-furanes mesurées dans les retombées atmosphériques

* concentrations inférieures aux limites de quantification analytique

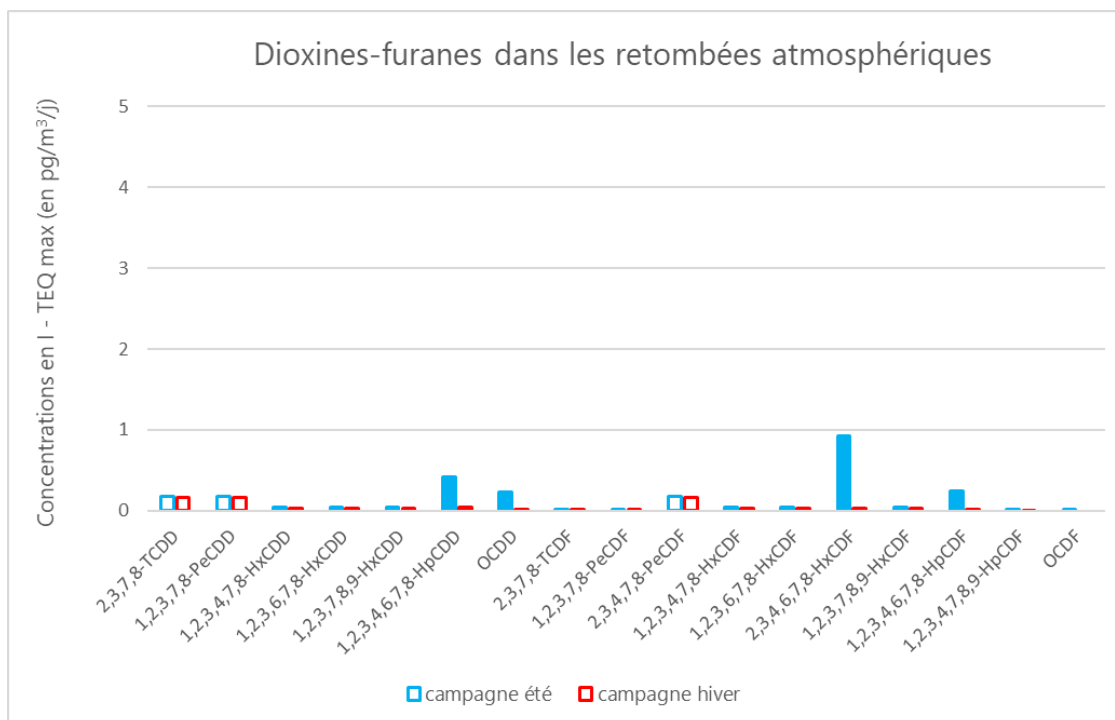


Figure 40 : concentrations en dioxines-furanes mesurées dans les retombées atmosphériques

Les histogrammes « évidés » représentent les concentrations inférieures à la limite de quantification. La hauteur de l'histogramme correspond à la valeur de cette limite.

Parmi les 17 congénères les plus toxiques, une majorité présente des concentrations inférieures aux seuils de quantification analytique. La dioxine de Seveso (2,3,7,8-TCDD) n'a pas été quantifiée. Les concentrations observées sont globalement très faibles.

Les concentrations totales des 17 congénères mesurées lors de la campagne hivernale sont comparées à celles de la chaufferie de Mérignac [6] et d'une autre installation dont le plan de surveillance est géré par Atmo Nouvelle-Aquitaine : la Société de Distribution Chaleur de Limoges (SDCL) (puissance chaudière bois 17 MW) [7],[8].

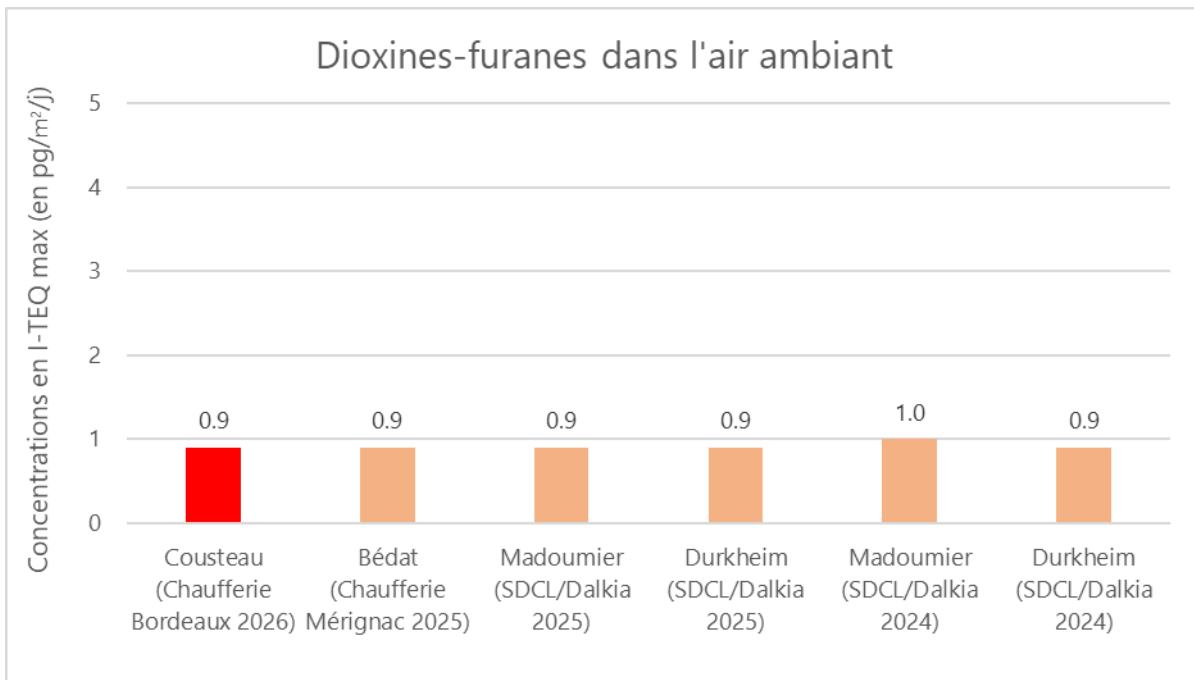


Figure 41 : comparaison des concentrations de dioxines-furanes dans les retombées, pendant la campagne hiver, à une autre installation

Les concentrations sont similaires à ce qui a pu être mesuré autour de la SDCL ces trois dernières années.

6 Conclusion

Les principales conclusions de cette étude sont les suivantes :

Mesures automatiques

Dioxyde d'azote (NO₂)

- Les concentrations mesurées sur le site « Cousteau » sont du même ordre de grandeur que celles mesurées sur les stations fixes de fond (Bassens, Talence) et inférieures à celles observées sur les stations influencées par le trafic.
- La valeur limite horaire (200 µg/m³) a été respectée sur l'ensemble des périodes de mesure.
- La recommandation journalière de l'OMS (25 µg/m³) n'a pas été dépassée sur le site de mesure « Cousteau », contrairement à certaines stations fixes de référence sous influence trafic.
- La concentration moyenne respecte la valeur limite annuelle (40 µg/m³) ainsi que la recommandation de l'OMS (10 µg/m³).
- Le site de mesure « Cousteau » présente une influence du trafic routier, mais dans une moindre mesure que les stations fixes trafic.
- Le NO₂ est apporté selon plusieurs directions de vent, avec une influence combinée du trafic routier et de la chaufferie.

Particules grossières (PM₁₀)

- Les concentrations mesurées sur le site de mesure « Cousteau » sont du même ordre de grandeur que celles des stations fixes trafic, mais supérieures en moyenne.
- La valeur limite journalière (50 µg/m³) et la recommandation journalière de l'OMS (45 µg/m³) ont été respectées sur la période.
- La valeur limite annuelle (40 µg/m³) et l'objectif de qualité (30 µg/m³) sont respectés. En revanche, la recommandation annuelle de l'OMS (15 µg/m³) est dépassée, comme sur la station fixe urbaine trafic de Bordeaux - Gautier.
- En période estivale, des pics ponctuels sont observés, liés à des vents de secteur sud-ouest à ouest, en cohérence avec la présence de plateformes de traitement de matériaux (concassage). Ces épisodes sont associés à des phénomènes de remise en suspension de poussières en conditions sèches.
- En période hivernale, les concentrations sont plus homogènes, avec une influence accrue du trafic et du chauffage.
- Le site est influencé par des sources multiples : trafic routier à proximité, activités locales générant des poussières, chauffage au bois résidentiel, chaufferie et sources diffuses.

Particules fines (PM_{2,5})

- Les concentrations mesurées sont du même ordre de grandeur que celles observées sur les stations fixes de fond.
- La recommandation journalière de l'OMS (15 µg/m³) a été ponctuellement dépassée sur l'ensemble des stations, traduisant un phénomène à l'échelle de l'agglomération.
- Les valeurs annuelles respectent les seuils réglementaires, mais la recommandation annuelle de l'OMS (5 µg/m³) est dépassée sur l'ensemble des sites.
- Les profils journaliers mettent en évidence l'influence du trafic routier et du chauffage résidentiel, notamment en période hivernale.

- Les PM_{2,5} sont apportées selon plusieurs directions de vent, traduisant une influence multi-sources (trafic, chauffage au bois résidentiel, chaufferie).

Dioxyde de soufre (SO₂)

- Les concentrations mesurées sont faibles et du même ordre de grandeur que celles de la station fixe de fond de Bassens.
- La valeur limite horaire (350 µg/m³) et la valeur limite journalière (125 µg/m³) ont été respectées.
- L'objectif de qualité annuel (50 µg/m³) est respecté.
- Les niveaux observés ne mettent pas en évidence d'influence significative de la chaufferie sur ce polluant.

Prélèvements avec analyse différée

Dioxyde d'azote (NO₂)

- Les concentrations mesurées par tubes passifs sont du même ordre de grandeur sur les deux sites étudiés.
- Des niveaux plus élevés sont observés en période hivernale, en lien avec des conditions météorologiques moins dispersives et le fonctionnement de la chaudière biomasse.
- Les concentrations restent inférieures à la valeur limite annuelle (40 µg/m³) et à la recommandation de l'OMS (10 µg/m³).

Dioxyde de soufre (SO₂)

- Les concentrations sont inférieures ou proches des limites de quantification.
- Elles sont donc considérées comme très faibles voire nulles.

Dioxines-furanes dans l'air ambiant

- Les concentrations des 17 congénères étudiés sont globalement faibles et du même ordre de grandeur entre les deux campagnes.
- Les concentrations en dioxines-furanes sont plus élevées pendant la période de fonctionnement de la chaufferie. Il est à noter que le chauffage résidentiel au bois a pu constituer une source de dioxines-furanes ne pouvant pas être différenciée des émissions de la chaufferie.
- Les niveaux mesurés sont dans la moyenne basse à ceux observés sur d'autres installations similaires.

Dioxines-furanes dans les retombées atmosphériques

- La majorité des congénères présente des concentrations inférieures aux limites de quantification.
- Les niveaux observés sont très faibles.
- Les dépôts sont plus élevés en période estivale qu'en période hivernale. Cette différence peut s'expliquer par la remise en suspension de poussières en conditions sèches.
- Les concentrations sont similaires à celles mesurées autour d'autres installations comparables.



Au regard des particules, du dioxyde d'azote et du dioxyde de soufre, l'impact sur la qualité de l'air de la chaufferie du réseau de chaleur Plaine de Garonne Energies est faible en comparaison aux émissions des autres sources de pollution urbaine, telles que le trafic routier et le chauffage résidentiel au bois.

Lexique

POLLUANTS

→ NO	monoxyde d'azote
→ NO ₂	dioxyde d'azote
→ NO _x	oxydes d'azote
→ PM	particules en suspension (Particulate Matter)
→ PM _{2.5}	particules fines (diamètre aérodynamique < 2.5 µm)
→ PM ₁₀	particules grossières (diamètre aérodynamique < 10 µm)
→ SO ₂	dioxyde de soufre
→ PCDD	polychlorodibenzo-p-dioxines (« dioxines »)
2,3,7,8 TCDD	2,3,7,8 TétraChloroDibenzoDioxine
1,2,3,7,8 PeCDD	1,2,3,7,8 PentaChloroDibenzoDioxine
1,2,3,4,7,8 HxCDD	1,2,3,4,7,8 HexaChloroDibenzoDioxine
1,2,3,6,7,8 HxCDD	1,2,3,6,7,8 HexaChloroDibenzoDioxine
1,2,3,7,8,9 HxCDD	1,2,3,7,8,9 HexaChloroDibenzoDioxine
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	1,2,3,4,6,7,8 HeptaChloroDibenzoDioxine
OCDD	OctoChloroDibenzoDioxine
→ PCDF	polychlorodibenzofuranes (« furanes »)
2,3,7,8 TCDF	2,3,7,8 TétraChloroDibenzoFurane
1,2,3,7,8 PeCDF	1,2,3,7,8 PentaChloroDibenzoFurane
2,3,4,7,8 PeCDF	2,3,4,7,8 PentaChloroDibenzoFurane
1,2,3,4,7,8 HxCDF	1,2,3,4,7,8 HexaChloroDibenzoFurane
1,2,3,6,7,8 HxCDF	1,2,3,6,7,8 HexaChloroDibenzoFurane
2,3,4,6,7,8 HxCDF	2,3,4,6,7,8 HexaChloroDibenzoFurane
1,2,3,7,8,9 HxCDF	1,2,3,7,8,9 HexaChloroDibenzoFurane
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	1,2,3,4,6,7,8 HeptaChloroDibenzoFurane
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	1,2,3,4,7,8,9 HeptaChloroDibenzoFurane
OCDF	OctoChloroDibenzoFurane
→ PCDD/F	

UNITÉS DE MESURE

→ fg	femtogramme (= 1 millionième de milliardième de gramme = 10 ⁻¹⁵ g)
→ pg	picogramme (= 1 millième de milliardième de gramme = 10 ⁻¹² g)
→ ng	nanogramme (= 1 milliardième de gramme, 1 ng = 10 ⁻⁹ g)
→ µg	microgramme (= 1 millionième de gramme = 10 ⁻⁶ g)
→ m ³	mètre cube
→ I-TEQ	indicateur équivalent toxique (cf. autres définitions)

ABREVIATIONS

→ OMS/WHO	Organisation Mondiale pour la Santé / World Health Organization
→ OTAN/NATO	Organisation du Traité de l'Atlantique Nord / North Atlantic Treaty Organization
→ CCE	Commission des Communautés Européennes
→ INERIS	Institut National de l'Environnement industriel et des RISques
→ COFRAC	COmité Français d'ACcréditation
→ CIRC	Centre International de Recherche sur le Cancer
→ AASQA	Association Agréée pour la Surveillance de la Qualité de l'Air
→ GC	Chromatographie gazeuse
→ I-TEQ	Indice international d'équivalent toxique
→ LQ	Limite de Quantification
→ MS	Spectrométrie de masse
→ SDCL	Société de Distribution de Chaleur de Limoges
→ TEF	Facteur d'équivalent toxique
→ UTC	Temps Universel Coordonné / Coordinated Universal Time
→ UV	Ultraviolet



DEFINITIONS

Lignes directrices OMS : présentent des recommandations d'ordre général concernant les valeurs seuils des principaux polluants de l'air qui posent des risques de santé. Ces lignes directrices sont applicables dans le monde entier et se fondent sur l'analyse par des experts de données scientifiques contemporaines récoltées dans toutes les régions de l'OMS.

Objectif de qualité : niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.

Rose des vents : une rose des vents est une figure représentant la fréquence des directions d'où vient le vent durant une période donnée, aux points cardinaux (nord, est, sud et ouest) et aux directions intermédiaires. Strictement en dessous de 1 m/s on parle de vents faibles. Ces vents ne sont pas pris en compte dans les roses des vents présentées dans ce rapport car leur direction n'est pas bien établie.

Station d'influence de fond : station de mesure fixe qui permet le suivi du niveau d'exposition de la majorité de la population aux phénomènes de pollution dits de « fond » dans les centres urbains, périurbains ou en milieu rural. Les mesures sont représentatives de l'air respiré par la majorité des habitants de ces zones.

Station d'influence industrielle : représente l'exposition maximale sur les zones soumises directement à une pollution d'origine industrielle.

Station d'influence trafic : représente l'exposition maximale sur les zones soumises à une forte circulation urbaine et routière.

Valeur limite : valeur à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser. Cette valeur est fixée sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble.

Valeur cible : niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné. Cette valeur est fixée afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble.

Conversion entre l'heure locale et l'heure universelle (UTC) :

- D'octobre à avril (hiver) : heure locale = heure UTC + 1h
- D'avril à octobre (été) : heure locale = heure UTC + 2h.



Bibliographie

- [1] Atmo Nouvelle-Aquitaine, « Étude de dispersion des rejets atmosphériques - Chaufferie cogénération biomasse et gaz du réseau de chaleur de Plaine de Garonne Energies, Bordeaux (33) ».
- [2] République Française, *Décret n° 2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air.*
- [3] Organisation Mondiale de la Santé., Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air - Particules (PM_{2,5} et PM₁₀), ozone, dioxyde d'azote, dioxyde de soufre et monoxyde de carbone - Résumé d'orientation. [En ligne]. Disponible sur: <https://iris.who.int/handle/10665/346555>.
- [4] Atmo Nouvelle-Aquitaine, « Emissions annuelles de polluants », <https://www.atmo-nouvelleaquitaine.org/dataviz/emissions>.
- [5] LCSQA, Conception, implantation et suivi des stations françaises de surveillance de la qualité de l'air.
- [6] « Directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe. »
- [7] Atmo Nouvelle-Aquitaine, « Mesures de qualité de l'air autour de la chaufferie du réseau de chaleur Mérignac Centre Energies ». [En ligne]. Disponible sur: <https://www.atmo-nouvelleaquitaine.org/publications/mesures-de-qualite-de-lair-autour-de-la-chaufferie-du-reseau-de-chaleur-merignac>
- [8] Atmo Nouvelle-Aquitaine, « Cogénération bois SDCL / DALKIA Limoges (87) - Plan de surveillance de la qualité de l'air », 2024. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.atmo-nouvelleaquitaine.org/publications/cogeneration-bois-sdcl-dalkia-limoges-87-plan-de-surveillance-de-la-qualite-de-lair>
- [9] Atmo Nouvelle-Aquitaine, « Cogénération bois SDCL / DALKIA - Plan de surveillance de la qualité de l'air », 2025. [En ligne]. Disponible sur: <https://www.atmo-nouvelleaquitaine.org/publications/cogeneration-bois-sdcl-dalkia-plan-de-surveillance-de-la-qualite-de-lair-2025>

Annexes

Annexe 1 : Dioxines-furanes

Calcul de toxicité

Afin de comparer la toxicité des divers congénères, un indicateur synthétique est utilisé, le I-TEQ (International Toxic Equivalent Quantity), définissant la charge toxique globale liée aux dioxines. Chaque congénère se voit attribuer un coefficient de toxicité, le TEF (Toxic Equivalent Factor) définissant son activité par rapport à la dioxine la plus toxique (2,3,7,8-TCDD, ou dioxine de Seveso), la toxicité d'un mélange étant la somme des TEF de tous les composants du mélange.

$$TEF = \frac{\text{(potentialité toxique du composé individuel)}}{\text{(potentialité toxique de la 2,3,7,8 - TCDD)}}$$

$$I - TEQ = \sum TEF * [PCDD \text{ ou } PCDF]$$

Il existe deux systèmes d'équivalence toxique :

- **TEQ OTAN** : c'est le plus vieux système d'Equivalence Toxique International, mis au point par l'Organisation du Traité de l'Atlantique Nord (OTAN), initialement établi en 1989 et réactualisé depuis. C'est le système utilisé pour les mesures dans l'air ambiant et les retombées atmosphériques.
- **TEQ OMS** (ou, en anglais, WHO-TEQ) : l'Organisation Mondiale de la Santé a suggéré que soient modifiées les valeurs des Facteurs d'Equivalences Toxiques. La proposition a débouché sur un nouveau système, utilisé entre autres pour les mesures dans les aliments. C'est le système utilisé pour la mesure dans les lichens, les légumes et le lait de vache.

Les 17 congénères étudiés avec leur TEF correspondants :

Congénère		TEF OTAN	TEF OMS 1998	TEF OMS 2005*
Dioxines	2,3,7,8-TCDD	1	1	1
	1,2,3,7,8-PeCDD	0.5	1	1
	1,2,3,4,7,8-HxCDD	0.1	0.1	0.1
	1,2,3,6,7,8-HxCDD	0.1	0.1	0.1
	1,2,3,7,8,9-HxCDD	0.1	0.1	0.1
	1,2,3,4,6,7,8-HpCDD	0.01	0.01	0.01
	OCDD	0.001	0.0001	0.0003
Furanes	2,3,7,8-TCDF	0.1	0.1	0.1
	1,2,3,7,8-PeCDF	0.05	0.05	0.03
	2,3,4,7,8-PeCDF	0.5	0.5	0.3
	1,2,3,4,7,8-HxCDF	0.1	0.1	0.1
	1,2,3,6,7,8-HxCDF	0.1	0.1	0.1
	2,3,4,6,7,8-HxCDF	0.1	0.1	0.1
	1,2,3,7,8,9-HxCDF	0.1	0.1	0.1
	1,2,3,4,6,7,8-HpCDF	0.01	0.01	0.01

	1,2,3,4,7,8,9-HpCDF	0.01	0.01	0.01
	OCDF	0.001	0.0001	0.0003

Concentrations nettes des dioxines-furanes dans les retombées atmosphériques

Les concentrations nettes de dioxines et furanes sont calculées selon la formule suivante :

$$C_{nette} = \frac{C_{éch} * 24}{h * S}$$

Avec :

C_{nette} : concentration nette en pg/m²/j

$C_{éch}$: concentration après analyse du prélèvement en pg/échantillon

h : nombre d'heures de collecte

S : surface de collecte en m² (pour les jauges en verre utilisées ici : 471 cm²)

Concentrations nettes des dioxines-furanes en air ambiant

Les concentrations volumiques sont exprimées suivant la formule :

$$C_{nette} = \frac{(C_{éch} - C_{blanc}) * 1000}{V}$$

Avec :

C_{nette} : concentration nette calculée en fg/m³

$C_{éch}$: concentration du prélèvement analysé en pg/échantillon

C_{blanc} : concentration du blanc en pg/échantillon

V : volume prélevé (en m³)



Retrouvez toutes

nos publications sur :

www.atmo-nouvelleaquitaine.org



Contacts

contact@atmo-na.org

Tél. : 09 84 200 100

Pôle Bordeaux (siège social)

ZA Chemin Long - 13 allée James Watt

33 692 Mérignac Cedex

Pôle La Rochelle (adresse postale-facturation)

ZI Périgny/La Rochelle - 12 rue Augustin Fresnel

17180 Périgny

Pôle Limoges

Parc Ester Technopole - 35 rue Soyouz

87 068 Limoges Cedex

