

RAPPORT D'ETUDE

01/2024/JYS/V0

Suivi de la qualité de l'air en proximité industrielle

Sur le site de Mardyck (59)

Etude menée en 2024



Auteur : Jean Yves Saison

Relecteur : Arabelle Patron-Anquez

Diffusion : Juin 2025



Avant-propos

Atmo Hauts-de-France est une association de type « loi 1901 » agréée par le Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire (décret 2007-397 du 22 mai 2007) au même titre que l'ensemble des structures chargées de la surveillance de la qualité de l'air, formant le réseau national ATMO. Ses missions s'exercent dans le cadre de la loi sur l'air du 30 décembre 1996. Atmo Hauts-de-France est agréée du 1^{er} janvier 2023 au 31 décembre 2025, au titre de l'article L.221-3 du Code de l'environnement.

Conditions de diffusion

Atmo Hauts-de-France communique publiquement sur les informations issues de ses différents travaux et garantit la transparence de l'information sur le résultat de ses travaux. A ce titre, les rapports d'études sont librement disponibles sur le site www.atmo-hdf.fr.

Responsabilités

Les données contenues dans ce document restent la propriété intellectuelle d'Atmo Hauts-de-France. Ces données ne sont pas rediffusées en cas de modification ultérieure. Les résultats sont analysés selon les objectifs de l'étude, le contexte et le cadre réglementaire des différentes phases de mesures, les financements attribués à l'étude et les connaissances métrologiques disponibles.

Avertissement

Atmo Hauts-de-France n'est en aucune façon responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses ou de toute œuvre utilisant ses mesures et ses rapports d'études pour lesquels aucun accord préalable n'aurait été donné.

Toute utilisation partielle ou totale de ce document (extrait de texte, graphiques, tableaux, ...) doit faire référence à l'observatoire dans les termes suivants : © **Atmo Hauts-de-France – Rapport N°01/2024/JYS/V0**. En cas de remarques sur les informations ou leurs conditions d'utilisation, prenez contact avec Atmo Hauts-de-France :

- depuis le formulaire de contact disponible à l'adresse <http://www.atmo-hdf.fr/contact.html>
- par mail : contact@atmo-hdf.fr
- par téléphone : 03 59 08 37 30

Réclamations

Les réclamations sur la non-conformité de l'étude doivent être formulées par écrit dans les huit jours de la livraison des résultats. Il appartient au partenaire de fournir toute justification quant à la réalité des vices ou anomalies constatées. Il devra laisser à Atmo Hauts-de-France toute facilité pour procéder à la constatation de ces vices pour y apporter éventuellement remède. En cas de litige, un accord amiable sera privilégié. Dans le cas où une solution n'est pas trouvée la résolution s'effectuera sous l'arbitrage des autorités compétentes.

	Nom	Qualité	Visa
Approbation	Arabelle Patron-Anquez	Responsable du service Etudes	

Version du document : V3 basé sur trame vierge : EN-ETU-20

Date d'application : 01/01/2021

Sommaire

1. Synthèse de l'étude.....	5
2. Enjeux et objectifs de l'étude	6
3. Matériels et méthodes.....	6
3.1. Matériel utilisé.....	6
3.2. Localisation.....	7
3.3. Méthode utilisée.....	8
4. Contexte environnemental	8
4.1. Emissions connues.....	8
4.2. Contexte météorologique.....	12
4.3. Episodes de pollution	13
5. Résultats de l'étude	14
5.1. Bilan métrologique	14
5.1. Le dioxyde de soufre SO ₂	15
5.2. Le dioxyde d'azote NO ₂	18
5.1. Le monoxyde d'azote NO	21
5.2. Les particules en suspension PM10.....	23
5.1. Les BTEX.....	27
6. Au regard des campagnes précédentes	34
7. Conclusion et perspectives.....	36

Annexes

Annexe 1 : Glossaire.....	37
Annexe 2 : Origines et impacts des polluants surveillés.....	39
Annexe 3 : Modalités de surveillance	41
Les stations de mesures.....	41
Critères d'implantation des stations fixes	41
Techniques de mesures	42
Annexe 4 : Météorologie	44
Vents	44
Annexe 5 : Fiches des émissions de polluants	46
Annexe 6 : Repères réglementaires.....	57
Annexe 7 : Résultats des tubes passifs	59

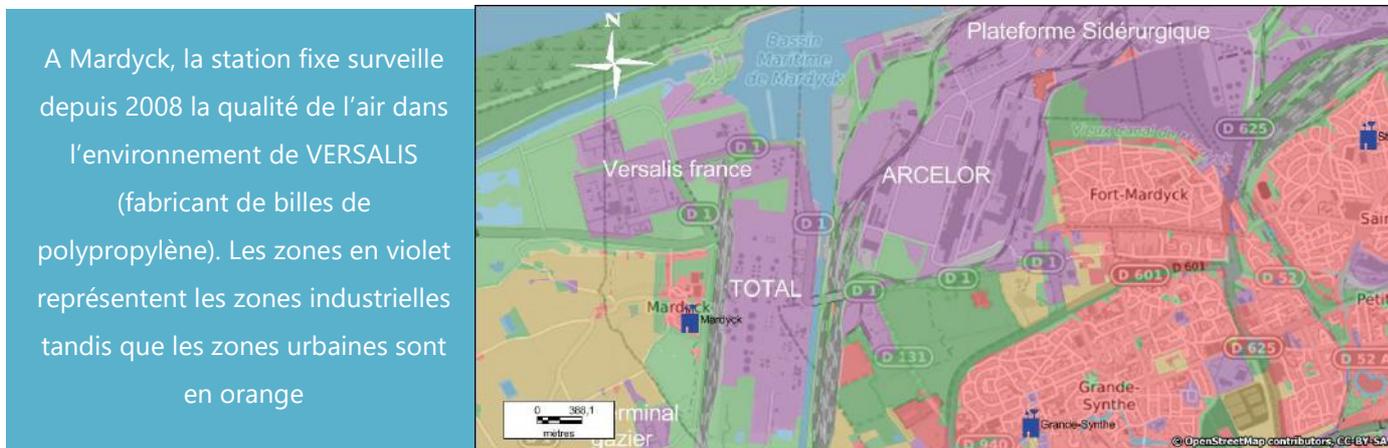
Illustrations

Figure 1 : Localisation et aperçu du site de mesure de Mardyck.....	7
.....	8
Figure 2 : Passage des émissions aux concentrations dans l'air.....	8
Figure 3 : Localisation des émetteurs industriels autour de Mardyck et station (cercle rouge).....	9
Figure 5 : Frise des épisodes de pollution atmosphérique en région Hauts de France en 2024.....	13
Figure 6 : Graphe présentant les moyennes horaires 2024 de SO ₂	16
Figure 7 : Rose de pollution 2024 du SO ₂ sur la station de Mardyck.....	17
Figure 8 : Graphe présentant les moyennes horaires 2024 de NO ₂	19
Figure 9 : Rose de pollution 2024 du NO ₂ sur la station de Mardyck.....	20
Figure 10 : Graphe présentant les moyennes horaires 2024 de NO.....	22
Figure 11 : Graphe présentant les moyennes horaires 2024 de PM ₁₀	24
Figure 12 : Concentrations journalières 2024 des PM10 sur les stations Dunkerquoises.....	25
Figure 13 : Roses de pollution 2024 des PM ₁₀ sur la station de Mardyck.....	26
Figure 14 : Concentrations horaires 2024 en benzène sur la station de Mardyck.....	29
Figure 15 : Concentrations horaires 2024 en toluène sur la station de Mardyck.....	30
Figure 16 : Roses de pollution 2024 du benzène sur la station de Mardyck – données Météo France.....	31
Figure 17 : Roses de pollution 2024 du toluène sur la station de Mardyck – données MétéoFrance.....	32
Figure 18 : Dépassement des seuils internes d'information selon les directions d'origine.....	33
Figure 28 : Evolution des moyennes annuelles depuis 2009 sur la station de Mardyck.....	34
Figure 29 : Evolution des percentiles pour NO ₂ et PM10 sur la station de Mardyck depuis 2009.....	35
Figure 30 : Evolution du nombre de jours de dépassements pour le benzène et le toluène sur la station de Mardyck depuis 2009.....	35
.....	35

1. Synthèse de l'étude

Objectif des mesures : évaluer la qualité de l'air dans l'environnement proche de l'industrie VERSALIS

Lieu des mesures : commune de Mardyck (59)



Dates des mesures : 1^{er} janvier au 31 décembre 2024

Polluants mesurés : dioxyde de soufre (SO₂), oxydes d'azote (NO et NO₂), particules en suspension PM10, BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes)

Polluants réglementés	Respect des valeurs réglementaires
Dioxyde de soufre	●
Dioxyde d'azote	●
Particules PM10	●
Benzène	●

« ● » Valeur réglementaire respectée « ● » Valeur réglementaire non respectée

Ce tableau prend en compte trois types de valeurs réglementaires : **la valeur limite, l'objectif de qualité et la valeur cible**. Les seuils réglementaires entrant dans les procédures d'information et de recommandation, et d'alerte (procédures permettant de caractériser un épisode de pollution) ne sont ici pas pris en compte. Il est ainsi possible, pour une année donnée, que les valeurs réglementaires aient été respectées et qu'en même temps il y ait eu des épisodes de pollution caractérisés.

Résultats : ce qu'il faut retenir !

Les résultats de mesures de SO₂, NO₂, PM10 et Benzène de la station fixe de Mardyck pour l'année 2024 respectent la réglementation annuelle. Les concentrations moyennes obtenues pour les polluants surveillés en 2024 continuent de baisser par rapport aux années précédentes. Les dépassements de seuil de la moyenne journalière de 50 µg/m³ en PM10 sur le site de Mardyck se limitent à 4 jours (3 jours en 2023), les conditions météorologiques de ces deux dernières années ayant sans doute un impact favorable. Pour les BTX, on enregistre 27 jours présentant une concentration ambiante horaire en benzène supérieure à 10 µg/m³ et 5 jours pour le toluène au seuil de 40 µg/m³. Par contre, des moyennes horaires importantes (jusque 185 µg/m³) ont été enregistrées.

Les roses de pollution ont été tracées pour les 5 polluants principaux. Elles mettent en évidence que, sur la zone de Mardyck, les concentrations élevées sont mesurées le plus souvent sous l'effet des vents de Nord-Est associés à la présence de la plateforme sidérurgique. L'influence de l'usine Versalis est surtout observée sur les pics de benzène et toluène lorsque les vents sont au Nord.

2. Enjeux et objectifs de l'étude

Depuis 2008, dans le cadre de son programme de surveillance de la qualité de l'air et à la demande des établissements VERSALIS France (anciennement Polimeri Europa) et Etablissement des Flandres (exploité par TOTAL RAFFINAGE France), situés à Mardyck, Atmo Hauts-de-France a étendu l'évaluation de la qualité de l'air dans l'environnement proche des deux industriels aux polluants en rapport avec leur activité.

A partir de 2017, la surveillance de la qualité de l'air s'est poursuivie en collaboration avec VERSALIS France uniquement et concerne les mesures d'oxydes d'azote et de BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes). Elle est régie par une convention n° 5120006810 signée le 12 décembre 2022 et définissant l'accord passé entre Versalis France et Atmo Hauts-de-France. Cette convention est valable jusqu'au 31 décembre 2025.

Atmo Hauts-de-France continue la mesure des polluants historiques, à savoir le dioxyde de soufre et les particules en suspension PM10 sur ce site. La station fixe, installée rue de l'Eglise à Mardyck, permet ainsi de mesurer les concentrations des polluants à l'aide d'analyseurs automatiques. Les résultats de mesures de la station fixe de Mardyck de 2024 ont été comparés aux niveaux enregistrés par les stations fixes les plus proches et de typologies variées. Une attention particulière est apportée sur les pics de benzène et toluène mesurés sur la station fixe.

3. Matériels et méthodes

3.1. Matériel utilisé

Les techniques de mesures utilisées pour chaque polluant surveillé pendant l'année ainsi que les références des normes mises en œuvre par les analyseurs automatiques sont les suivantes :

Paramètre	Méthode de mesure	Norme de référence	Technique
Dioxyde de soufre (SO ₂)	Fluorescence UV	NF EN 14212 (janv 2013)	Analyseur automatique
Monoxyde d'azote (NO)	Chimiluminescence	NF EN 14211 (oct 2012)	Analyseur automatique
Dioxyde d'azote (NO ₂)	Chimiluminescence	NF EN 14211 (oct 2012)	Analyseur automatique
Particules en suspension (PM10)	Microbalance Oscillante	NF EN 16450 (avril 2017)	Analyseur automatique
BTEX	Chromatographie en phase gazeuse	NF EN 14662	Analyseur automatique

Les techniques de mesure utilisées dans la station sont présentées et détaillées en [annexe 3](#).

3.2. Localisation

La commune de Mardyck, rattachée à la commune de Dunkerque, est située entre Loon-Plage et Grande-Synthe, à l'ouest de Dunkerque, et se trouve dans le département du Nord.

Selon les dernières données disponibles auprès de l'INSEE, la commune de Mardyck comptait 324 habitants en 2020 pour une superficie de 8,69 km², soit une densité de population de 37 habitants au km².



Figure 1 : Localisation et aperçu du site de mesure de Mardyck

La station fixe est installée dans la cour de l'école de danse, rue de l'Eglise.



3.3. Méthode utilisée

Les analyseurs automatiques installés en station permettent la mesure d'un polluant bien déterminé. Ils fonctionnent 24h/24 et renvoient leurs mesures vers un système d'acquisition qui les centralise, les agrège sur un quart d'heure pour les envoyer ensuite par voie hertzienne vers le serveur central d'Atmo Hauts-de-France.

4. Contexte environnemental

Ce paragraphe recense des éléments liés à la qualité de l'air permettant d'interpréter les résultats de l'étude et pouvant avoir un impact sur celle-ci, tels que : les émissions, la météorologie et les épisodes de pollution.

4.1. Emissions connues

Les émissions de polluants correspondent aux quantités de polluants directement rejetées dans l'atmosphère :

- par les activités humaines (cheminées d'usine ou de logements, pots d'échappement, agriculture...),
- par des sources naturelles (composés émis par la végétation et les sols, etc.).

DES ÉMISSIONS AUX CONCENTRATIONS DE POLLUANTS DANS L'ATMOSPHÈRE

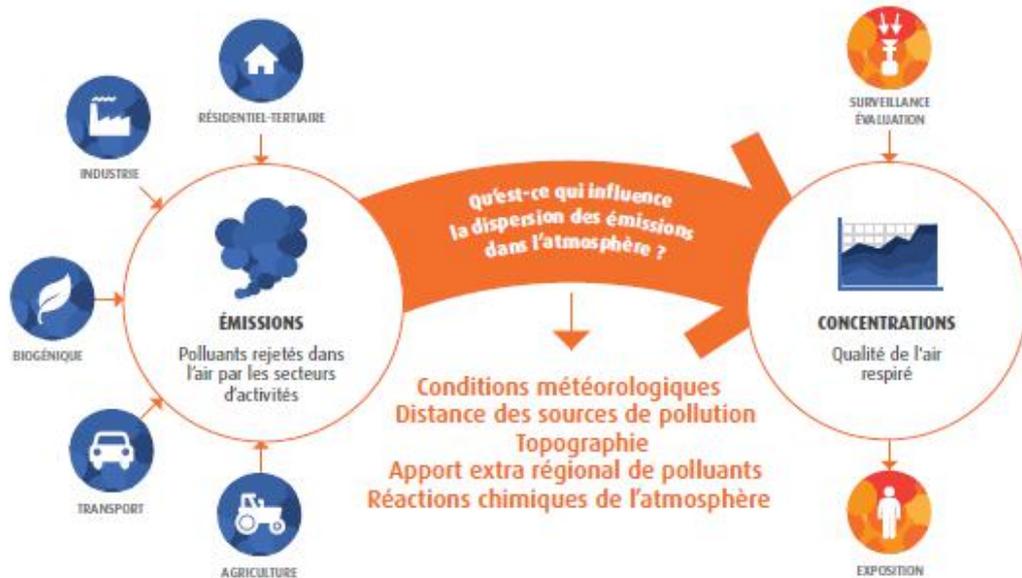
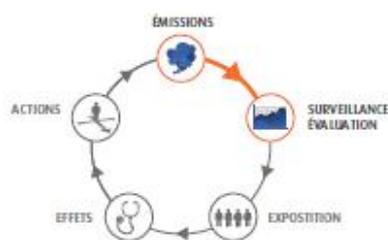


Figure 2 : Passage des émissions aux concentrations dans l'air

L'inventaire des émissions de polluants consiste à identifier et recenser la quantité des polluants émis par secteur d'activité, sur une zone et une période données.

4.1.1. Localisation des principaux émetteurs anthropiques de la zone d'étude

La carte ci-dessous situe les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) pouvant influencer la qualité de l'air locale autour de Mardyck. Elle est extraite du registre des émissions polluantes¹.

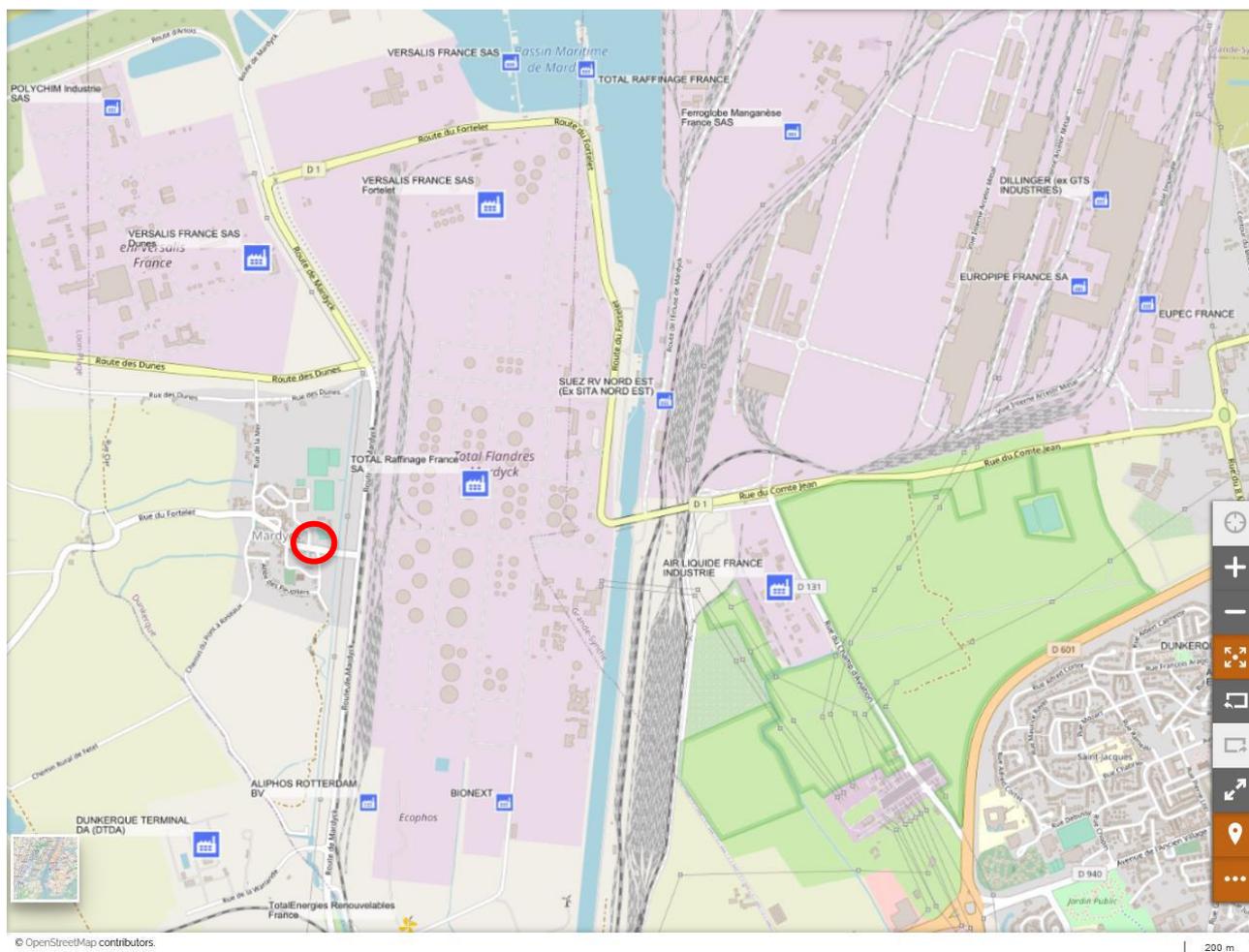


Figure 3 : Localisation des émetteurs industriels autour de Mardyck et station (cercle rouge)

Interprétation

La commune de Mardyck est insérée dans une vaste zone industrielle comprenant des installations importantes classées pour la protection de l'environnement. La partie présentée page suivante indique les principales caractéristiques de ce territoire en termes d'émissions.

¹ www.georisques.gouv.fr/cartes-interactives

4.1.2. Précisions sur les principaux émetteurs anthropiques de la zone d'étude

Les données d'émissions présentées en annexe 5 sont issues de l'inventaire des émissions de l'année 2021, réalisé par Atmo Hauts-de-France, selon la méthodologie définie en 2023 (source Base_A2021_M2023_V1). Elles sont présentées **à l'échelle de la Communauté Urbaine de Dunkerque**. Elles présentent les émissions par communes, par secteur d'activité ainsi que leur évolution depuis 2008.

Les secteurs représentés sont :

- Le secteur industriel comprenant les émissions issues de l'extraction, la transformation et la distribution d'énergie, l'industrie manufacturière, le traitement des déchets.
- Le secteur transports différenciant les émissions du transport routier et des modes de transport autres que routier.
- Le secteur « autres » comprenant principalement les émissions agricoles et biogéniques.
- Le secteur résidentiel
- Le secteur tertiaire comprenant les émissions issues des secteurs tertiaire, commercial et institutionnel.

Ainsi, à l'échelle de la Communauté Urbaine de Dunkerque et en 2021, les polluants SO₂ (10400 t soit 100%), PM10 (2235 t soit 86%) et PM2,5 (1900t soit 87%) sont issus très majoritairement du secteur industriel. Les autres polluants NO_x et COV sont partagés entre une origine industrielle (7 500 t de NO_x soit 54% et 1740 t de COV soit 57%) et une origine transports (6000 t de NO_x) et résidentiel (660 t de COV) via le chauffage domestique et l'utilisation de l'outillage de jardinage. Les émissions de benzène sont principalement issues du secteur industriel (36 t), transports (39 t) et résidentiel (29 t). Le toluène provient essentiellement des transports non routiers (19 t), du résidentiel (12 t) puis des transports routiers (3,5 t).

Précisions sur les principaux émetteurs industriels locaux en 2022 et 2023

Etablissement	Polluant	Quantité	Unité
Total Energies – Loon Plage	Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)	60,8	t
Versalis France SAS (route du fortelet – site de stockage)	Benzène	1240 - 2743	kg
	1-3 butadiène	225 - 1601	kg
	Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)	119 – 102	t
Versalis France SAS (route des dunes – site de production)	Benzène	5010 - 5093	kg
	1-3 butadiène	1545 – 2718	kg
	Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)	397 - 496	t
	Oxydes d'azote (NOx - NO + NO ₂) (en eq. NO ₂)	346 – 308	t
ARCELORMITTAL ATLANTIQUE et LORRAINE SITE DE DUNKERQUE 70.00956	Benzène	20000 - 18500	kg
	Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)	240 – 193	t
	Oxydes de soufre (SOx - SO ₂ + SO ₃) (en eq. SO ₂)	5410 - 4600	t
	Oxydes d'azote (NOx - NO + NO ₂) (en eq. NO ₂)	4370 – 3720	t
	Particules (PM10)	2060 - 1310	t
	Monoxyde de carbone (CO)	116000 – 86400	t
	Ammoniac (NH ₃)	163 - 148	t
Ferroglobe Manganèse France – Grande-Synthe	Oxydes de soufre (SOx - SO ₂ + SO ₃) (en eq. SO ₂)	229	t
	Oxydes d'azote (NOx - NO + NO ₂) (en eq. NO ₂)	135	t
	Manganèse	- 598	kg
POLYCHIM INDUSTRIE Loon Plage	Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)	34,1 - 37,1	t
Liberty Aluminium Dunkerque Loon Plage	Oxydes de soufre (SOx/SO ₂)	3180 – 3290	t
	Oxydes d'azote	219	t
	Poussières totales	145 - 157	t
Engie Thermique France – centrale DK6	Oxydes d'azote (NOx - NO + NO ₂) (en eq. NO ₂)	944 – 651	t
	Oxydes de soufre (SOx - SO ₂ + SO ₃) (en eq. SO ₂)	542 - 405	t
Imerys Aluminates Loon plage - cimenterie	Oxydes d'azote (NOx - NO + NO ₂) (en eq. NO ₂)	304 – 272	t
	Oxydes de soufre (SOx - SO ₂ + SO ₃) (en eq. SO ₂)	185 - 186	t
	Protoxyde d'azote N ₂ O	13,9 – 15	t
	Ammoniac NH ₃	37,9 - 14,9	t
	Monoxyde de carbone CO	508 – 524	t
Ryssen Alcools Loon Plage	Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)	36,1	t

Tableau 1 : Emissions industrielles recensées par l'IREP dans un rayon de 5 km autour de la station de mesures pour les années 2022 et 2023

Ce tableau montre l'importance des émissions industrielles autour de Mardyck. Les émissions de benzène ont pour sources, selon les déclarations de l'IREP, les entreprises Versalis et Arcelor Mittal. On note une hausse des émissions pour l'entreprise Versalis en 2023 par rapport à 2022 sur le site du Fortelet (plus 1500 kg). ArcelorMittal affiche une légère baisse en 2023 de 1500 kg (de 20 t en 2022 à 18,5 t en 2023). Enfin, on peut souligner que le COV spécifique 1,3 butadiène est émis sur les deux sites de l'entreprise Versalis. L'entreprise nous a communiqué ses émissions pour 2023.

4.2. Contexte météorologique

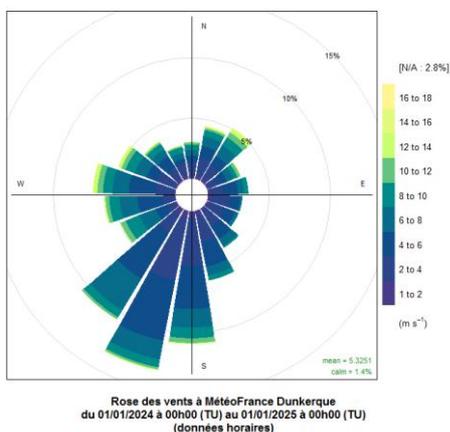


Le contexte météorologique peut avoir un impact sur les conditions de dispersion de la pollution atmosphérique.

Certains paramètres favorisent la dispersion (par exemple les vents forts) et/ou le lessivage des polluants, d'autres au contraire vont favoriser leur accumulation (hautes pressions, inversion de température, stabilité atmosphérique), ou leur formation (comme l'ensoleillement).

Pour une campagne de mesures de la qualité de l'air ambiant, il est donc important d'étudier les conditions météorologiques dans lesquelles les mesures des polluants ont été effectuées.

Le graphe suivant représente la rose des vents issues de la station Météo France de Dunkerque en 2024.



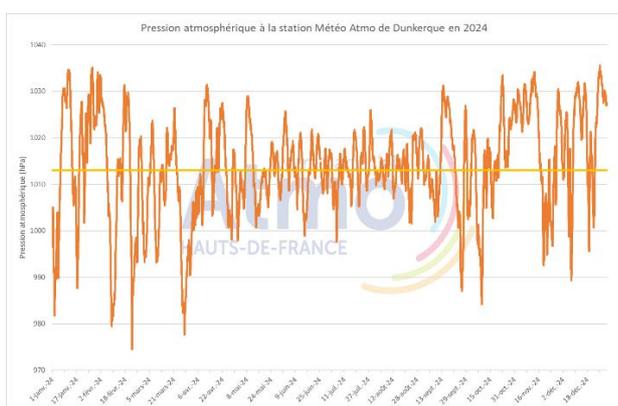
66

Guide de lecture des roses de vents

- Les pétales se placent en fonction des directions de vents (d'où vient le vent),
- La fréquence des vents est indiquée en pourcentage par les cercles concentriques,
- Les couleurs indiquent les vitesses de vents, le jaune étant significatif de vents forts.

Les vents dont la vitesse est inférieure à 1m/s ne sont pas représentés car la direction n'est pas bien déterminée.

99



La rose des vents obtenue pour l'année 2024 indique le Sud-Ouest comme origine très privilégiée des vents : près de 40% des vents proviennent de ce secteur. Le second secteur le plus représenté est le Nord Est avec 15% des directions observées. La direction Nord-Ouest dans laquelle se trouve le site Versalis, par rapport à la station de mesure, correspond à 6% des vents environ.

Les pressions ont été très souvent supérieures à la normale (1013 hPa). On observe des très hautes pressions du début d'année à fin mars puis de mi-septembre à la fin d'année. La période estivale a été soumise à des pressions peu élevées. Ceci aura un impact sur la qualité de l'air.

4.3. Episodes de pollution



Un épisode de pollution correspond à une période, où les concentrations de polluants dans l'atmosphère ne respectent pas ou risquent de ne pas respecter les seuils réglementaires (seuil d'information/recommandation et seuil d'alerte) et selon des critères prédéfinis (pourcentage de surface de la zone ou pourcentage de population impactés, niveau réglementaire franchi, durée de l'épisode, ...).

Quatre polluants sont intégrés dans la procédure de déclenchement d'épisode de pollution de l'air : l'ozone (O₃), le dioxyde d'azote (NO₂), le dioxyde de soufre (SO₂) et les particules en suspension (PM10).

Facteurs favorisant la formation des épisodes de pollution

Pour atteindre des niveaux élevés de concentration conditionnant le déclenchement des épisodes de pollution, les critères à réunir sont multiples et varient selon les périodes de l'année. La combinaison de plusieurs des éléments suivants est souvent à l'origine des épisodes :

- mauvaises conditions de dispersion,
- conditions favorables aux transformations chimiques,
- transport transfrontalier ou interrégional de polluants,
- émissions de polluants en région,
- de précurseurs du polluant.

La frise ci-dessous reprend l'ensemble des épisodes de pollution ayant été constatés en 2024 au niveau de la région des Hauts-de-France.

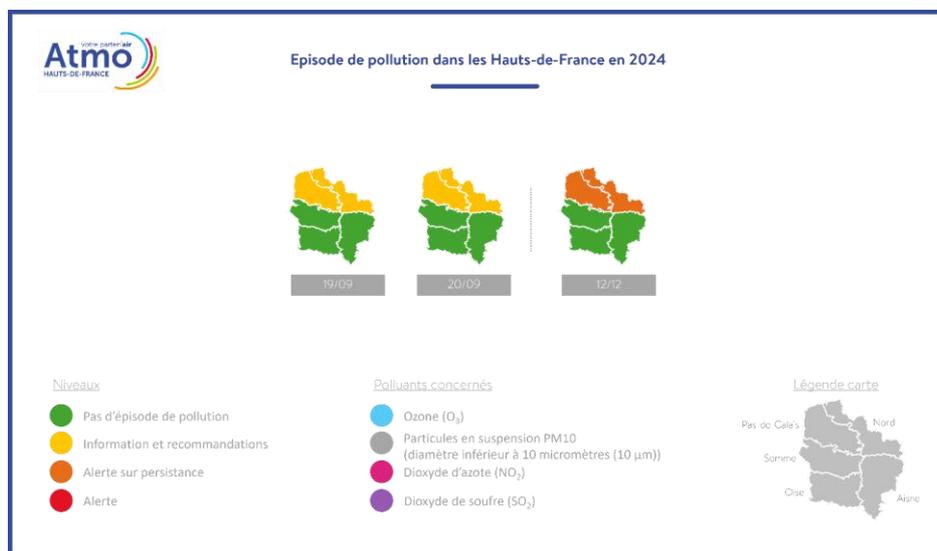


Figure 5 : Frise des épisodes de pollution atmosphérique en région Hauts de France en 2024

L'année 2024 se caractérise par un nombre très faible d'épisodes de pollution. On dénombre seulement 3 jours de dépassements des seuils d'information, uniquement dans le Nord et le Pas-de-Calais. Deux jours sont dus au dépassement du seuil d'information pour les PM10 (50 μg/m³ en moyenne journalière) en septembre tandis qu'une alerte sur persistance a été déclenchée en décembre. L'année 2024 est donc très bonne sur le plan de la qualité de l'air comparée aux années 2023 (9 jours) et 2022 (19 jours).

5. Résultats de l'étude



L'échelle des temps de toutes les mesures est en UTC (Temps Universel Coordonné), il faut donc ajouter 2 heures en été et 1 heure en hiver pour avoir les heures locales.

5.1. Bilan métrologique

Les données délivrées par le dispositif de mesures des polluants atmosphériques sont systématiquement validées puis agrégées afin de calculer des paramètres statistiques comparables à la réglementation en vigueur et interpréter rigoureusement la qualité de l'air sur la zone d'étude concernée.

La validation prend en compte la justesse de la mesure effectuée en contrôlant la dérive de l'appareil selon une périodicité définie dans les normes. Une fois les données validées, un taux de saisie minimal est calculé pour chaque paramètre mesuré. Il s'agit du pourcentage de données valides d'un appareil de mesure, sur une période définie (année civile, phase de mesures, semaine...).

Un taux de saisie minimal inférieur à 85% signifie que la concentration moyenne du polluant n'est pas représentative sur la durée d'exposition (ici l'année civile) mais pourra être considérée pour fournir néanmoins une bonne estimation.

Paramètre	NO ₂	NO	SO ₂	PM10	Benzène	Toluène
Pourcentage de données valides du 1 ^{er} janvier au 31 décembre 2024	89,2 %	89,2 %	90,0 %	80,7 %	69,0 %	69,0 %

En 2024, les taux de présence des données des oxydes d'azote et du dioxyde de soufre sur la station de Mardyck sont supérieurs à 85%. Les données sont donc exploitables. Les mesures des PM10 et des BTX n'atteignent pas les 85% de présence. Les moyennes annuelles et autres paramètres statistiques seront calculés comme valeurs indicatives mais l'incertitude sur ces valeurs sera plus importante.

Les limites de détection LD (plus petites concentrations pouvant être détectées par les appareils de mesures) pour les polluants étudiés sont indiquées dans le tableau ci-contre. Le guide national sur les statistiques des données demande de conserver les mesures comprises entre -LD et zéro. Ceci fait que des concentrations faiblement négatives sont conservées comme valides.

Polluant	Limite de détection (µg/m ³)
Monoxyde d'azote	2,49
Dioxyde d'azote	3,82
Dioxyde de soufre	5,32
Particules en suspension PM10	3
BTEX	0,5

Remarque : Les comparaisons aux différents seuils de référence ont été faites sans tenir compte des incertitudes de mesure.

5.1. Le dioxyde de soufre SO₂

5.1.1. Concentrations moyennes sur l'année

Dans le tableau ci-après, sont résumés les résultats synthétiques des mesures pour le dioxyde de soufre.

			Dioxyde de soufre (SO ₂)				
Site de mesures		Influence de la mesure	Concentration moyenne (µg/m ³)	Valeur journalière maximale (µg/m ³)	Nombre de moy jour > 125 µg/m ³	Valeur horaire maximale (µg/m ³)	Nombre de moyenne horaire > 350 µg/m ³
Année civile 2024	Mardyck	Industrielle	< LD	22 le 11/05/2024	0	155 le 11/05/2024 20 :00	0
	Grande-Synthe	Industrielle	< LD	7 le 17/05/2024	0	145 le 11/10/2024 03 :00	0
	Gravelines	Industrielle	< LD	30 le 11/10/2024	0	84 le 26/02/2024 22 :00	0
	St Pol/mer	urbaine	< LD	24 le 26/02/2024	0	158 le 18/11/2024 02 :00	0
	Cappelle	périurbaine	< LD	26 le 17/11/2024	0	42 le 17/05/2024 13 :00	0
Année civile 2023	Mardyck	Industrielle	< LD	12 le 26/02/2023	0	31 le 26/02/2023 11 :00	0
	Grande-Synthe	Industrielle	< LD	16 le 28/05/2023	0	99 le 20/05/2023 12 :00	0
	Gravelines	Industrielle	< LD	46 le 29/05/2023	0	106 le 13/06/2023 17 :00	0
	St Pol/mer	Urbaine	< LD	18 le 06/08/2023	0	71 le 06/08/2023 00 :00	0
	Cappelle	périurbaine	< LD	6 le 14/05/2023	0	26 le 14/05/2023 16 :00	0
Valeurs réglementaires			50 (objectif de qualité)	125 à ne pas dépasser plus de 3 jours par an (valeur limite)		350 à ne pas dépasser plus de 24 heures par an (valeur limite)	

Avis et interprétation :

Les moyennes annuelles en SO₂ des stations de l'agglomération Dunkerquoise sont toutes inférieures à la limite de détection. Les maxima horaires mesurés sont plus élevés que ceux obtenus en 2023. Les deux valeurs les plus fortes sont enregistrées à St Pol/mer et Mardyck à deux moments différents avec des concentrations de respectivement 158 µg/m³ le 18 novembre 2024 et 155 µg/m³ le 11 mai. La hausse de ce paramètre a été observée sur l'ensemble des points de mesure à différents moments de l'année mais malgré cela, ces valeurs sont encore très loin de la valeur limite horaire de 350 µg/m³. Les valeurs réglementaires horaires et journalières sont respectées sur toutes les stations en 2024.

5.1.2. Evolution des concentrations horaires

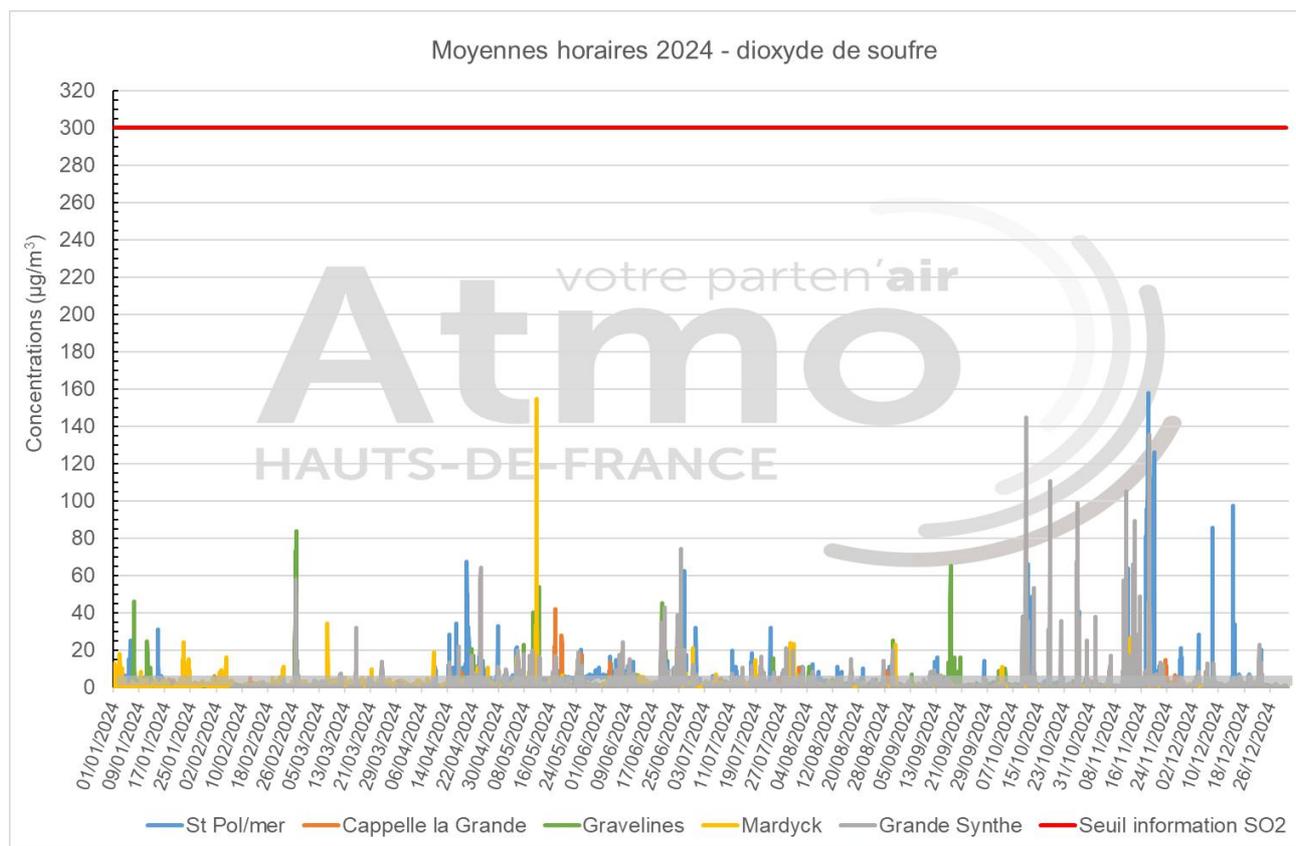


Figure 6 : Graphe présentant les moyennes horaires 2024 de SO_2

Le graphe présentant les concentrations horaires pour 2024 met en évidence les valeurs maximales enregistrées sur l'année sur les diverses stations. Ainsi, les 3 stations de Mardyck, Grande Synthe et St Pol/mer présentent chacune une concentration supérieure à $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$. A Mardyck, c'est le seul cas d'une concentration assez élevée, la suivante valant $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ étant enregistrée au cours du même pic le 11 mai. Saint Pol/mer a été exposée à quelques concentrations supérieures à $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en fin d'année 2024. Enfin, la station sous influence industrielle de Grande Synthe a enregistré ces valeurs plus élevées entre mi-octobre et fin novembre 2024. Cette période est davantage soumise à des vents de Nord Est qui passent d'abord sur la zone portuaire avant d'arriver sur les stations de surveillance.

5.1.3. Rose de pollution du SO₂ à Mardyck

La rose ci-après montre la répartition des concentrations moyennes horaires du dioxyde de soufre (SO₂) pour Mardyck en fonction de la vitesse et de la direction du vent de la station Météo France de Dunkerque.

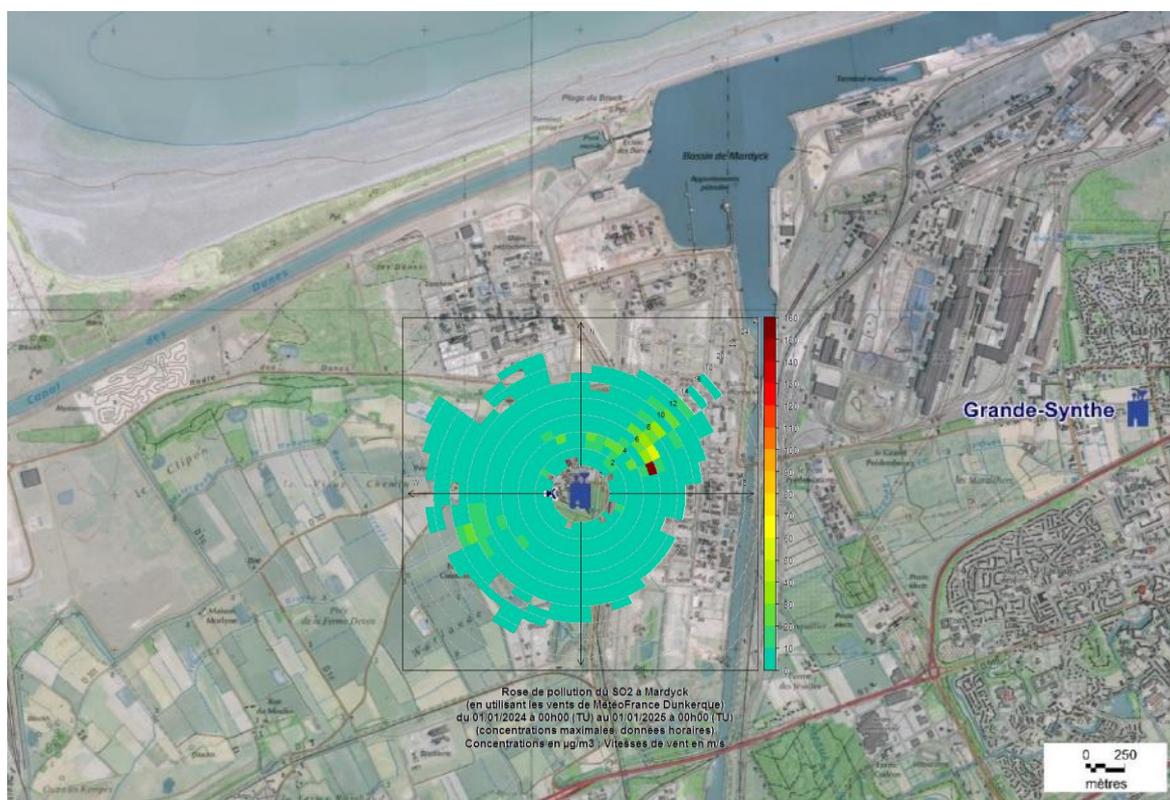


Figure 7 : Rose de pollution 2024 du SO₂ sur la station de Mardyck

Avis et interprétation :

La rose indique la direction d'origine des concentrations les plus élevées. La couleur uniformément verte de la rose des pollutions confirme qu'il y a eu peu de concentrations élevées. On voit surtout la cellule marron correspondant à la concentration en SO₂ à Mardyck de 155 µg/m³ mesurée le 11 mai. La quasi-totalité des cellules vert clair à marron sont placées sur la direction Nord-Est, indiquant comme origine la plateforme sidérurgique de Grande-Synthe. La plateforme chimique de Versalis France n'a pas d'impact sur le SO₂.

66

Guide de lecture des roses de pollution

- Les cercles concentriques représentent les vitesses de vent (jusque 20 m/s à Dunkerque)
- Une case représente la concentration maximale obtenue pour la direction et la vitesse de vent concernée
- Les couleurs indiquent la concentration mesurée dans la direction de vent donnée.

Les vents dont la vitesse est inférieure à 1m/s ne sont pas représentés car ils ne sont pas significatifs.

99

5.2. Le dioxyde d'azote NO₂

5.2.1. Concentrations moyennes sur l'année

Dans le tableau ci-après, sont résumés les résultats de l'année de mesure pour le dioxyde d'azote.

			Dioxyde d'azote (NO ₂)			
Site de mesures	Influence de la mesure	Concentration moyenne (µg/m ³)	Percentile 99,8 (µg/m ³)	Valeur horaire maximale (µg/m ³)	Nombre d'heure où la moyenne horaire a été supérieure à 200 µg/m ³	
Année civile 2024	Mardyck	Industrielle	9	57	111 le 29/07/2024 à 19 :00	0
	Grande-Synthe	Industrielle	12	66	83 le 18/05/2024 à 01:00	0
	St Pol/mer	urbaine	11	62	78 le 20/03/2024 à 18 :00	0
	Cappelle	périurbaine	8	56	69 le 18/05/2024 à 00 :00	0
Année civile 2023	Mardyck	Industrielle	10	61	88 le 09/06/2023 à 22 :00	0
	Grande-Synthe	Industrielle	13	65	85 le 09/09/2023 à 18:00	0
	St Pol/mer	urbaine	13	61	93 le 09/09/2023 à 18 :00	0
	Cappelle	périurbaine	11	51	74 le 09/07/2023 à 00 :00	0
Valeurs réglementaires		40 (valeur limite)	200 à ne pas dépasser plus de 18 heures par an (valeur limite)			

taux de représentativité < 85% pour les stations de Mardyck et Capelle la Grande

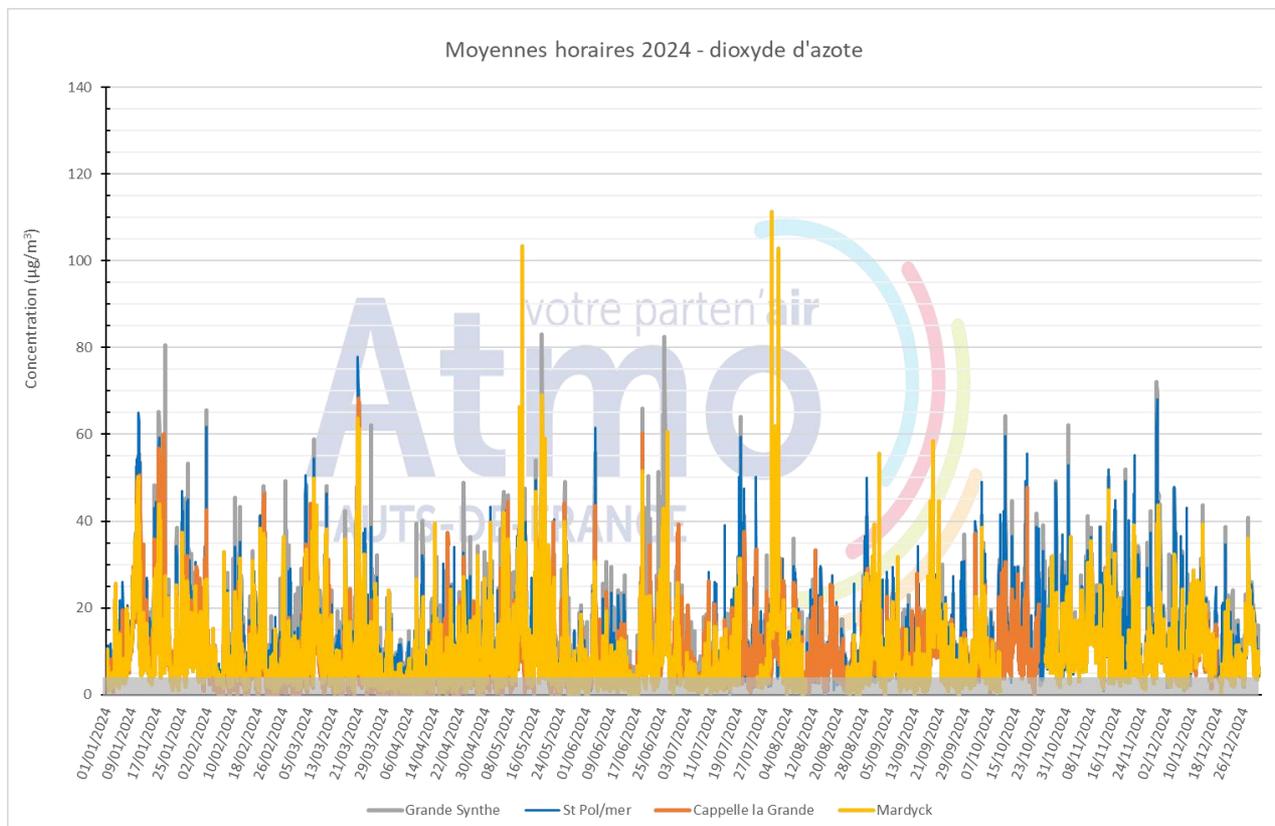
Avis et interprétation :

En 2024, la baisse des concentrations moyennes en NO₂ marque le pas sur les deux stations sous influence industrielle de Mardyck et Grande Synthe (variation de 1 µg/m³) tandis que l'on observe une baisse de 2 à 3 µg/m³ par rapport à l'année 2022 à St Pol/ mer et Cappelle la Grande. En l'espace de 3 années, la baisse de la moyenne annuelle peut atteindre jusqu'à 3 µg/m³, ce qui est une baisse conséquente par rapport aux niveaux mesurés. Le percentile 99,8 (18^{ème} valeur horaire la plus élevée) reste stable sur les 4 stations. Pour la valeur maximale horaire, on enregistre une nette hausse sur la station de Mardyck et une baisse à St Pol/mer. Sur les 4 stations, les moyennes mesurées respectent la typologie des stations, les deux stations périurbaines de Mardyck et Capelle la Grande présentant les moyennes les moins élevées. Dans l'ensemble, le percentile 99,8 et la moyenne annuelle sont nettement inférieurs aux seuils réglementaires.

Les seuils réglementaires sont respectés.

5.2.2. Evolution des concentrations horaires de NO₂ sur l'année

Le graphique ci-après montre l'évolution des concentrations moyennes horaires du dioxyde d'azote (NO₂) pour les stations de Mardyck, Grande-Synthe, Saint-Pol sur-mer et Cappelle-la-Grande.



La bande grise sur le graphique correspond aux limites de la mesure de ce polluant (limites de détection des appareils). Les données situées dans cette bande grise sont moins significatives, mais restent néanmoins exploitables et sont prises en compte dans le calcul des moyennes.

Figure 8 : Graphe présentant les moyennes horaires 2024 de NO₂

Avis et interprétation :

Sur le graphique ci-dessus, les quelques valeurs les plus élevées sont enregistrées sur les stations de Mardyck (courbe jaune) et Grande Synthe (courbe grise), ces deux stations étant sous influence industrielle. Ces pointes restent peu nombreuses et ne témoignent donc pas d'émissions ponctuellement importantes et fréquentes. La station urbaine de St Pol/mer montre davantage de pics mais ne dépassant guère 60 µg/m³. Les quelques valeurs les plus élevées sont enregistrées le 11 janvier (65 µg/m³), 20 mars (78 µg/m³), 17 mai dans la nuit (66 µg/m³) et 28 novembre (68 µg/m³).

5.3.3 Rose des pollutions

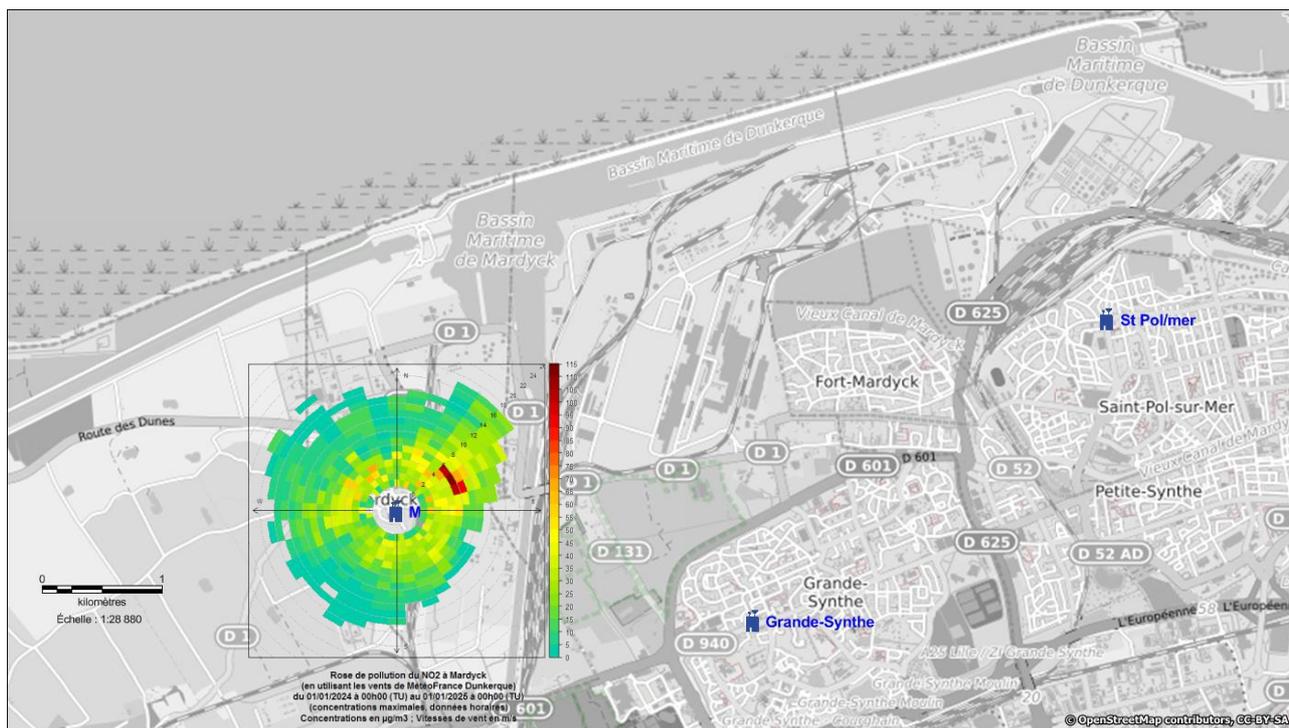


Figure 9 : Rose de pollution 2024 du NO₂ sur la station de Mardyck

La rose des pollutions du dioxyde d'azote NO₂ à Mardyck montre clairement l'influence des vents de Nord-Est comme apport principal du polluant. On y repère les points de couleur orange à marron correspondant aux concentrations supérieures à 60 µg/m³ qui sont les concentrations les plus élevées mesurées sur le site (le percentile horaire 99,8 représentant les 18 moyennes horaires les plus élevées de l'année vaut 61 µg/m³). Cette rose traduit l'impact de la zone sidérurgique mais aussi l'effet de la moins bonne dispersion par vent de Nord-Est qui va se traduire par la hausse des concentrations. La direction Nord-Ouest à Nord correspondant à la direction du site Versalis est peu marquée par le NO₂ et les concentrations maximales venant de cette direction sont inférieures à 60 µg/m³ (quelques cellules orangées).

L'impact de Versalis sur les concentrations ambiantes de NO₂ est perceptible mais très modéré, le panache principal étant originaire du Nord-Est. La réglementation est respectée.

5.1. Le monoxyde d'azote NO

5.1.1. Concentrations moyennes sur l'année 2024

Dans le tableau ci-après, sont résumés les résultats de l'année de mesure pour le monoxyde d'azote.

Site de mesures		Influence de la mesure	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valeur horaire maximale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Année civile 2024	Mardyck	Industrielle	< ld	56 le 11/01/2024 à 09 :00
	Grande-Synthe	Industrielle	2	238 le 28/11/2024 à 21:00
	St Pol/mer	urbaine	2	179 le 28/11/2024 à 19 :00
	Cappelle	périurbaine	< ld	37 le 11/01/2024 à 08 :00
Année civile 2023	Mardyck	Industrielle	2	77 le 30/11/2023 à 08 :00
	Grande-Synthe	Industrielle	2	165 le 05/04/2023 à 07:00
	St Pol/mer	urbaine	2	113 le 01/12/2023 à 07 :00
	Cappelle	périurbaine	2	62 le 05/04/2023 à 07 :00

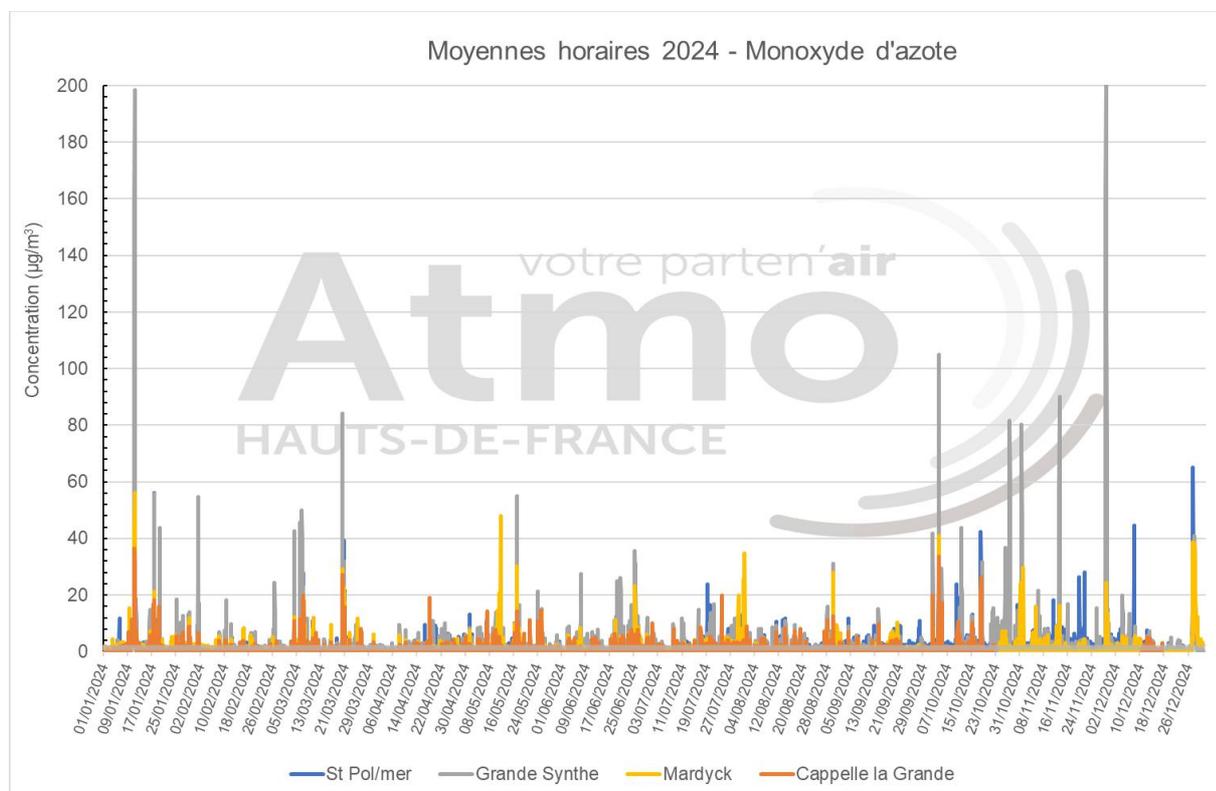
Remarque : le monoxyde d'azote n'est pas réglementé en air extérieur

Avis et interprétation :

Les moyennes annuelles en NO obtenues sont très faibles car ce polluant est peu stable et s'oxyde rapidement en dioxyde d'azote NO₂. On le rencontre surtout en proximité du trafic routier donc proche de sa source d'émissions. Il sera également très sensible à la faculté de dispersion de l'atmosphère et les valeurs les plus élevées sont en général obtenues pendant les périodes de vent faible et de hautes pressions au moment du pic de trafic du matin ou du soir. Les maxima mesurés restent peu élevés dans l'absolu, la valeur la plus élevée étant mesurée sur la station de Grande Synthe sous l'effet de vents du Sud.

5.1.2. Evolution des concentrations horaires sur l'année

Le graphique ci-après montre l'évolution des concentrations moyennes horaires du monoxyde d'azote (NO) pour les stations de Mardyck, Grande-Synthe, Saint-Pol sur mer et Cappelle-la-Grande.



La bande grise sur le graphique correspond aux limites de la mesure de ce polluant (limites de détection des appareils). Les données situées dans cette bande grise sont moins significatives, mais restent néanmoins exploitables et sont prises en compte dans le calcul des moyennes.

Figure 10 : Graphe présentant les moyennes horaires 2024 de NO

Avis et interprétation :

Les moyennes horaires présentées sur le graphe sont le plus souvent peu élevées. On rencontre les mesures les plus élevées en janvier puis à partir du mois d'octobre, essentiellement sur la station de Grande-Synthe. Cette station est soumise aux émissions venant de la plateforme sidérurgique au Nord mais aussi et surtout à celles de la D601 toute proche, qui traverse Grande-Synthe au sud de la station de mesure. Hormis la station de Grande Synthe, les mesures des autres stations restent peu élevées.

5.2. Les particules en suspension PM10

5.2.1. Concentrations moyennes sur l'année 2024

Dans le tableau ci-après, sont résumés les résultats de l'année de mesure pour les particules en suspension PM10.

			Particules en suspension PM10			
Site de mesures		Influence de la mesure	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Percentile journalier 90,4	Valeur journalière maximale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nombre de jours avec une moyenne journalière > à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Année civile 2024	Mardyck	Industrielle	16	27	69 le 11/05/2024	4
	Grande-Synthe	Industrielle	18	30	73 le 25/06/2024	4
	Gravelines*	Industrielle	15	24	48 le 19/09/2024	-
	St Pol/mer	Urbaine	16	26	60 le 19/09/2024	2
	Cappelle*	Périurbaine	17	-	41 le 11/05/2024	-
Année civile 2023	Mardyck	Industrielle	n. v.	-	68 le 20/05/2023	3
	Grande-Synthe	Industrielle	21	36	63 le 09/09/2023	6
	Gravelines	Industrielle	19	31	56 le 09/09/2023	3
	St Pol/mer	urbaine	n. v.	-	54 le 09/06/2023	4
	Cappelle	périurbaine	n. v.	-	54 le 25/01/2023	2
Valeurs réglementaires			40 (valeur limite)	50 à ne pas dépasser plus de 35 jours par an (valeur limite)		

* : mesure classée comme indicative dont le taux de présence des données peut être réduit

Avis et interprétation :

Le classement comme mesures indicatives en 2024 des stations périurbaines de Gravelines et Cappelle la Grande permet d'estimer les paramètres statistiques avec un taux de données réduit à seulement 15%. Ainsi, on observe une baisse substantielle des moyennes annuelles de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2024 après une précédente baisse comprise entre 2 et $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2023, ce qui représente une nette amélioration en deux années. Les percentiles journaliers baissent également, signifiant moins de jours avec des concentrations élevées mais les valeurs journalières maximales restent à peu près stables. Le nombre de jours avec une moyenne supérieure à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ baisse encore en 2024 par rapport à 2023, qui avait vu une forte baisse de ce paramètre (on avait en 2022 17 jours de dépassements à Grande Synthe). Grande-Synthe reste la station la plus exposée mais avec trois fois moins de jours. A Mardyck, l'amélioration est aussi nette. Dans l'ensemble, nous observons en 2024 une amélioration de la situation vis-à-vis des PM10, les conditions météorologiques de l'année ayant une part dans cette amélioration.

Les seuils réglementaires pour les PM10 sont respectés.

5.2.2. Evolution des concentrations horaires sur l'année 2024

Le graphique ci-après montre l'évolution des concentrations moyennes horaires des particules en suspension PM10 pour les stations Dunkerquoises.

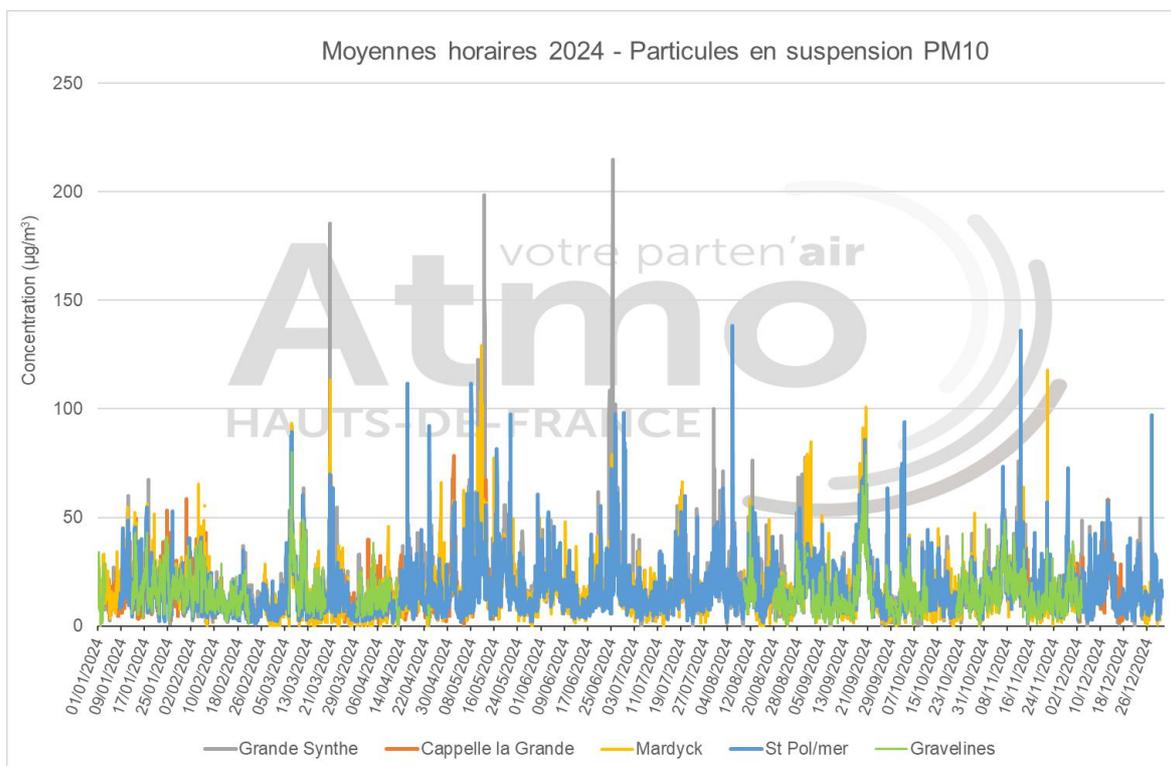


Figure 11 : Graphe présentant les moyennes horaires 2024 de PM₁₀

Avis et interprétation :

Le graphe des moyennes horaires montre une évolution des mesures sur l'année assez homogène entre les 5 stations fixes de la zone, comprises le plus souvent entre 0 et 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Les deux stations sous influence industrielle de Mardyck et Grand Synthe présentent ponctuellement des pics qui dépassent 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, les valeurs les plus élevées étant mesurées à Grande Synthe les 20 mars (185 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), 12 mai (198 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) et 25 juin (214 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Sur Mardyck, le nombre de pointes de PM10 se réduit à 3 journées avec des concentrations atteignant 113 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ le 20 mars, 129 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ le 11 mai et 118 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ le 21 novembre. La station urbaine de fond de Saint Pol/mer peut parfois être soumise à ces retombées de particules et présenter également des concentrations élevées comme le 5 août (138 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ou le 12 novembre (136 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

5.2.3. Evolution des concentrations journalières en 2024

Le graphe des concentrations journalières permet de visualiser le nombre de dépassements de la moyenne journalière de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

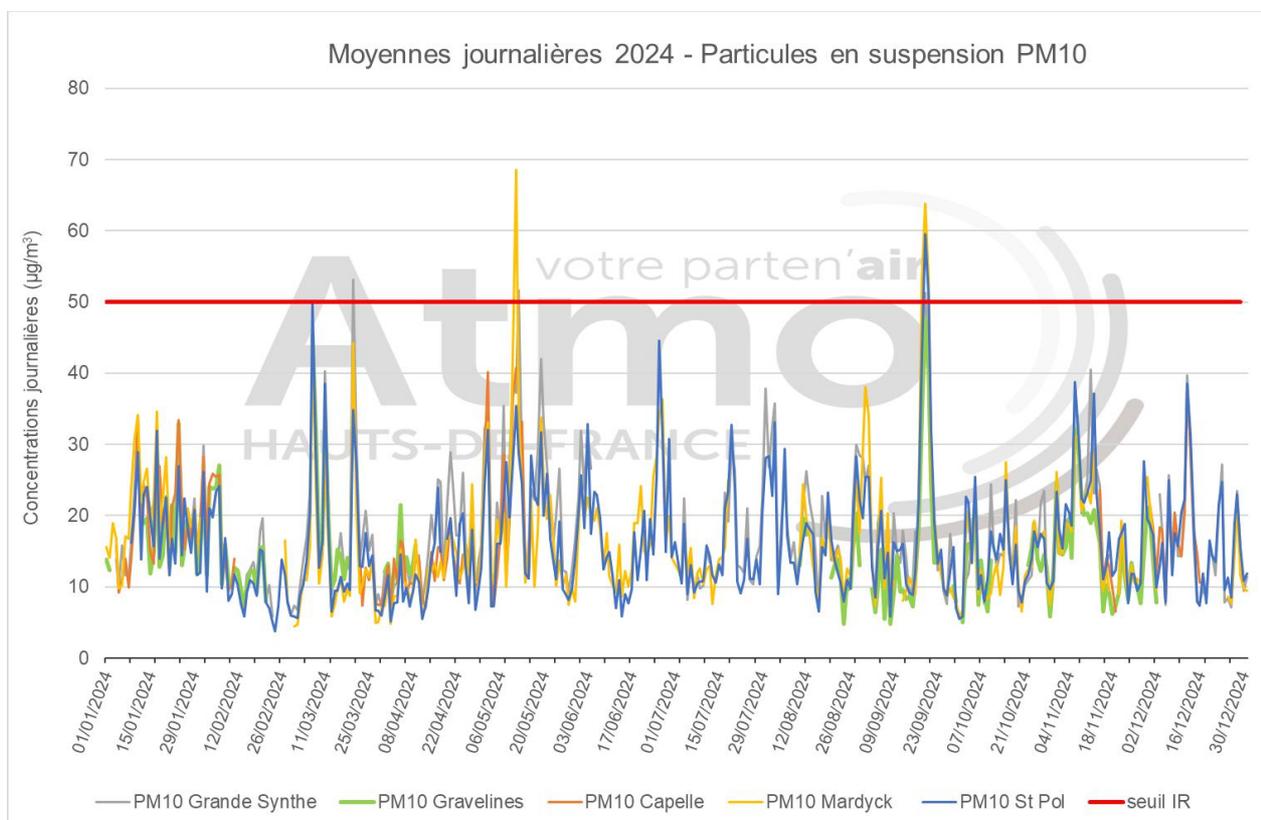


Figure 12 : Concentrations journalières 2024 des PM10 sur les stations Dunkerquoises

Avis et interprétation :

Le graphe met bien en évidence le peu de dépassements de la moyenne journalière de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur l'année 2024. Des dépassements sont mesurés les 20 mars sur la station de Grande Synthe, 11 mai à Mardyck, 12 mai à Grande Synthe, 25 juin à Grande Synthe et du 18 au 20 septembre à Mardyck, Grande Synthe et Saint Pol/mer. Ce sont ces journées des 19 et 20 septembre qui ont induit le déclenchement du niveau d'information sur le département du Nord.

5.2.4. Rose des pollutions

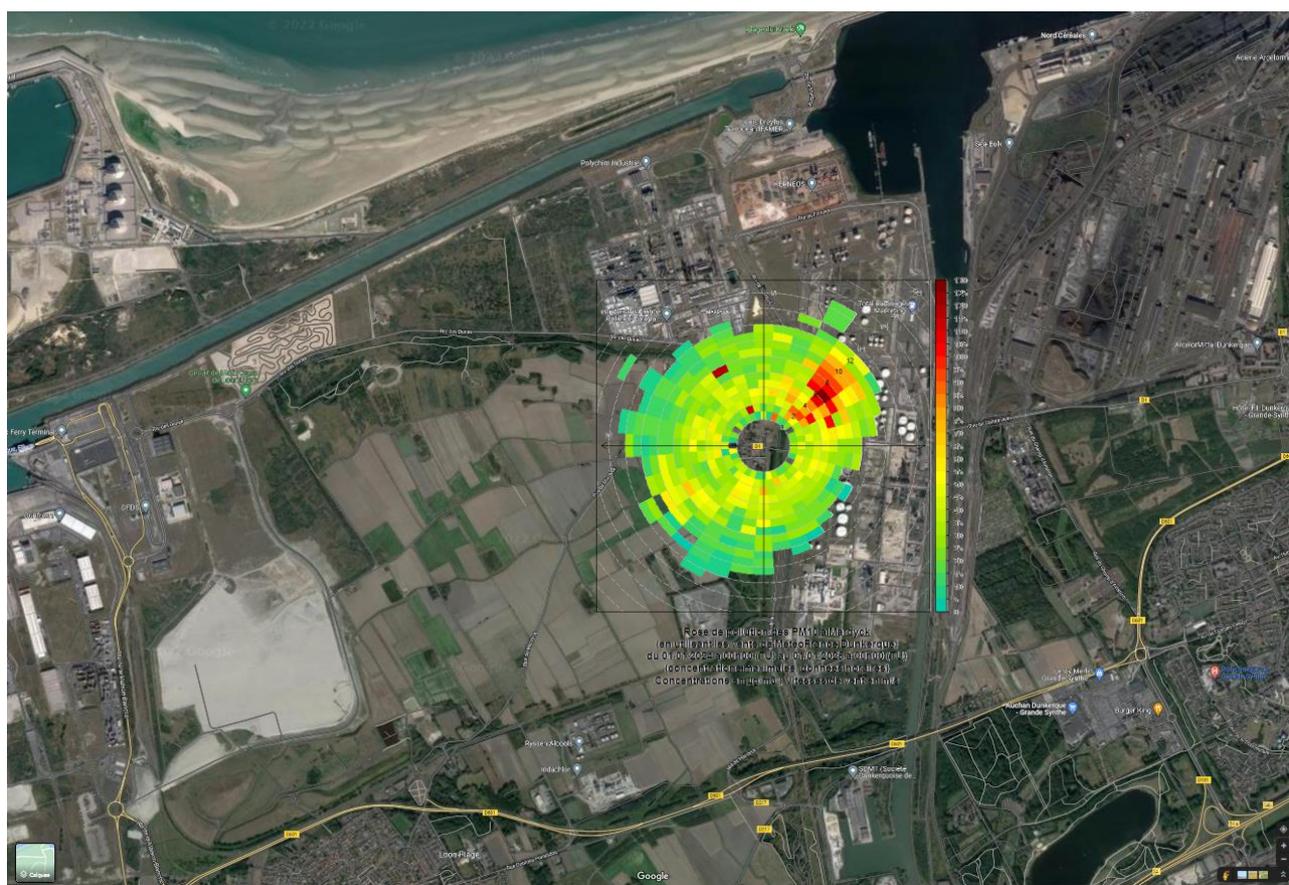


Figure 13 : Roses de pollution 2024 des PM₁₀ sur la station de Mardyck

La rose des pollutions des particules PM₁₀ à Mardyck reprend l'ensemble des concentrations horaires maximales de l'année entre 0 (cellule bleue) et 130 µg/m³ (cellule marron) pour chaque direction et chaque vitesse de vent. Les concentrations les plus élevées dont celles mentionnées plus haut (113, 118 et 129 µg/m³) se retrouvent sur la rose des pollutions via les deux cellules de couleur marron. La cellule orientée au Nord-Ouest représente les concentrations enregistrées le 20 mars (113 µg/m³) et le 21 novembre (118 µg/m³) et indique des émissions originaires de la plateforme Versalis. L'autre cellule marron ainsi que les cellules rouges au Nord-Est représentent les autres concentrations élevées dont celles enregistrées le 11 mai à 129 µg/m³. Leur position sur la rose indique des émissions originaires de la plateforme sidérurgique. La densité de cellules colorées dans cette direction montre la prépondérance des émissions dans cette direction.

Parmi les concentrations les plus élevées observées (supérieure à 80 µg/m³) sur la station de Mardyck, la rose des pollutions ci-dessous nous montre donc que seules 3 évènements sont attribuables à la plateforme Versalis, les autres provenant de la plateforme sidérurgique.

5.1. Les BTEX

5.1.1. Concentrations moyennes sur l'année

			Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
Sites de mesures		Influence de la mesure	Benzène	Toluène	Ethyl benzène	M,p Xylène	o Xylène
Année 2024	Mardyck	Industrielle	0,92	1,12	0,20	0,43	0,18
	Lille Leeds	trafic	Mesures arrêtées				
Année 2023	Mardyck	Industrielle	0,92	2,07	0,23	0,57	0,24
	Lille Leeds	trafic	0,26	0,59	0,13	0,53	0,21
Valeurs réglementaires			5 (Valeur limite)	-	-	-	-
			2 (Objectif de qualité)				

Avis et interprétation :

Les moyennes annuelles en Composés Organiques Volatils légers obtenus sur la station de Mardyck en 2024 sont très proches de celles de l'année 2023. Il faut noter la nette baisse de la concentration ambiante en toluène qui passe de 2,07 à 1,12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, soit une baisse voisine de 50%.

La moyenne annuelle en benzène mesurée à Mardyck respecte la réglementation ainsi que l'objectif de qualité.

5.1.2. Concentrations maximales en benzène et toluène

La convention établie avec la société Versalis précise qu'Atmo doit faire une information de l'entreprise en cas de mesure d'une concentration horaire supérieure à 10 µg/m³ en benzène ou 40 µg/m³ en toluène.

Site de mesures		Influence de la mesure	Benzène		Toluène	
			Valeur horaire maximale (µg/m ³)	Nombre d'heures avec une moyenne > 10 µg/m ³	Valeur horaire maximale (µg/m ³)	Nombre d'heures avec une moyenne > 40 µg/m ³
Année civile 2024	Mardyck	Industrielle	164,9 le 28/11/24 08 :00	64	184,4 le 21/11/2024 18 :00	9
	Lille Leeds	Trafic				
Année civile 2023	Mardyck	Industrielle	42,1 le 14/05/23 04 :00	59	101 le 27/11/2023 18 :00	27
	Lille Leeds	Trafic	6,2 le 08/02/2023 21 :00	0	21,6 le 29/08/2023 06 :00	0

Le tableau ci-dessus reprend les maxima horaires et les dépassements des seuils prédéfinis à Mardyck. Les valeurs maximales horaire mesurées à Mardyck en benzène et en toluène restent élevées, et ont nettement augmenté par rapport à 2023. Les dernières concentrations proches de celles de 2024 ont été enregistrées en 2021. Il n'y a pas de réglementation sur les concentrations élevées en benzène qui permettrait de situer l'exposition de Mardyck.

5.1.3. Evolution des concentrations horaires en benzène (C₆H₆) et toluène (C₇H₈)

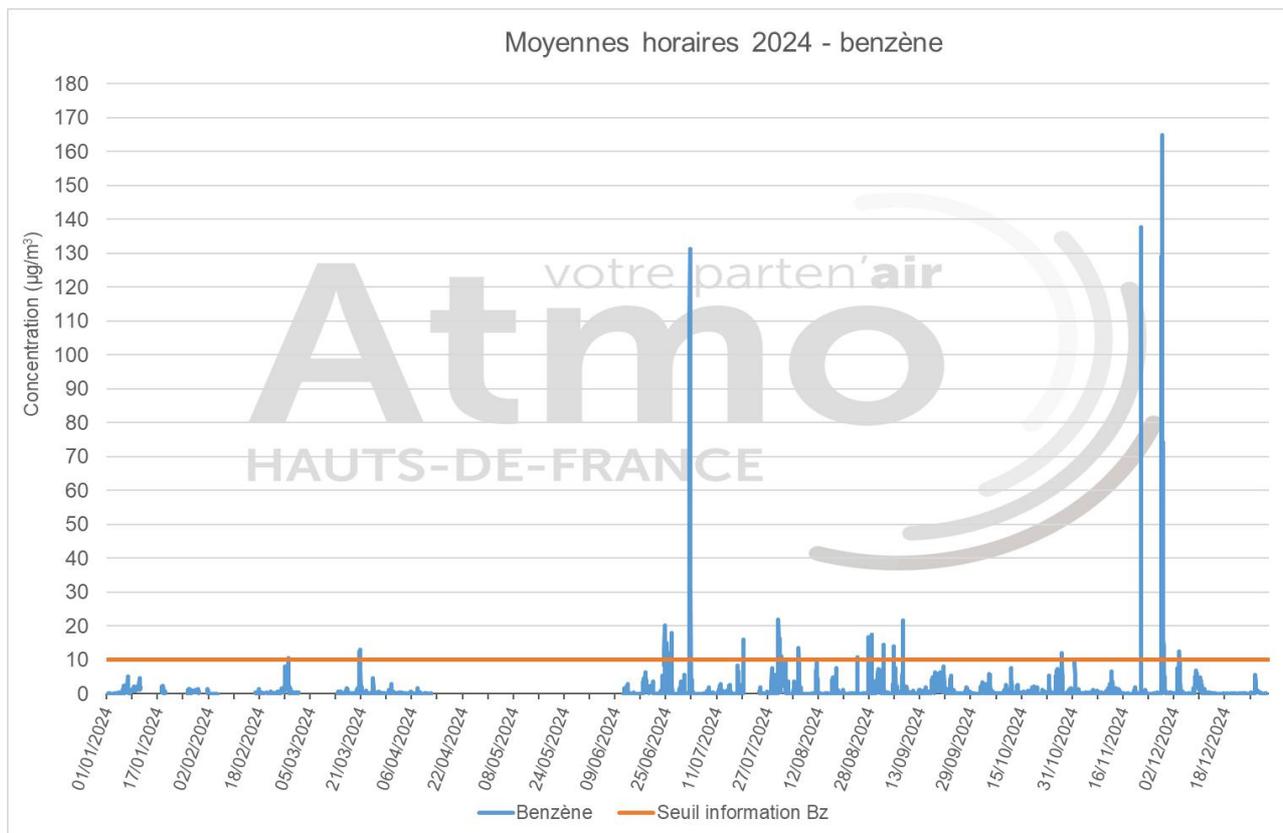
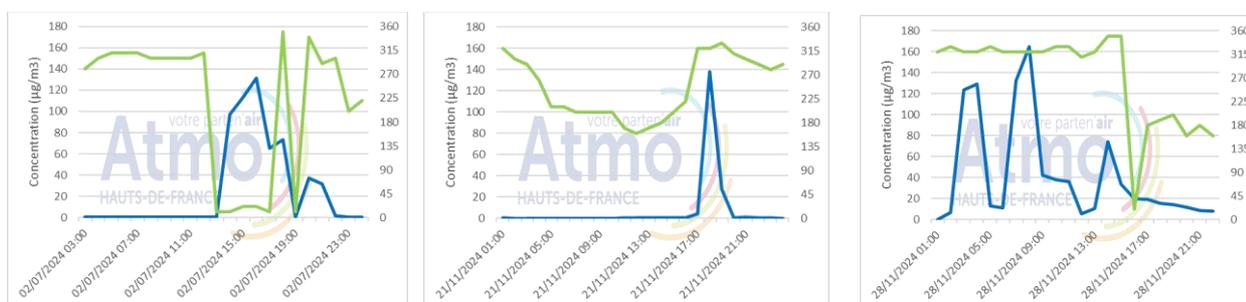


Figure 14 : Concentrations horaires 2024 en benzène sur la station de Mardyck

Le graphe ci-dessus laisse penser qu'il n'y aurait que 3 concentrations horaires très élevées début juillet et en novembre mais le zoom montre qu'il s'agit d'évènements ayant duré plusieurs heures (voir graphes ci-dessous, la courbe verte représentant la direction du vent), ce qui représente une exposition importante. Ainsi, l'évènement du 2 juillet a présenté des concentrations comprises entre 60 et 130 µg/m³ en benzène de 16 :00 à 20 :00 civiles tandis que celui du 28 novembre a conduit à des concentrations atmosphériques très élevées entre 5 :00 et 22 :00.



La direction du vent tracée avec le relevé des concentrations indique que lors du pic du 2 juillet, les fortes concentrations sont enregistrées par vent de Nord-Est indiquant une origine de la plateforme sidérurgique. Les 21 et 28 novembre, les pics très élevés sont mesurés par vent du Nord, soit venant du site de Versalis. L'industriel nous a expliqué que l'usine était à l'arrêt pour maintenance du 21 novembre au 17 décembre 2024.

Ceci nécessite la purge d'équipements et de tuyauteries qui s'est traduite par l'envoi à l'atmosphère des composés.

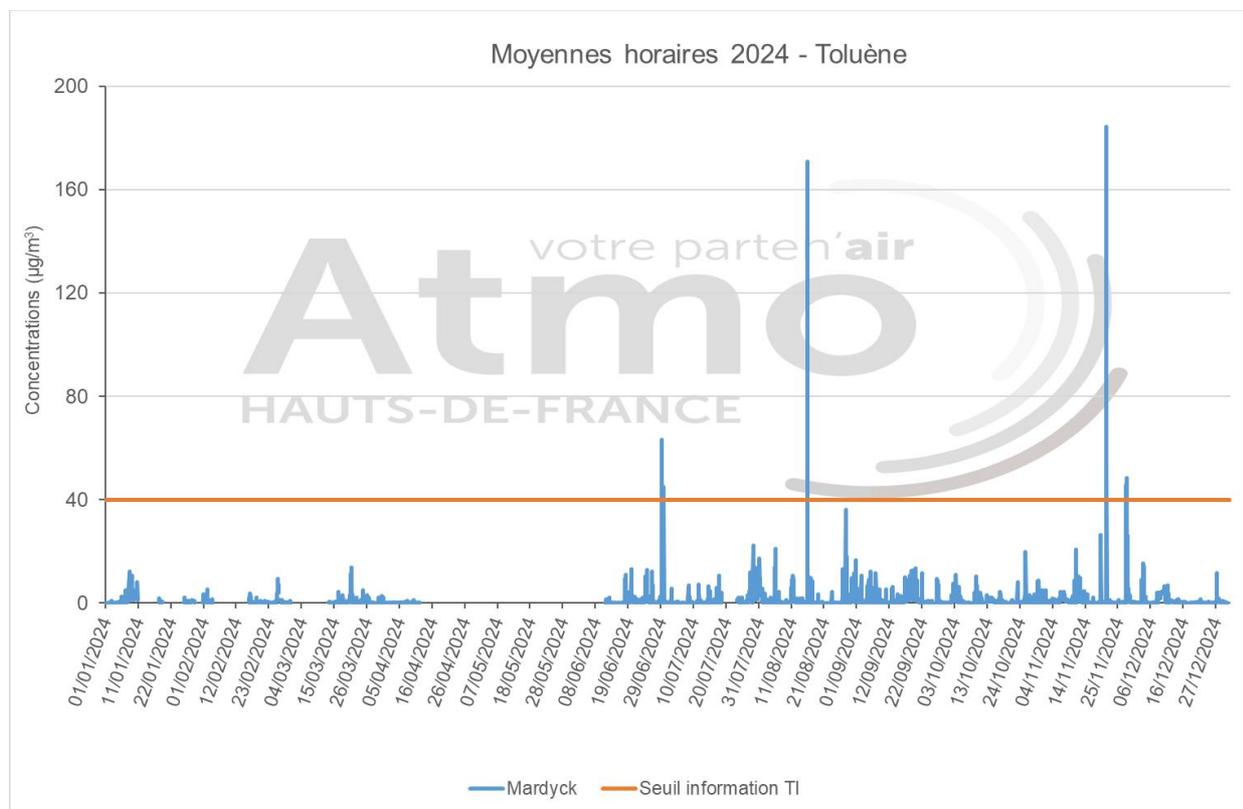


Figure 15 : Concentrations horaires 2024 en toluène sur la station de Mardyck

Avis et interprétation :

Les valeurs les plus élevées supérieures à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en toluène sont regroupées en 4 événements observés le 30 juin, 16 août, 21 novembre et 28 novembre pendant 9 heures au total. On retrouve les mêmes événements que pour le benzène et liés à la maintenance des installations.

5.1.4. Roses des pollutions du benzène



Figure 16 : Roses de pollution 2024 du benzène sur la station de Mardyck – données Météo France

La rose des pollutions du benzène ci-dessus permet de distinguer les concentrations horaires à partir de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (couleur vert clair) jusque $170 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (marron). Un premier groupe de cellules allant du vert clair au marron est orienté au Nord-Ouest à Nord. Il indique la plage de concentrations obtenues par vents de Nord-Ouest donc venant du site Versalis. On y trouve les concentrations les plus élevées. Le second groupe de cellules est orienté au Nord-Est avec des couleurs du vert clair au rouge ($130 \mu\text{g}/\text{m}^3$) correspondant au pic du 2 juillet 2024.

La rose indique donc les deux émetteurs principaux de benzène de la zone industrielle.

5.1.5. Rose des pollutions du toluène



Figure 17 : Roses de pollution 2024 du toluène sur la station de Mardyck – données MétéoFrance

La rose des pollutions du toluène est tracée en filtrant les concentrations supérieures à $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ce qui représente peu de moyennes horaires sur l'année donc peu de cellules. On y retrouve la direction Nord-Ouest dans laquelle se situe le site Versalis avec les concentrations horaires les plus élevées (170 et $185 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et quelques valeurs entre 40 et $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Les quelques cellules situées à l'Est correspondent à des concentrations en toluène comprises entre 20 et $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ donc inférieures au seuil prédéfini. Néanmoins, elles sont peu nombreuses et indiquent une source potentielle qui pourrait être le site TotalEnergies. Ce dernier étant en cours de démantèlement, il pourrait s'agir d'émissions diffuses liées à des démontages de cuves ou divers équipements.

5.1.6. Répartition des dépassements de seuil

A chaque dépassement de seuil constaté en benzène ou en toluène, une information est envoyée à l'entreprise Versalis. C'est ainsi 26 notes qui ont été envoyées à l'industriel en 2024, soit sensiblement le même nombre d'évènements qu'en 2023. La compilation de ces notes va permettre d'établir la fréquence de ces dépassements selon chaque direction de vent.

Selon les secteurs de vents, nous attribuons les concentrations élevées mesurées à l'activité industrielle présente dans cette direction. Nous avons cinq possibilités autour du site de Mardyck qui sont le site de production de Versalis, le site de stockage et d'expédition des composés (intitulé bassin maritime), la plateforme sidérurgique, le site de stockage de TotalEnergies et le terminal méthanier Gassco.

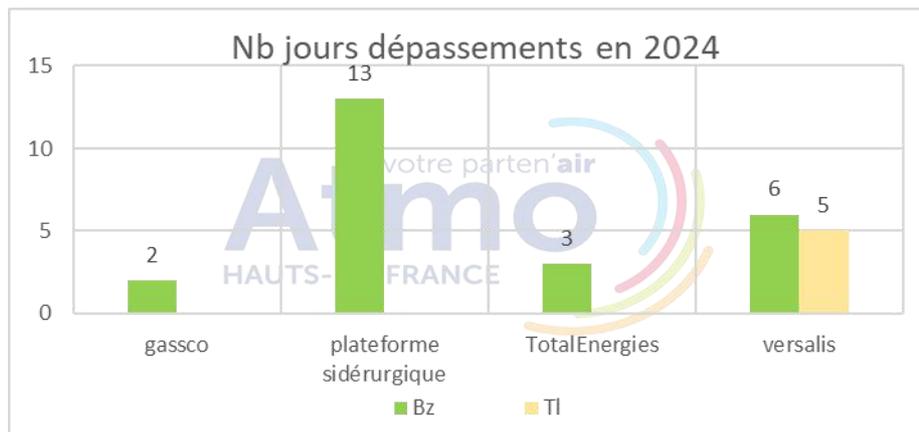


Figure 18 : Dépassement des seuils internes d'information selon les directions d'origine

L'année 2024 se caractérise par un nombre de jours total de dépassements plus faible qu'en 2023 ; 27 jours en 2024 (2 jours avec un dépassement en benzène et toluène) contre 35 en 2023. La majorité des dépassements est attribuée au benzène avec 24 jours, l'émetteur le plus souvent à l'origine étant la plateforme sidérurgique avec 13 jours contre 6 jours pour l'entreprise Versalis.

Pour le toluène, le seul émetteur à l'origine des pics est le site Versalis pour 5 jours de dépassements en 2024 contre 12 épisodes en 2023. La baisse du nombre de ces épisodes suit la baisse de la concentration ambiante mesurée en toluène ($1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2024 contre $2,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2023).

6. Au regard des campagnes précédentes

Depuis 2009 a lieu la surveillance de 5 polluants sur la station de Mardyck. L'évolution est reprise dans le graphe ci-dessous pour les moyennes annuelles et les percentiles réglementaires du NO₂ (P99,8 horaire) et des PM10 (P90,4 journalier).

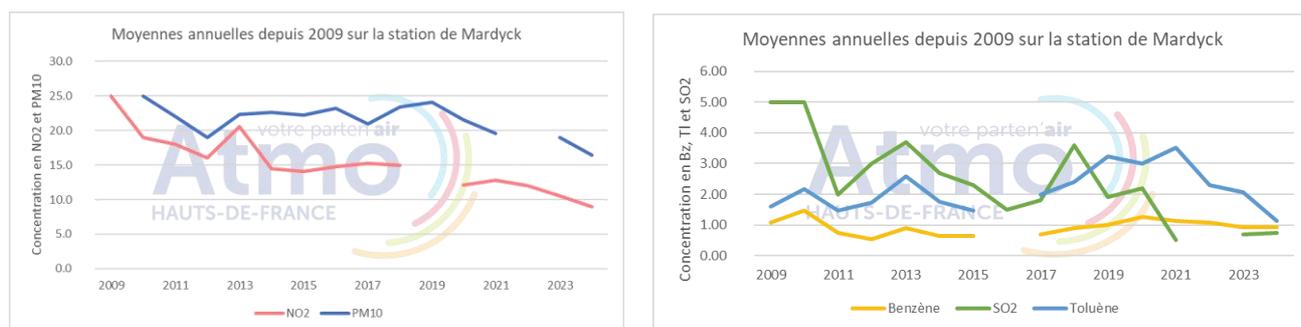


Figure 28 : Evolution des moyennes annuelles depuis 2009 sur la station de Mardyck

Après une baisse jusqu'en 2014, la concentration moyenne en NO₂ est restée stable pendant 5 années avant de baisser nettement en 2020. Depuis cette date, la baisse se poursuit pour arriver à une concentration annuelle de 9 µg/m³ en 2024. Concernant les particules PM10, la baisse est là aussi conséquente en 2024 pour une concentration annuelle de 16 µg/m³. L'objectif de qualité pour les PM10 fixé à 30 µg/m³ est respecté. La concentration annuelle en SO₂ reste inférieure à 1 µg/m³.

Après une orientation à la hausse jusqu'en 2020, la concentration annuelle en benzène est stabilisée depuis 2021 au niveau de 1 µg/m³, ce qui est proche des concentrations moyennes mesurées dans les années 2009-2010. La concentration ambiante moyenne en toluène subit une forte baisse en 2024 et passe de 3,5 en 2021 à 1,1 µg/m³ en 2024.

L'évolution des événements de pointe peut être observée à travers le percentile horaire 99,8 pour le NO₂ et le percentile 90,4 journalier pour les PM10. Ces paramètres représentent la valeur horaire ou journalière juste supérieure à 99,8% des moyennes horaires (resp 90,4% des moyennes journalières) sur l'année civile. Il reste 18 heures ou 35 jours pour lesquels les concentrations sont supérieures à cette valeur. Cela permet d'avoir une indication du nombre et de l'intensité des pointes de pollution.

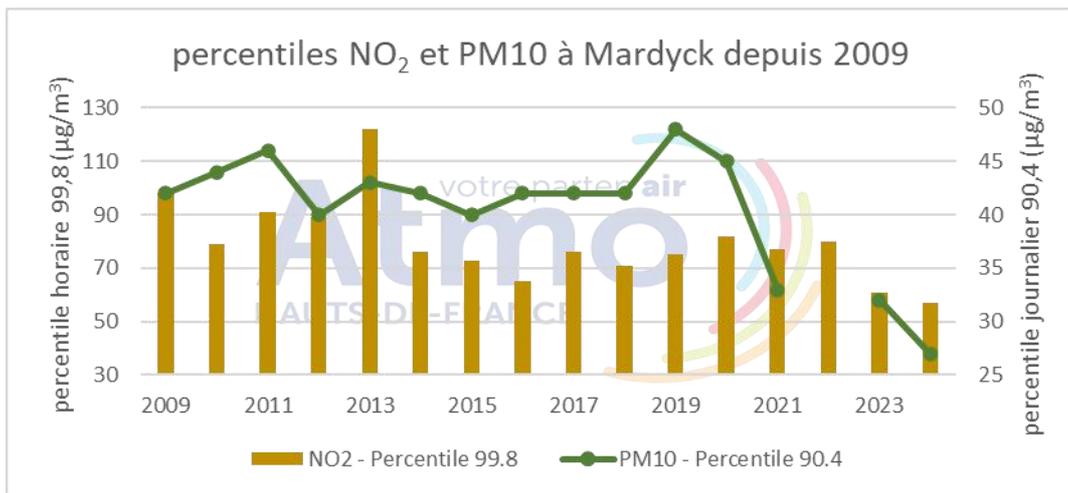


Figure 29 : Evolution des percentiles pour NO₂ et PM₁₀ sur la station de Mardyck depuis 2009

Pour le NO₂, le percentile 99,8 qui valait 98 µg/m³ en 2009 est réduit à 57 µg/m³ en 2024, soit une baisse de 40% en 15 ans. La réglementation est largement respectée, la valeur de 200 µg/m³ n'étant pas atteinte. Cela traduit une nette diminution du nombre de concentrations journalières en PM₁₀ élevées sur la station de Mardyck avec seulement 4 moyennes journalières dépassant 50 µg/m³.

Le nombre de jours pour lesquels une concentration horaire supérieure à 10 µg/m³ en benzène est mesurée baisse doucement depuis 2022 avec 24 jours en 2024. Ce nombre est à peu près stable depuis 2019 et reste nettement plus élevé que le chiffre des années 2014 à 2016. Il faut rappeler que les 2/3 des dépassements sont attribués à la plateforme sidérurgique. Pour le toluène, le seuil de 40 µg/m³ a été dépassé au cours de 5 jours en 2024, soit un nombre parmi les plus faibles depuis le début des mesures.

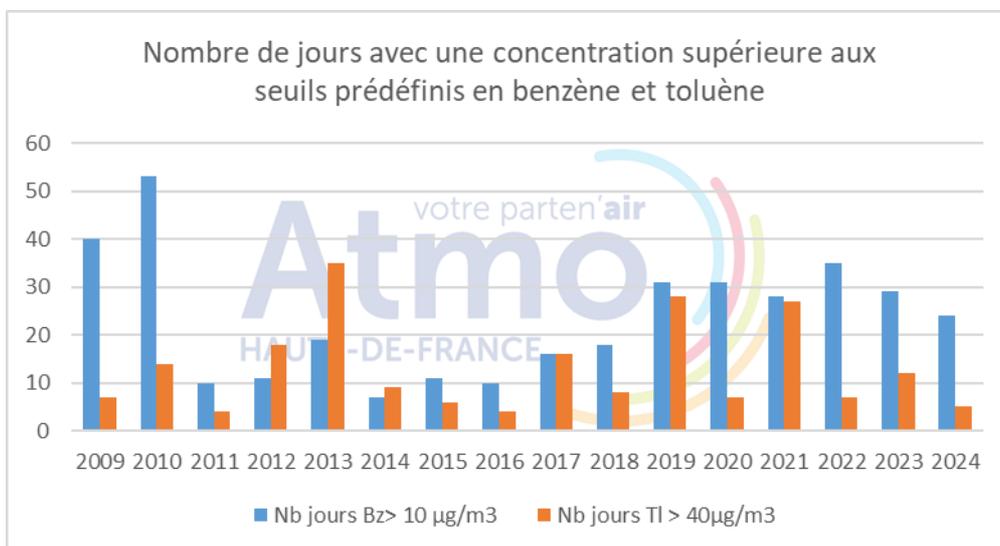


Figure 30 : Evolution du nombre de jours de dépassements pour le benzène et le toluène sur la station de Mardyck depuis 2009

Une caractéristique de l'année 2024 sera l'intensité des concentrations mesurées. En effet, des concentrations horaires atteignant 165 µg/m³ en benzène et 185 µg/m³ en toluène n'avaient pas été mesurées depuis respectivement 2020 et 2021.

7. Conclusion et perspectives

La surveillance de la zone industrielle autour de Mardyck, opérationnelle depuis 2009, s'est poursuivie en 2024 pour les polluants SO₂, NO₂, PM10 et BTEX. Le fonctionnement des appareils a été bon pour les analyseurs d'oxydes d'azote et dioxyde de soufre mais les analyseurs de PM10 et BTX n'ont pas permis de valider 85% des mesures sur l'année. Les indicateurs statistiques seront néanmoins calculés et donneront une bonne indication.

En 2024, la rose des vents enregistrée à partir des données de Météo France à Dunkerque présente une forte proportion de vents originaires du Sud-Ouest avec 40% des vents mais le secteur Nord (Nord-Ouest à Nord-Est) représente 15% des vents, le Nord-Est étant la seconde direction dominante.

De manière générale, les concentrations moyennes des polluants sur la zone de Dunkerque continuent de baisser en 2024. Le nombre d'épisodes de pollution par les PM10 est également en baisse et toutes stations cumulées, les stations du Littoral ont enregistré seulement 6 jours de dépassements du seuil journalier de 50 µg/m³ contre 12 jours en 2023. La concentration moyenne mesurée en dioxyde d'azote est plus basse à Mardyck que sur celles des stations de Grande-Synthe et Saint-Pol-sur-mer par sa situation en zone périurbaine. Mais à l'inverse, son influence industrielle se fait sentir sur le maximum horaire enregistré au cours de l'année, ce dernier s'élevant à 111 µg/m³ à Mardyck contre 78 et 83 µg/m³ à St Pol/mer et Grande Synthe. La concentration moyenne en benzène est stable tandis que celle en toluène a nettement baissé en 2024.

Le suivi des concentrations horaires en benzène et toluène sur le site de Mardyck fait l'objet d'une information de l'industriel Versalis lorsque la concentration horaire dépasse 10 µg/m³ en benzène ou 40 µg/m³ en toluène, ceci quelle que soit l'origine du polluant. En 2024, 27 journées de dépassements de l'un de ces seuils ont été répertoriées, quasiment toutes liées à la détection du benzène. Le croisement avec l'origine des vents a montré que la moitié des événements a été mesurée par vent de Nord-Est donc sous les vents de la plateforme sidérurgique. Le site Versalis est à l'origine de 9 journées de dépassements soit 1/3 du total. Au cours de l'année, 3 incidents ont conduit à des émissions importantes se traduisant par de fortes concentrations. Le 2 juillet, nous avons mesuré jusqu'à 130 µg/m³ de benzène venant de la plateforme sidérurgique. Les 21 et 28 novembre, nous avons mesuré des concentrations atteignant 165 µg/m³ en benzène et 185 µg/m³ en toluène.

La convention liant Versalis et Atmo Hauts-de-France a été renouvelée en janvier 2023 pour trois nouvelles années. La surveillance est donc reconduite pour l'année 2025. En 2023, Versalis a demandé à Atmo d'étudier la faisabilité de mesurer le 1,3 butadiène en même temps que le benzène et toluène. Des essais réalisés en 2024 avec la chaîne analytique actuelle ont mis en évidence des problèmes de coélution de plusieurs composés qui faussent la mesure du butadiène. Un changement d'appareillage sera nécessaire pour résoudre ce problème. Il pourrait être mis en service en 2026.

Annexes

Annexe 1 : Glossaire

$\mu\text{g}/\text{m}^3$: microgramme de polluant par mètre cube d'air. $1 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 0,001 \text{ mg}/\text{m}^3 = 0,001$ milligramme de polluant par mètre cube d'air.

μm : micromètre. $1 \mu\text{m} = 0,001 \text{ mm} = 0,001$ millimètre.

AASQA : Association Agréée pour la Surveillance de la Qualité de l'Air.

ADEME : Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie.

Anthropique : Relatif à l'activité humaine. Qualifie tout élément provoqué directement ou indirectement par l'action de l'homme.

As : arsenic.

B(a)P : benzo(a)pyrène

BTEX : Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes

Cd : cadmium.

CITEPA : Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique.

Concentration : la concentration d'un polluant représente la quantité du composé présent dans l'air et s'exprime en masse par mètre cube d'air. Les concentrations des polluants caractérisent la qualité de l'air que l'on respire.

Conditions de dispersion : ensemble de conditions atmosphériques permettant la dilution des polluants dans l'atmosphère et donc une diminution de leurs concentrations (vent, température, pression, rayonnement...).

COVnM : Composés Organiques Volatils non Méthaniques

DREAL : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement.

Emissions : rejets d'effluents gazeux ou particuliers dans l'atmosphère issus d'une source anthropique ou naturelle (exemple : cheminée d'usine, pot d'échappement, feu de bioamasse...).

EPCI : Etablissement Public de Coopération Intercommunale.

Episode de pollution : période pendant laquelle la procédure d'information et d'alerte a été déclenchée traduisant le dépassement du niveau d'information et de recommandations voire du niveau d'alerte pour l'un ou plusieurs des polluants suivants : SO_2 , NO_2 , O_3 et PM_{10} .

INSEE : Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques.

LCSQA : Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air.

LTECV : Loi relative à la Transition Energétique pour la Croissance Verte

mg/m^3 : milligramme de polluant par mètre cube d'air. $1 \text{ mg}/\text{m}^3 = 0,001 \text{ g}/\text{m}^3 = 0,001$ gramme de polluant par mètre cube d'air.

Moyenne 8 heures glissantes : Moyenne calculée à partir des 8 dernières moyennes horaires toutes les heures. Le pas de temps est égal à 1 heure et l'intervalle est de 8 heures.

ng/m³ : nanogramme de polluant par mètre cube d'air. $1 \text{ ng/m}^3 = 0,000001 \text{ mg/m}^3 = 0,000001 \text{ milligramme}$ de polluant par mètre cube d'air.

Ni : nickel.

NH₃ : Ammoniac

NO₂ : dioxyde d'azote.

NO_x : oxydes d'azote.

O₃ : ozone.

Objectif à long terme : niveau d'ozone 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.

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.

Pb : plomb.

PCAET : Plan Climat Air Energie Territorial

PM₁₀ : particules en suspension de taille inférieure ou égale à 10 µm.

PM_{2.5} : particules en suspension de taille inférieure ou égale à 2,5 µm.

Polluant primaire : polluant directement émis par une source donnée.

Polluant secondaire : polluant non émis directement, produit de la réaction chimique entre plusieurs polluants présents dans l'atmosphère.

PPA : Plan de Protection de l'Atmosphère

PRSQA : Programme Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air.

SECTEN : SECTeurs Economiques et éNergie.

SO₂ : dioxyde de soufre.

SRADDET : Schéma Régional d'Aménagement de Développement Durable et d'Egalité des Territoires.

SRCAE : Schéma Régional Climat Air Energie

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

Valeur limite : niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixé 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.

Annexe 2 : Origines et impacts des polluants surveillés

Le dioxyde de soufre (SO₂)

66

Le dioxyde de soufre est un gaz incolore issu de la combustion de combustibles fossiles contenant du soufre (charbon, fioul, gazole).



Les sources principales sont les installations de chauffage individuel et collectif (chaufferies), les véhicules à moteur diesel, les centrales thermiques, certaines installations industrielles. Le SO₂ est aussi produit naturellement (éruptions volcaniques, feux de forêts).

Il irrite les muqueuses, la peau et les voies respiratoires supérieures (toux, gêne respiratoire). Il agit en synergie avec d'autres substances, notamment les particules fines. Ses effets peuvent être amplifiés par le tabagisme.

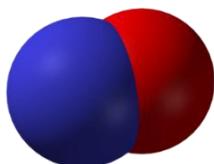
Il participe au phénomène des pluies acides perturbant voire détruisant les écosystèmes fragiles. Il peut également acidifier les sols et les océans. Il contribue à la dégradation de la pierre et des matériaux des monuments.

99

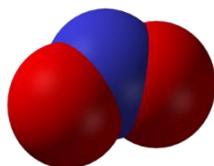
Les oxydes d'azote (NO_x)

66

Les oxydes d'azote représentent les formes oxydées de l'azote, les principaux sont le dioxyde d'azote (NO₂) et le monoxyde d'azote (NO).



Ils proviennent de la combustion de combustibles fossiles et de procédés industriels (fabrication d'engrais, traitement de surface etc.). Les principaux émetteurs sont le transport routier et les grandes installations de combustion, ainsi que les feux de forêts, les volcans et les orages.



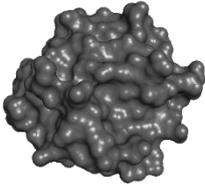
Le NO₂ est un gaz très toxique (40 fois plus que le monoxyde de carbone et quatre fois plus que le monoxyde d'azote). Il pénètre profondément dans les poumons et irrite les bronches. Chez les asthmatiques, il augmente la fréquence et la gravité des crises. Chez l'enfant, il favorise les infections pulmonaires.

Les NO_x participent au phénomène des pluies acides et à l'accroissement de l'effet de serre.

99

Les particules en suspension : PM10 et PM2.5

66



Les particules en suspension varient en fonction de la taille, des origines, de la composition et des caractéristiques physico-chimiques. Les particules fines PM10 et PM2.5 ont un diamètre respectivement inférieur à 10 micromètres (μm) et à $2,5 \mu\text{m}$. Elles sont d'origine naturelle ou d'origine humaine.

Les particules PM10 proviennent essentiellement du chauffage au bois, de l'agriculture, de l'usure des routes, des carrières et chantiers BTP. Les PM2.5 proviennent essentiellement des transports routiers et du chauffage au bois.

Plus les particules sont fines, plus elles pénètrent profondément dans les voies respiratoires. Les PM2.5 ont ainsi un impact sanitaire plus important que les PM10. Elles peuvent irriter et altérer la fonction respiratoire. Certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérigènes du fait de leur propension à adsorber des polluants et les métaux lourds.

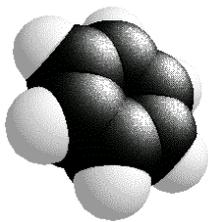
Les effets de salissure des bâtiments et monuments sont les atteintes à l'environnement les plus évidentes. Certaines particules contribueraient au réchauffement climatique.

99

Les composés organiques volatils : benzène (C_6H_6)

66

Le benzène est l'un des composés les plus nocifs de la famille des composés organiques volatils (COV).



Il est naturellement émis par les volcans et les feux de forêts, et en intérieur son émission est due à la combustion du bois dans les petits équipements domestiques.

Utilisé dans les carburants en remplacement du plomb ou dans l'industrie chimique, il peut être issu de l'évaporation lors du stockage et de la distribution des carburants, de l'évaporation à partir des moteurs ou des réservoirs et, se ressentir, de façon diffuse, aux abords d'industries chimiques.

L'inhalation du benzène peut provoquer des troubles neuropsychiques : irritabilité, diminution des capacités d'attention et de mémorisation, syndrome dépressif et troubles du sommeil. Des troubles digestifs, tels que nausées et vomissements peuvent être observés. De plus, le benzène est connu pour avoir des propriétés cancérigènes (leucémie).

Les COV jouent un rôle majeur dans les mécanismes complexes de formation de l'ozone dans la troposphère et interviennent dans les processus de formation des gaz à effet de serre.

99

Annexe 3 : Modalités de surveillance

Les stations de mesures

En 2022, la région Hauts-de-France comptait **44 sites de mesures fixes de la qualité de l'air** (cf. site atmo-hdf.fr²) et **7 stations mobiles**.

Station fixe

Par définition, une station de mesures fixe fournit des informations sur les concentrations de polluants atmosphériques sur un même site en continu ou de manière récurrente.

Station mobile

La station mobile mesure également des concentrations de polluants atmosphériques et des paramètres météorologiques mais de manière ponctuelle et sur différents sites. Autrement dit, elle constitue un laboratoire de surveillance de la qualité de l'air amené à être déplacé sur l'ensemble de la région pour répondre à des campagnes de mesures ponctuelles, en complément de la mesure en continu de la qualité de l'air par le dispositif de mesures fixe.



Critères d'implantation des stations fixes

Chaque station de mesures vise un objectif de surveillance particulier. Selon cet objectif et en application des recommandations³ du [LCSQA](http://www.lcsqa.org) (Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air) et de la Fédération Atmo, elle doit respecter des critères d'implantation en lien avec sa classification, mais aussi :

- la métrologie (bonnes conditions de dispersion des polluants, absence d'obstacle, alimentation électrique, accès pour les techniciens...);
- la sécurité de la population (la station ne doit pas gêner ni mettre en danger la population);
- une exposition de la population la plus représentative (installation du site dans une zone à forte densité de population, absence de source de pollution très locale).

*Les stations fixes sont classées selon l'environnement d'implantation : station **urbaine**, station **périurbaine** ou station **rurale** (proche d'une zone urbaine, régionale ou nationale).*

*Ensuite, chaque mesure réalisée dans la station (c'est-à-dire chaque polluant suivi) est classée selon le type d'influence prédominante : **mesure sous influence industrielle**, **mesure sous influence trafic** ou **mesure de fond** (mesure n'étant pas sous l'influence d'une source spécifique).*

² <http://www.atmo-hdf.fr/acceder-aux-donnees/mesures-des-stations.html>

³ Guide de recommandations du LCSQA et de la Fédération Atmo, *Conception, implantation et suivi des stations françaises de surveillance de la qualité de l'air*, Février 2017. <http://www.lcsqa.org/rapport/2016/imt-ld-ineris/guide-methodologique-stations-francaises-surveillance-qualite-air>

Techniques de mesures

Afin de mesurer les concentrations des polluants atmosphériques, les stations sont équipées de matériels spécifiques. En fonction des polluants étudiés, différentes techniques de mesures peuvent être utilisées.

Mesures avec analyse directe

Ces mesures sont effectuées par **des analyseurs** qui fournissent les concentrations des polluants 24h/24h, selon un pas de temps défini de 10 secondes à 15 minutes. Ces mesures permettent de suivre **en temps réel** les concentrations en polluants PM10, PM2.5, CO, NO_x, SO₂, O₃, etc. et d'identifier d'éventuels pics de pollution. Elles nécessitent l'installation, au sein d'une station de mesure fixe ou mobile régulée en température et en tension, d'un dispositif de mesures comprenant en plus des analyseurs, des têtes de prélèvement, des lignes de prélèvements, une station d'acquisition de mesure et un modem.



Les **oxydes d'azote** sont ainsi analysés dans l'air ambiant par chimiluminescence (norme NF EN 14211). Pour les **particules (PM10 et PM2.5)**, les méthodes utilisées (conformes à la NF EN 16450) sont équivalentes à la méthode de référence par pesée gravimétrique (normes NF EN 12341 pour les PM10 et NF EN 14907 pour les PM2.5). Ces méthodes sont :

- la microbalance par évaluation de la variation d'une fréquence de vibration du quartz,
- la jauge radiométrique bêta basée sur la variation de l'absorption d'un rayonnement beta.

La mesure du **monoxyde de carbone** se fait par absorption infrarouge (norme NF EN 14626).

L'analyse du **dioxyde de soufre** s'effectue par fluorescence du rayonnement ultraviolet (norme NF EN 14212).

L'**ozone** est mesuré par photométrie ultraviolet (norme NF EN 14625).

Les **Composés Organiques Volatils** sont analysés par chromatographie gazeuse.

Mesures avec analyse différée

Le prélèvement actif

Ces mesures sont réalisées en deux étapes : d'une part, le prélèvement sur support (filtre, mousse...) par des **préleveurs actifs** (aspiration d'un volume d'air), puis une **analyse en laboratoire**. Une alimentation électrique est nécessaire 24h/24h au bon fonctionnement de l'appareil de mesure. Une valeur moyenne est calculée pour la période de mesure (en général, les prélèvements ont lieu sur des périodes de 1 à 7 jours). Les fluctuations des concentrations sur une période plus fine, par ce biais, ne sont pas mises en évidence. De plus, le résultat n'est pas obtenu immédiatement, car il nécessite une analyse en laboratoire. Ce principe permet d'analyser de nombreux polluants : les métaux lourds (norme NF EN 14902), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (norme NF EN 15549), les dioxines, les furanes, les polychlorobiphényles dioxin like (PCB DL), les pesticides, le carbone élémentaire, les ions inorganiques, le levoglucosan etc.



Le prélèvement passif

Ces mesures sont réalisées en deux étapes : d'une part, **le prélèvement passif (sans aspiration de l'air forcée) sur un support** (tubes, jauges...) puis une **analyse en laboratoire**. Cette technique repose sur les mouvements naturels de l'air, sans aspiration mécanique. Elle permet d'obtenir une concentration moyenne sur une période (de quelques heures à plusieurs semaines).

Ces techniques peuvent être de plusieurs types :

- par **tubes passifs** : les polluants sont piégés au passage de l'air par simple diffusion moléculaire sur un milieu absorbant ou adsorbant en fonction de la nature du polluant. Cette méthode permet de mesurer divers polluants : dioxyde d'azote, aldéhydes, ammoniac, composés organiques volatils, BTEX etc.
- par **jauge Owen** : les poussières sédimentables sont collectées dans un grand flacon (retombées sèches par sédimentation ou humides par les précipitations). L'analyse de ces poussières permet de rechercher une grande diversité de polluants, dont les métaux, les dioxines, les furanes et les polychlorobiphényles dioxin like.

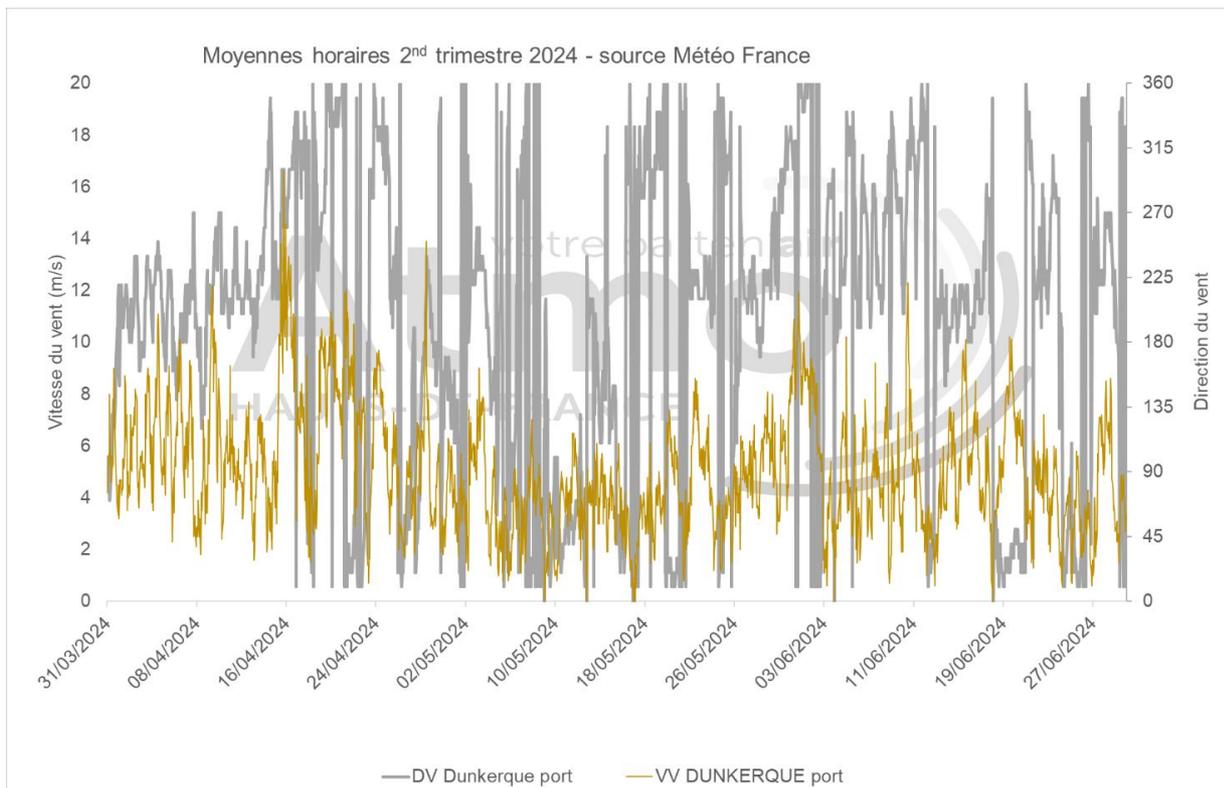
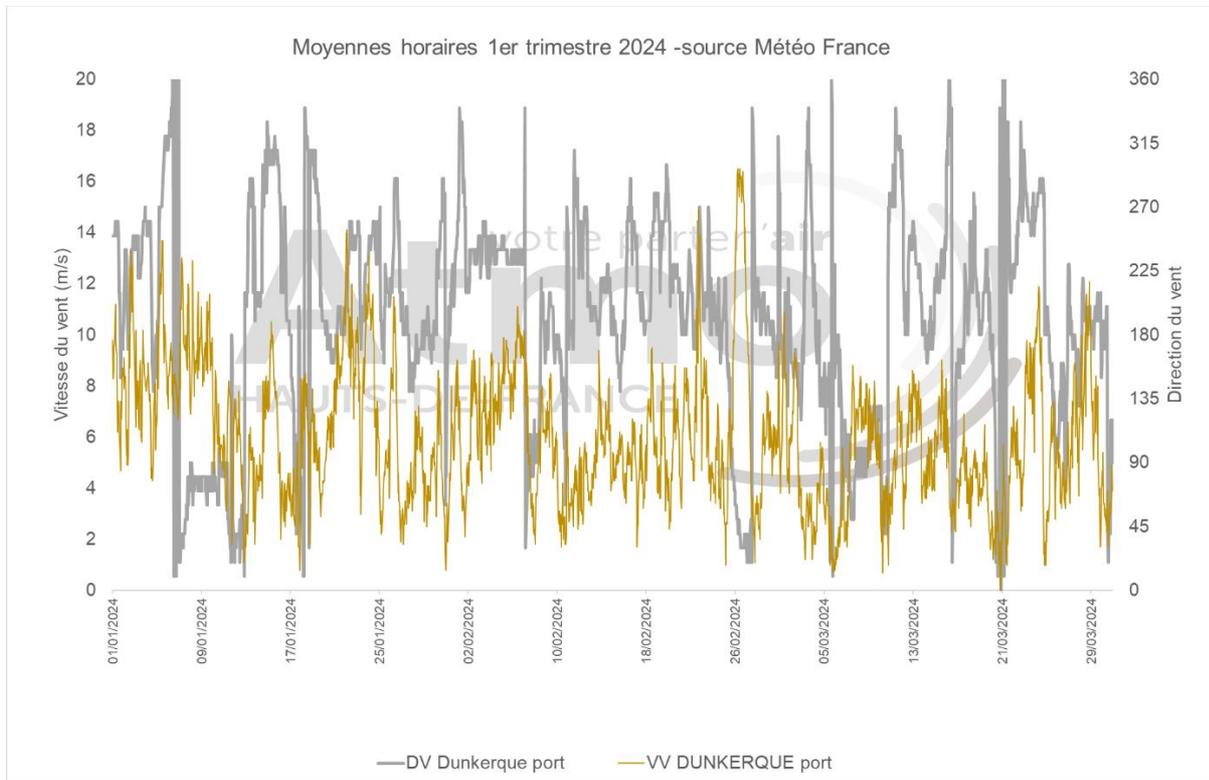


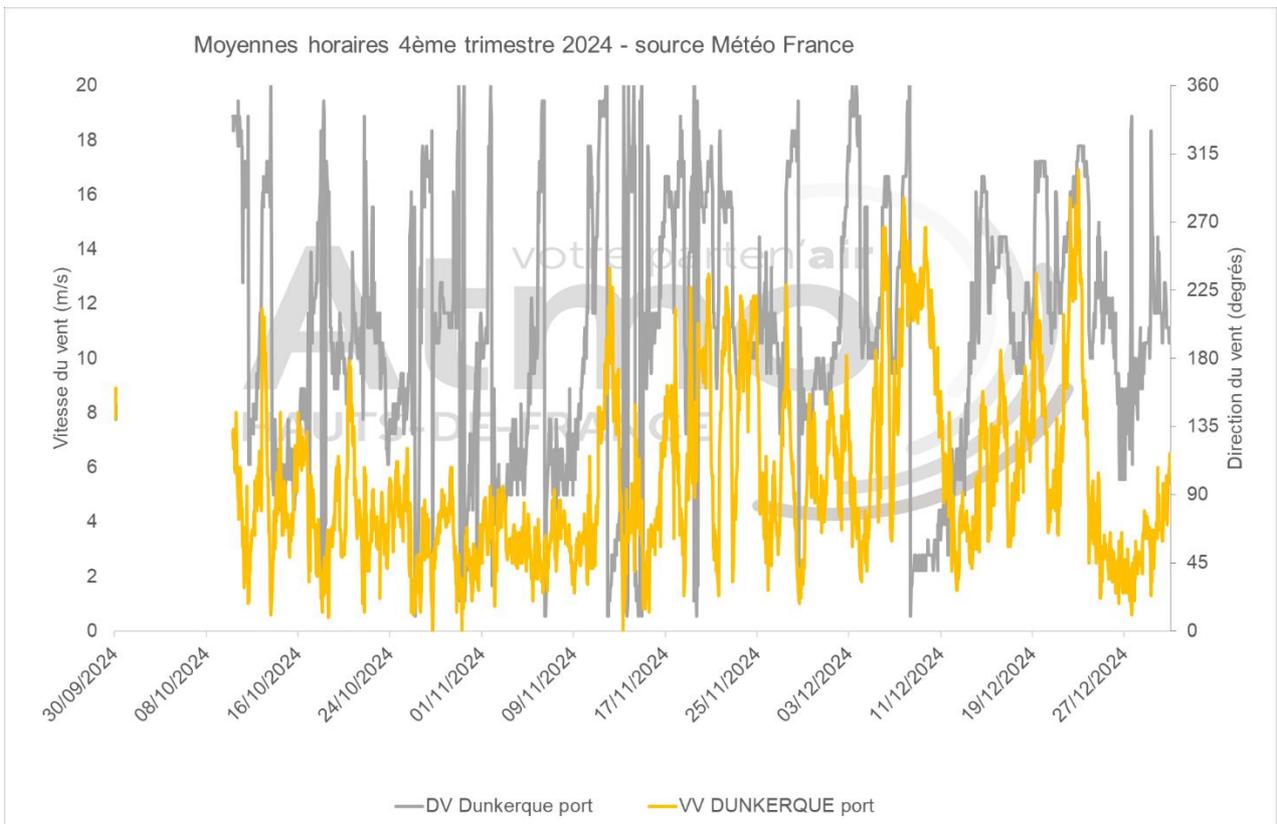
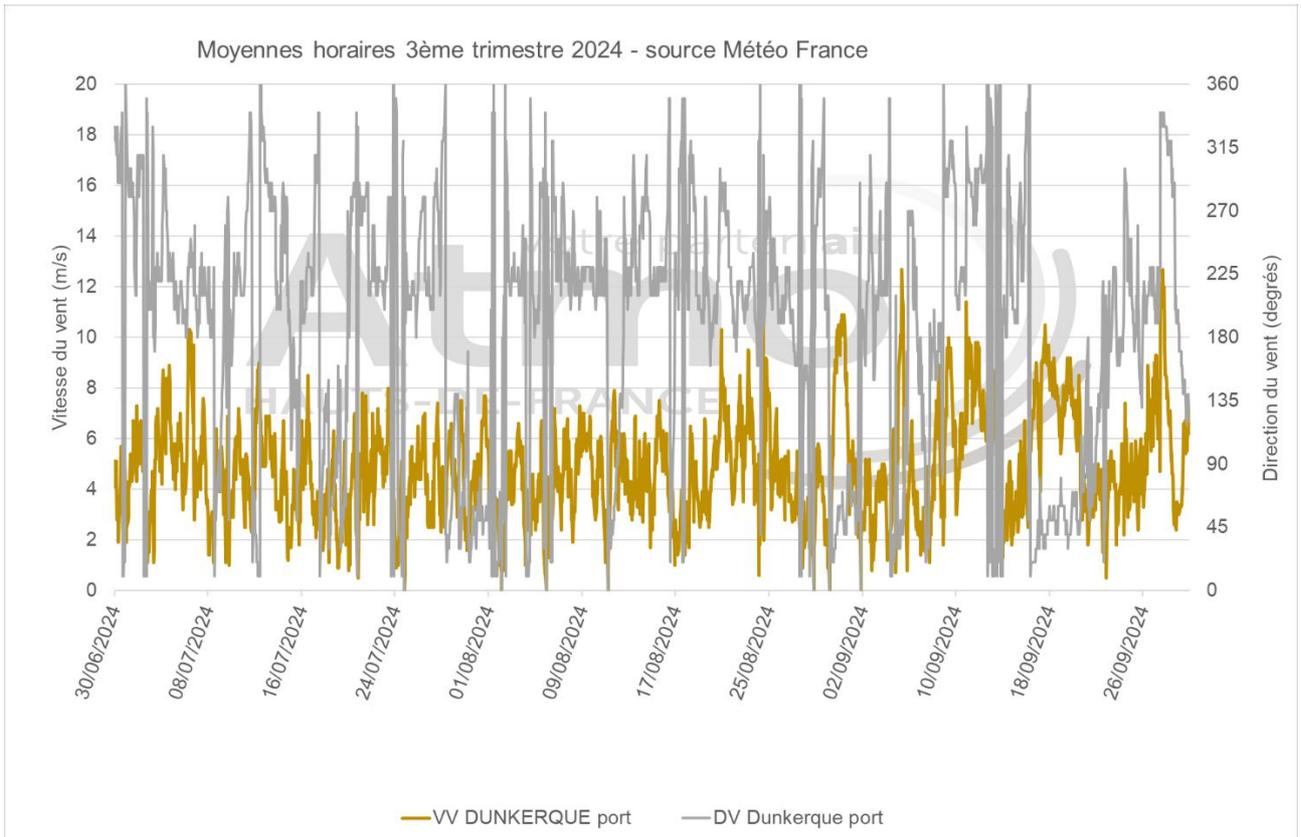
Atmo Hauts-de-France sous-traite les analyses à des laboratoires évalués et sélectionnés chaque année par ses soins à partir de cahiers des charges élaborés suivants des critères normatifs et réglementaires et tarifaires.

Annexe 4 : Météorologie

Vents

Les graphes suivants représentent les vitesses et directions de vent issues de la station météo de Météo France située sur le port de Dunkerque pour chaque trimestre 2024





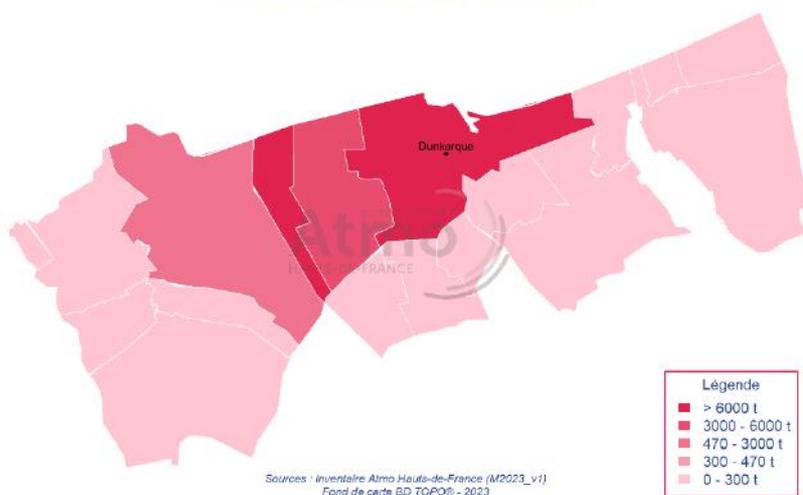
Annexe 5 : Fiches des émissions de polluants

Les émissions totales pour l'année 2021 représentées ne prennent pas en compte le brûlage des déchets agricoles, le transport maritime, les stations-services et le stockage des combustibles solides (données non disponibles ou avec un niveau d'incertitude trop élevé).

Attention, dans les fiches suivantes, le secteur industriel est divisé en deux sous-secteurs :

- l'extraction, la transformation et la distribution d'énergie d'une part,
- l'industrie manufacturière, le traitement des déchets et la construction d'autre part.

Emissions des NOx réparties par communes sur le territoire en 2021 (en tonnes)



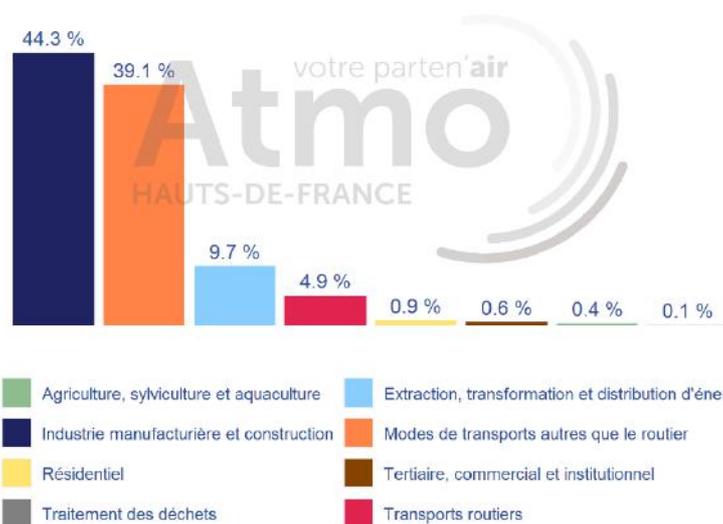
Evolution chronologique des émissions des NOx totales sur le territoire (en kilotonnes)

Source : Inventaire des émissions Atmo Hauts-de-France (M2023_v1)

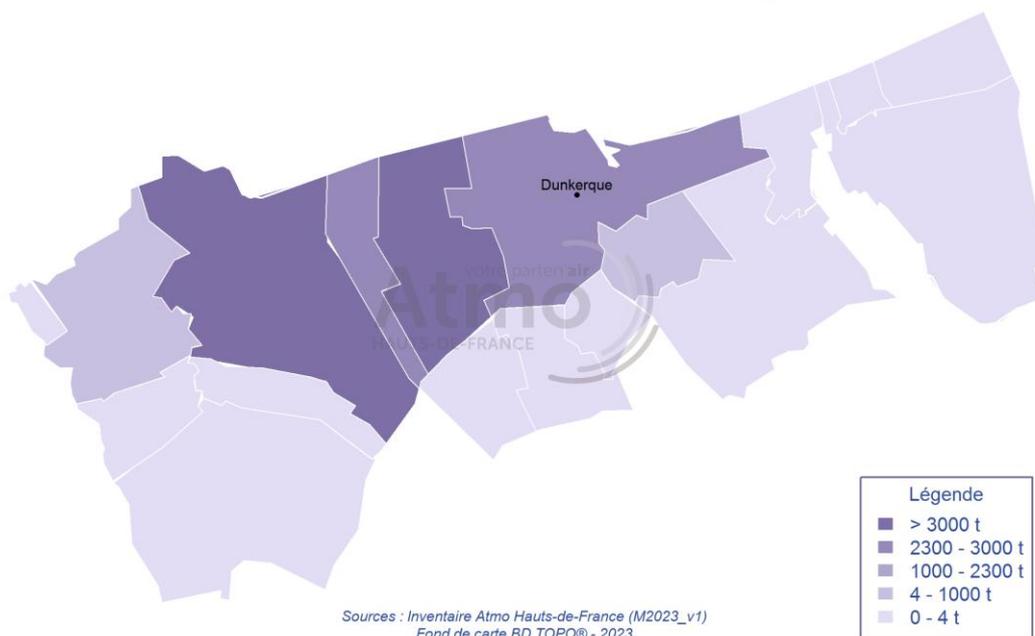


**CU de Dunkerque :
Répartition des émissions des NOx
par secteur d'activité en 2021 (en %)**

Source : Inventaire des émissions Atmo Hauts-de-France (M2023_v1)



**Emissions de SO2 réparties par communes
sur le territoire en 2021 (en tonnes)**



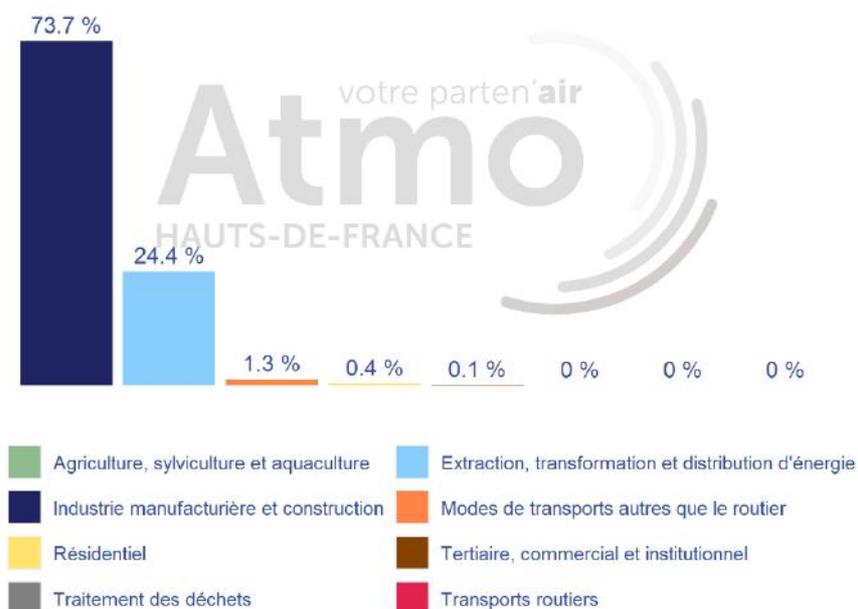
Evolution chronologique des émissions de SO2 totales sur le territoire (en kilotonnes)

Source : Inventaire des émissions Atmo Hauts-de-France (M2023_v1)

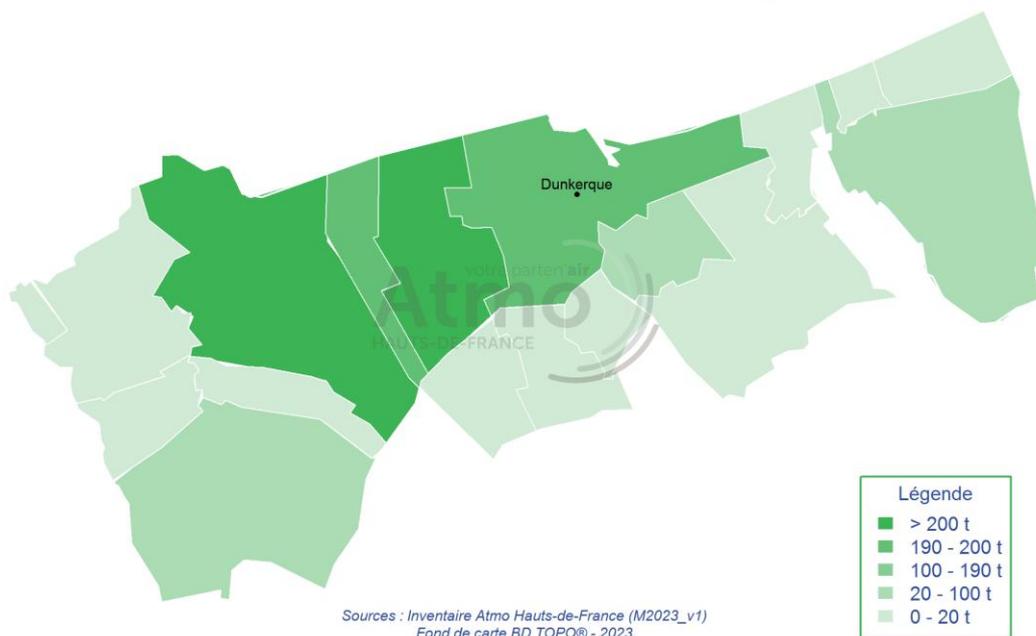


CU de Dunkerque : Répartition des émissions de SO2 par secteur d'activité en 2021 (en %)

Source : Inventaire des émissions Atmo Hauts-de-France (M2023_v1)

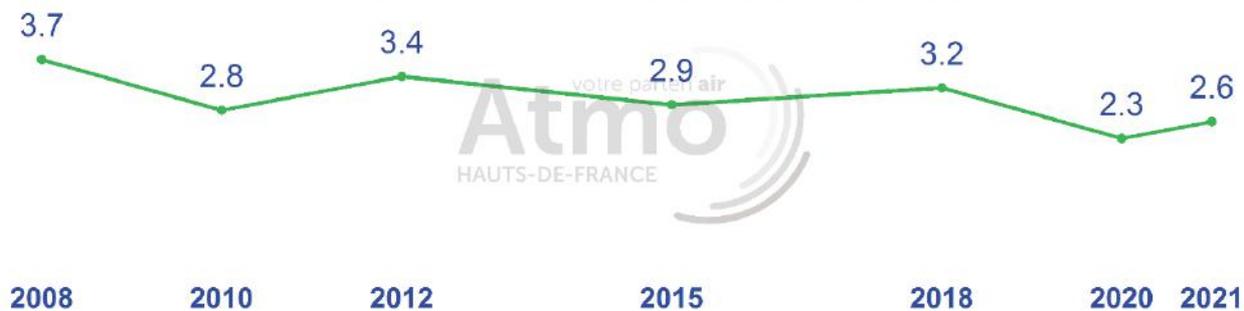


Emissions des PM10 réparties par communes sur le territoire en 2021 (en tonnes)



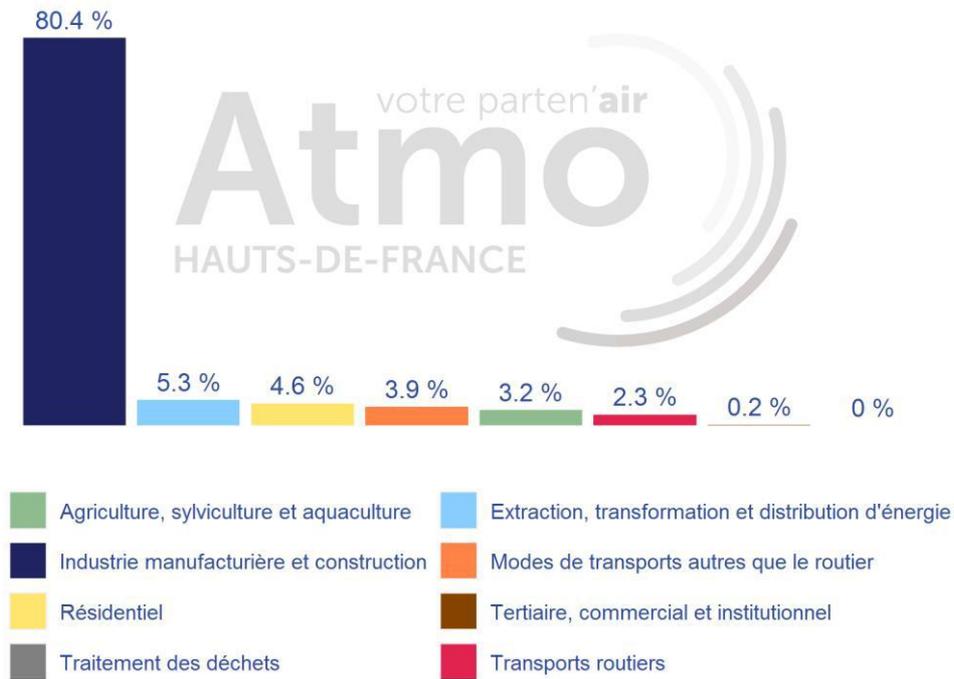
Evolution chronologique des émissions des PM10 totales sur le territoire (en kilotonnes)

Source : Inventaire des émissions Atmo Hauts-de-France (M2023_v1)

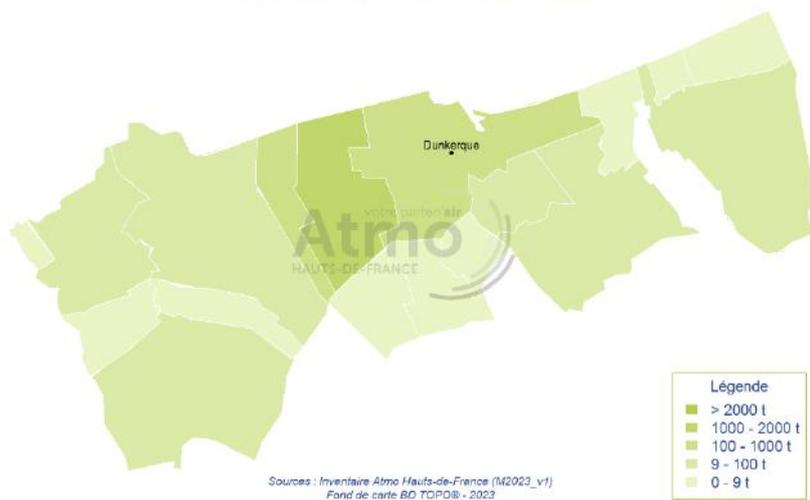


CU de Dunkerque : Répartition des émissions des PM10 par secteur d'activité en 2021 (en %)

Source : Inventaire des émissions Atmo Hauts-de-France (M2023_v1)

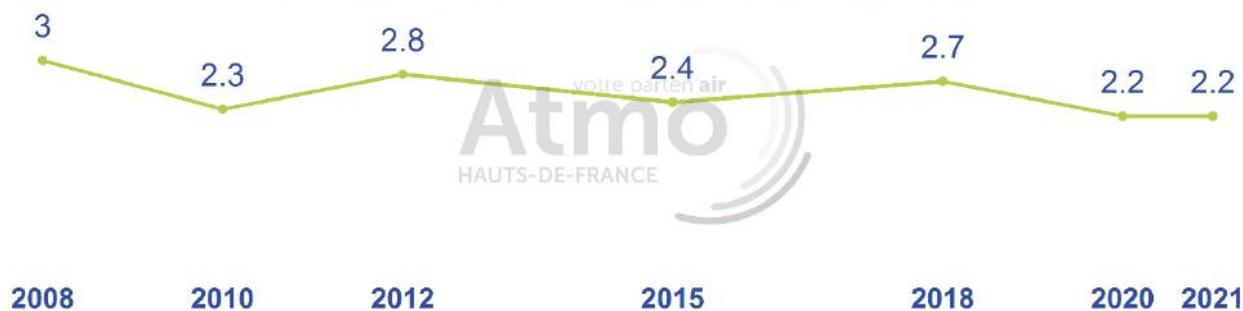


Emissions des PM2.5 réparties par communes sur le territoire en 2021 (en tonnes)



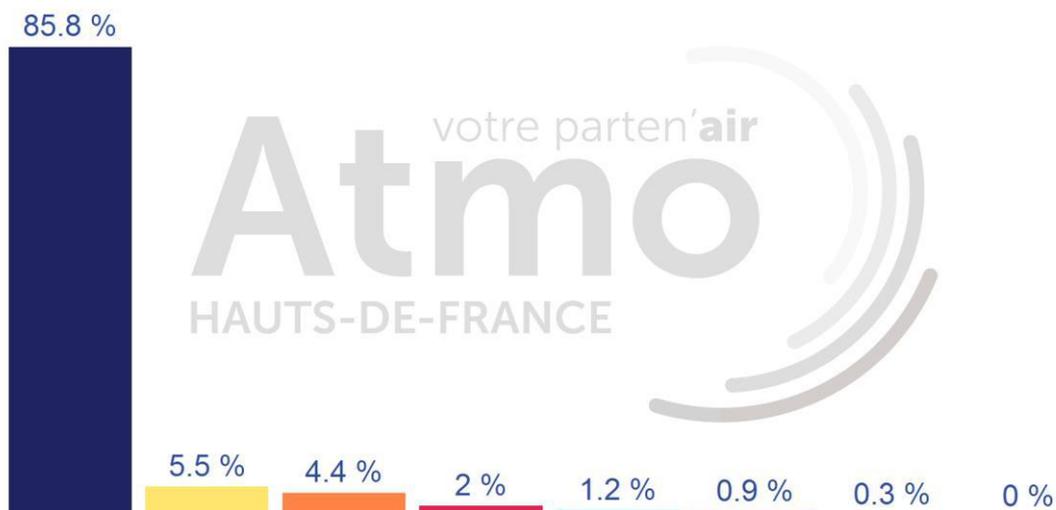
Evolution chronologique des émissions des PM2.5 totales sur le territoire (en kilotonnes)

Source : Inventaire des émissions Atmo Hauts-de-France (M2023_v1)

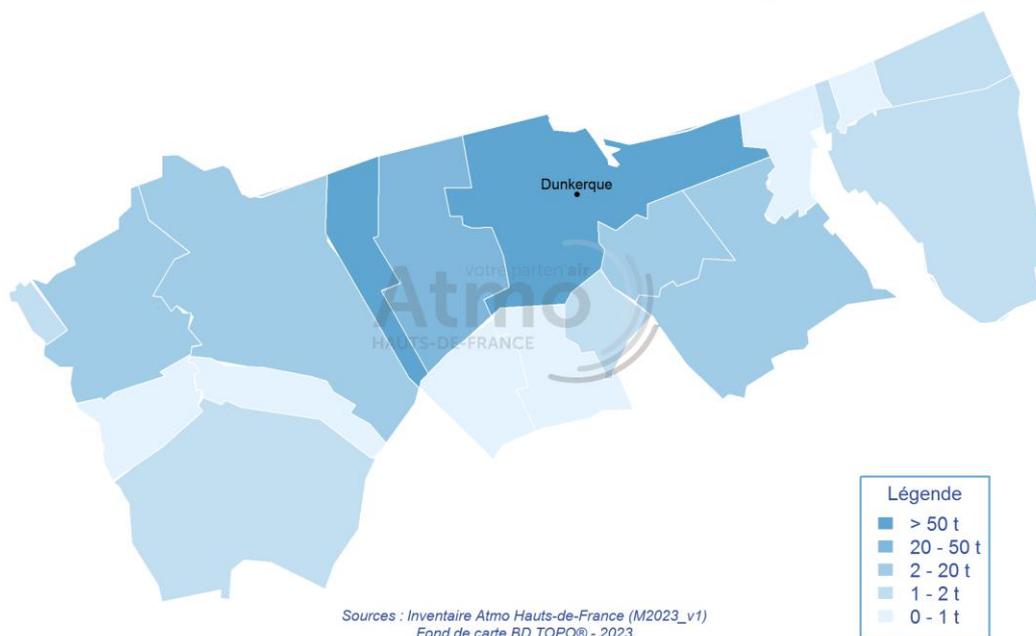


CU de Dunkerque : Répartition des émissions des PM2.5 par secteur d'activité en 2021 (en %)

Source : Inventaire des émissions Atmo Hauts-de-France (M2023_v1)



Emissions de C6H6 réparties par communes sur le territoire en 2021 (en tonnes)



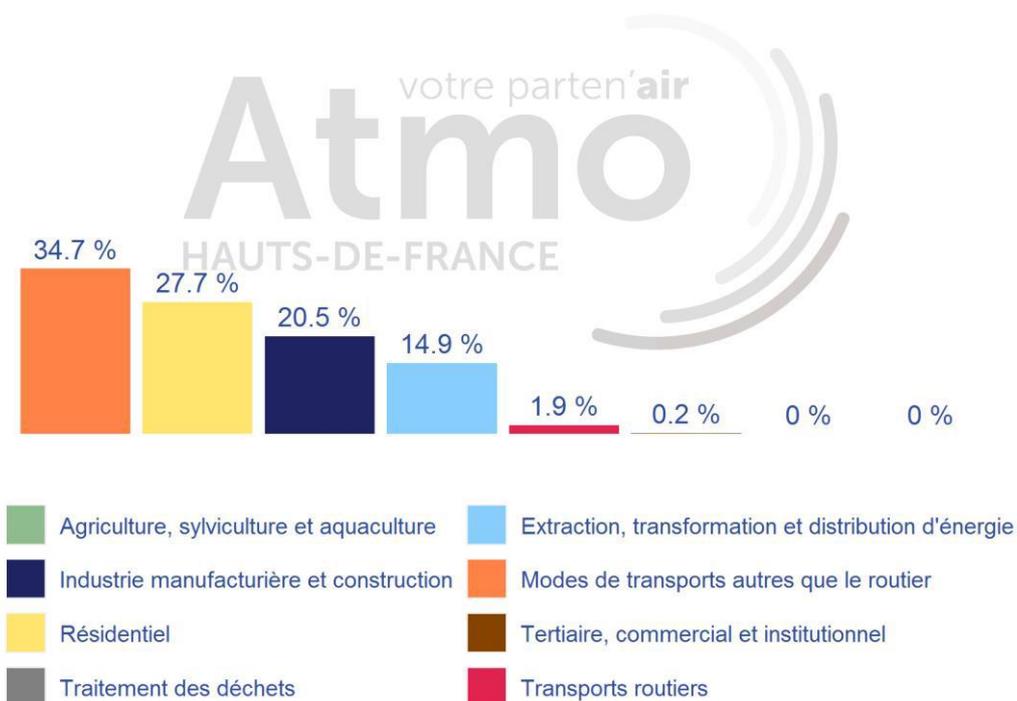
Evolution chronologique des émissions de C6H6 totales sur le territoire (en tonnes)

Source : Inventaire des émissions Atmo Hauts-de-France (M2023_v1)

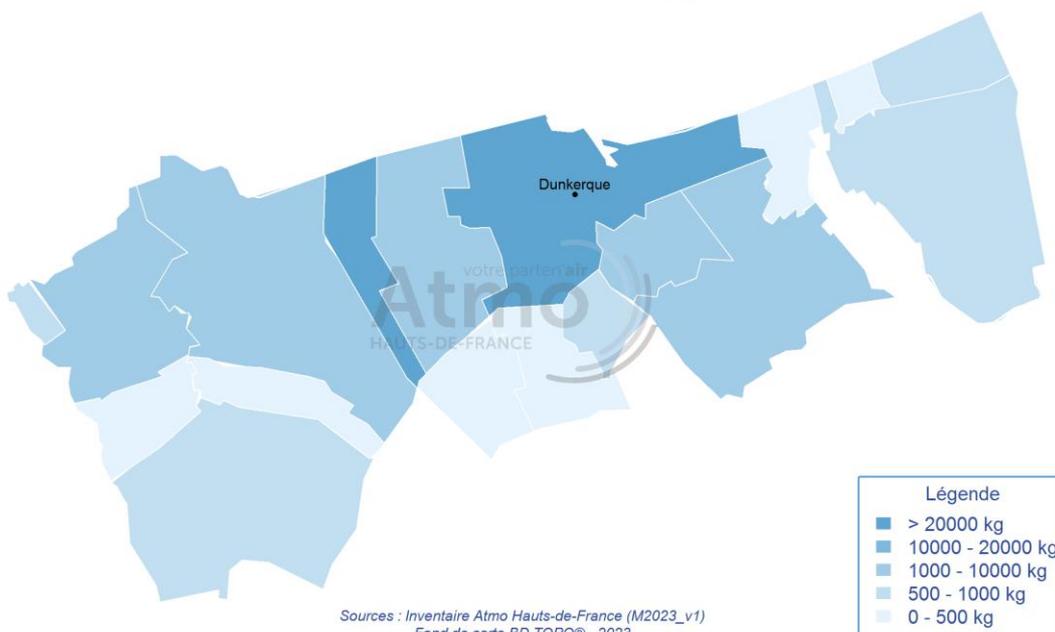


CU de Dunkerque : Répartition des émissions de C6H6 par secteur d'activité en 2021 (en %)

Source : Inventaire des émissions Atmo Hauts-de-France (M2023_v1)

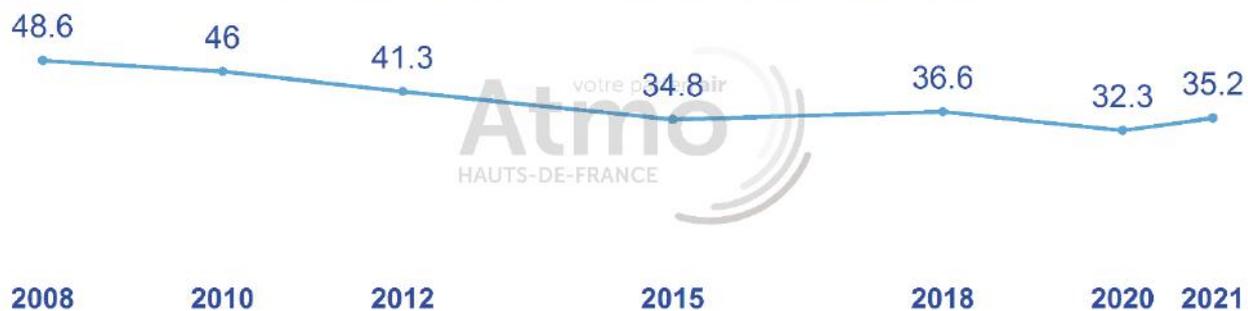


Emissions de Toluène réparties par communes sur le territoire en 2021 (en kilogrammes)



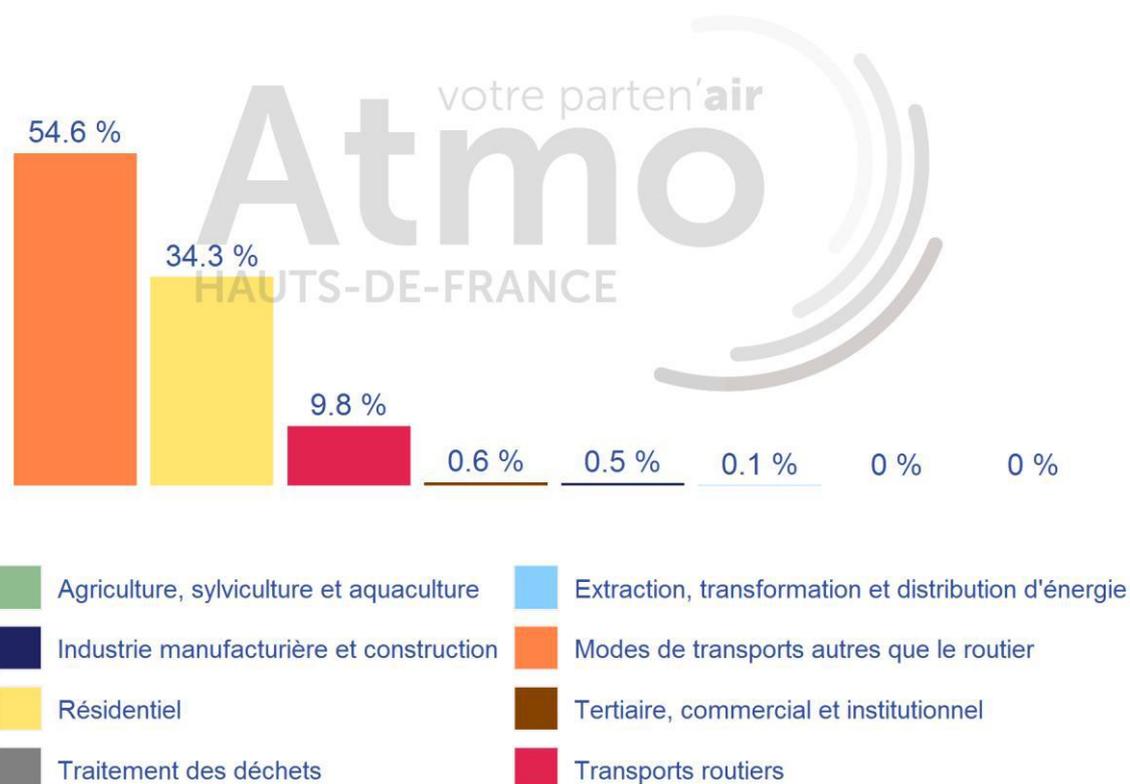
Evolution chronologique des émissions de Toluène totales sur le territoire (en tonnes)

Source : Inventaire des émissions Atmo Hauts-de-France (M2023_v1)



CU de Dunkerque : Répartition des émissions de Toluène par secteur d'activité en 2021 (en %)

Source : Inventaire des émissions Atmo Hauts-de-France (M2023_v1)



Emissions des COVnM réparties par communes sur le territoire en 2021 (en tonnes)



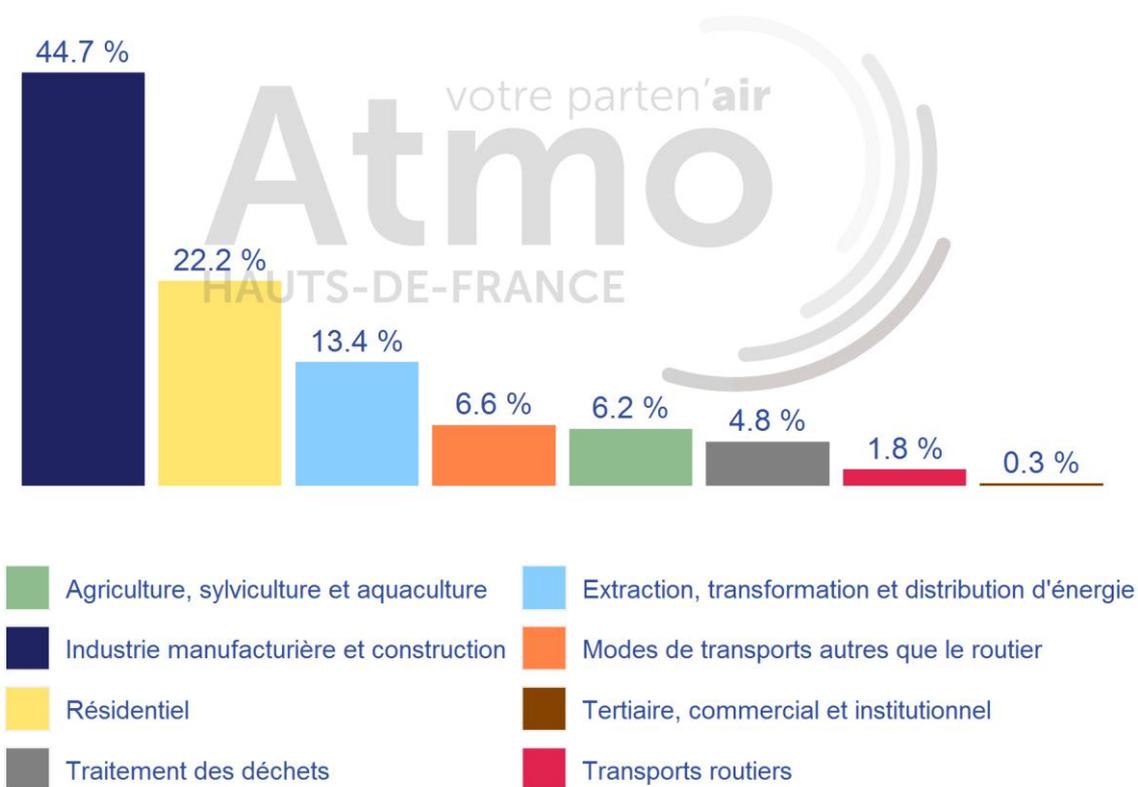
Evolution chronologique des émissions des COVnM totales sur le territoire (en kilotonnes)

Source : Inventaire des émissions Atmo Hauts-de-France (M2023_v1)



CU de Dunkerque : Répartition des émissions des COVnM par secteur d'activité en 2021 (en %)

Source : Inventaire des émissions Atmo Hauts-de-France (M2023_v1)



Annexe 6 : Repères réglementaires

Pour l'interprétation des données, nous disposons de diverses valeurs réglementaires (valeurs limites, valeurs cibles, objectifs...) en air extérieur. Ces normes sont définies au niveau européen dans des directives, puis sont déclinées en droit français par des décrets ou des arrêtés.

A noter que pour toute comparaison à des valeurs limites annuelles, selon l'annexe I de la directive européenne 2008/50/CE, la période minimale de prise en compte doit être de 14% de l'année (une mesure journalière aléatoire par semaine répartie uniformément sur l'année, ou 8 semaines réparties uniformément sur l'année).

La valeur limite est un niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixé 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.

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

L'objectif de qualité (ou objectif à long terme pour l'ozone) est un 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.

Seuil d'information et de recommandation : niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque de dépassement pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population et qui rend nécessaire l'émission d'informations immédiates et adéquates à destination de ces groupes et des recommandations pour réduire certaines émissions.

Seuil d'alerte : niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence.

Une procédure interdépartementale d'information et d'alerte du public est instituée en Nord – Pas-de-Calais. Elle organise une série d'actions et de mesures d'urgence afin de réduire les émissions de polluants et d'en limiter les effets sur la santé et l'environnement. Cette procédure définit les modalités de déclenchement des actions, basées notamment sur les seuils d'information et l'alerte. Les mesures des campagnes ponctuelles ne sont pas intégrées à cette procédure.

Un tableau des valeurs réglementaires des polluants suivis dans cette étude est présenté page suivante.

	Valeur limite	Objectif de qualité / objectif à long terme	Valeur cible
PM10	40 µg/m ³ en moyenne annuelle		-
	50 µg/m ³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours/an	30 µg/m ³ en moyenne annuelle	-
PM2.5	25 µg/m ³ en moyenne annuelle	10 µg/m ³ en moyenne annuelle	20 µg/m ³ en moyenne annuelle
O ₃	-	<u>Protection de la santé :</u> 120 µg/m³ <i>pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures glissante, à ne pas dépasser plus de 25 jours/an en moyenne sur 3 ans</i> <u>Protection de la végétation :</u> AOT40⁴ = 6 000 µg/m³.h	<u>Protection de la santé :</u> 120 µg/m³ <i>pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures glissante, à ne pas dépasser plus de 25 jours/an en moyenne sur 3 ans</i> <u>Protection de la végétation :</u> AOT40 = 18 000 µg/m³.h <i>en moyenne sur 5 ans</i>
NO ₂	40 µg/m ³ en moyenne annuelle		-
	200 µg/m ³ en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures/an		-
SO ₂	125 µg/m ³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours/an	50 µg/m ³ en moyenne annuelle	-
	350 µg/m ³ en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 24 heures/an	-	-
CO	10 mg/m ³ pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures glissantes	-	-
Benzène	5 µg/m ³ en moyenne annuelle	2 µg/m ³ en moyenne annuelle	-
Plomb (Pb)	0,5 µg/m ³ <i>en moyenne annuelle</i>	0,25 µg/m ³ <i>en moyenne annuelle</i>	-
Arsenic (As)	-	-	6 ng/m ³ <i>en moyenne annuelle</i>
Cadmium (Cd)	-	-	5 ng/m ³ <i>en moyenne annuelle</i>
Nickel (Ni)	-	-	20 ng/m ³ <i>en moyenne annuelle</i>
B(a)P	-	-	1 ng/m ³ <i>en moyenne annuelle</i>

(Source : Directives 2008/50/CE du 21 mai 2008 et 2004/107/CE du 15 décembre 2004)

⁴ AOT40 = la somme des différences entre les concentrations horaires en ozone supérieures à 80 µg/m³ et 80 µg/m³, basée uniquement sur les valeurs horaires mesurées de 8 heures à 20 heures sur la période de mai à juillet.

Annexe 7 : Résultats des tubes passifs

Campagne estivale

Réf tube	Site prélevé	Type	Début prélèv	Fin prélèv	[benzène]	[Toluène]	[Ethylbenzène]	[M + P xylène]	[o-xylène]
DKC_26/06/23_B	DKC	BSI	26/06/2023	11/09/2023	BSI	BSI	BSI	BSI	BSI
Site 2_28/08/23	Site 2	MES	28/08/2023 14:10	04/09/2023 08:40	2.39	3.56	0.54	1.15	0.49
site 3_28/08/23	Site 3	MES	28/08/2023 14:20	04/09/2023 08:55	2.35	3.08	0.49	1.03	0.41
site 3_28/08/23_D1	Site 3	REP	28/08/2023 14:20	04/09/2023 08:55	3.25	2.75	0.24	0.52	0.25
site 3_28/08/23_D2	Site 3	REP	28/08/2023 14:20	04/09/2023 08:55	3.26	3.78	0.59	1.26	0.52
Site 4_28/08/23	Site 4	MES	28/08/2023 14:32	04/09/2023 09:10	1.94	2.23	0.26	0.42	0.21
DKC_28/08/23	DKC	MES	28/08/2023 14:02	04/09/2023 08:33	2.35	3.19	0.71	1.39	0.58
Site 2_04/09/23	Site 2	MES	04/09/2023 08:40	11/09/2023 11:55	2.00	1.84	0.36	0.69	0.30
Site 3_04/09/23	Site 3	MES	04/09/2023 08:55	11/09/2023 12:05	1.86	2.23	0.51	1.21	0.54
Site 4_04/09/23	Site 4	MES	04/09/2023 09:10	11/09/2023 12:15	1.99	1.86	0.46	0.91	0.50
Site 4_04/09/23_D1	Site 4	MES	04/09/2023 09:10	11/09/2023 12:15	2.28	1.69	0.46	0.90	0.54
Site 4_04/09/23_D2	Site 4	MES	04/09/2023 09:10	11/09/2023 12:15	1.89	1.46	0.36	0.72	0.43
DKC_04/09/23	DKC	MES	04/09/2023 08:33	11/09/2023 11:45	2.48	3.29	0.93	2.06	0.84
Site 3_11/09/23	Site 3	MES	11/09/2023 12:05	18/09/2023 12:00	2.16	2.71	0.58	1.18	0.56
Site 3_11/09/23_D	Site 3	REP	11/09/2023 12:05	18/09/2023 12:00	2.44	2.61	0.58	1.15	0.55
Site 2_11/04/23	Site 2	MES	11/09/2023 11:55	18/09/2023 11:55	2.46	1.67	0.27	0.58	0.30
DKC_11/09/23	DKC	MES	11/09/2023 11:45	18/09/2023 11:45	2.12	1.84	0.57	1.10	0.51
DKC_11/09/23_B	DKC	BSI	11/09/2023 11:45	25/09/2023 09:45	BSI	BSI	BSI	BSI	BSI
Site 4_11/09/23	Site 4	MES	11/09/2023 15:15	18/09/2023 12:10	1.47	0.81	0.20	0.35	0.19
Site 3_18/09/23	Site 3	MES	18/09/2023 12:00	25/09/2023 09:50	0.69	0.56	0.17	0.29	0.29
DKC_18/09/23	DKC	MES	18/09/2023 11:45	25/09/2023 09:40	1.17	0.53	0.15	0.24	0.16
DKC_18/09/23_D	DKC	REP	18/09/2023 11:45	25/09/2023 09:40	1.22	0.52	0.15	0.22	0.15
Site 2_18/09/23	Site 2	MES	18/09/2023 11:55	25/09/2023 09:45	1.15	0.49	0.12	0.19	0.11
Site 4_18/09/23	Site 4	MES	18/09/23 12 :10	25/09/23 10 :00	1.18	1.04	0.19	0.44	0.23

Campagne hivernale

Réf tube	Site prélevé	Type	Début prélèv	Fin prélèv	[benzène]	[Toluène]	[Ethylbenzène]	[M + P xylène]	[o-xylène]
DKC_12/02/24_B	DKC	BSI	12/02/2024 11:00	20/02/2024 09:45	BSI	BSI	BSI	BSI	BSI
DKC_12/02/24	DKC	MES	12/02/2024 11:00	20/02/2024 09:45	1.01	0.52	0.24	0.55	0.33
DKC_12/02/24_D	DKC	REP	12/02/2024 11:00	20/02/2024 09:45	0.85	0.60	0.28	0.78	0.46
Site 2_12/02/24	Site 2	MES	12/02/2024 11:12	20/02/2024 10:37	0.81	0.40	0.14	0.24	0.14
Site 4_12/02/24	Site 4	MES	12/02/2024 11:46	20/02/2024 10:47	1.18	0.73	0.22	0.47	0.26
Site 5_12/02/24	Site 5	MES	12/02/2024 12:12	20/02/2024 11:06	1.14	0.43	0.09	0.21	0.12
DKC_20/02/24	DKC	MES	20/02/2024 09:45	26/02/2024 11:10	0.79	0.47	0.11	0.20	0.20
DKC_20/02/24_D	DKC	REP	20/02/2024 09:45	26/02/2024 11:10	0.97	0.53	0.14	0.25	0.25
Site 2_20/02/24	Site 2	MES	20/02/2024 10:37	26/02/2024 11:30	1.13	0.61	0.19	0.40	0.35
Site 3_20/02/24	Site 3	MES	20/02/2024 16:07	27/02/2024 10:16	1.74	0.53	0.19	0.75	0.44
Site 4_20/02/24	Site 4	MES	20/02/2024 10:47	26/02/2024 11:40	0.54	0.23	0.10	0.18	0.22
Site 5_20/02/24	Site 5	MES	20/02/2024 11:06	26/02/2024 11:55	0.73	0.31	0.14	0.23	0.28
DKC_26/02/24	DKC	MES	26/02/2024 11:13	04/03/2024 11:15	1.19	0.59	0.17	0.39	0.29
DKC_26/02/24_D	DKC	REP	26/02/2024 11:13	04/03/2024 11:15	1.42	0.64	0.17	0.36	0.24
Site 2_26/02/24	Site 2	MES	26/02/2024 11:31	04/03/2024 11:30	1.38	0.58	0.16	0.34	0.24
Site 4_26/02/24	Site 4	MES	26/02/2024 11:40	04/03/2024 11:45	0.86	0.86	0.14	0.37	0.22
DKC_04/03/24	DKC	MES	04/03/2024 11:15	12/03/2024 07:15	1.24	1.66	0.31	0.78	0.38
DKC_04/03/24_D	DKC	REP	04/03/2024 11:15	12/03/2024 07:15	1.46	1.95	0.40	1.04	0.48
Site 2_04/03/24	Site 2	MES	04/03/2024 11:30	12/03/2024 07:10	1.61	2.70	0.33	0.92	0.44
Site 3_04/03/24	Site 3	MES	04/03/2024 11:35	12/03/2024 07:05	1.05	1.89	0.24	0.69	0.33
Site 4_04/03/24	Site 4	MES	04/03/2024 11:45	12/03/2024 06:55	1.19	1.78	0.28	0.83	0.39

MES : tube Mesure REP : tube Doublon BSI : tube blanc

RETROUVEZ TOUTES
NOS **PUBLICATIONS** SUR :
www.atmo-hdf.fr

Atmo Hauts-de-France

Observatoire de l'Air

199, rue Colbert – Bâtiment Douai

59000 Lille

