

RAPPORT D'ETUDE

01/2025/JYS/V0

Suivi de la qualité de l'air en proximité industrielle

Sur le site de Mardyck (59)

Etude menée en 2025



Auteur : Jean Yves Saison

Relecteur : Arabelle Patron-Anquez

Diffusion : Juin 2026



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°01/2025/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 météorologique	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 PM ₁₀	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.....	54

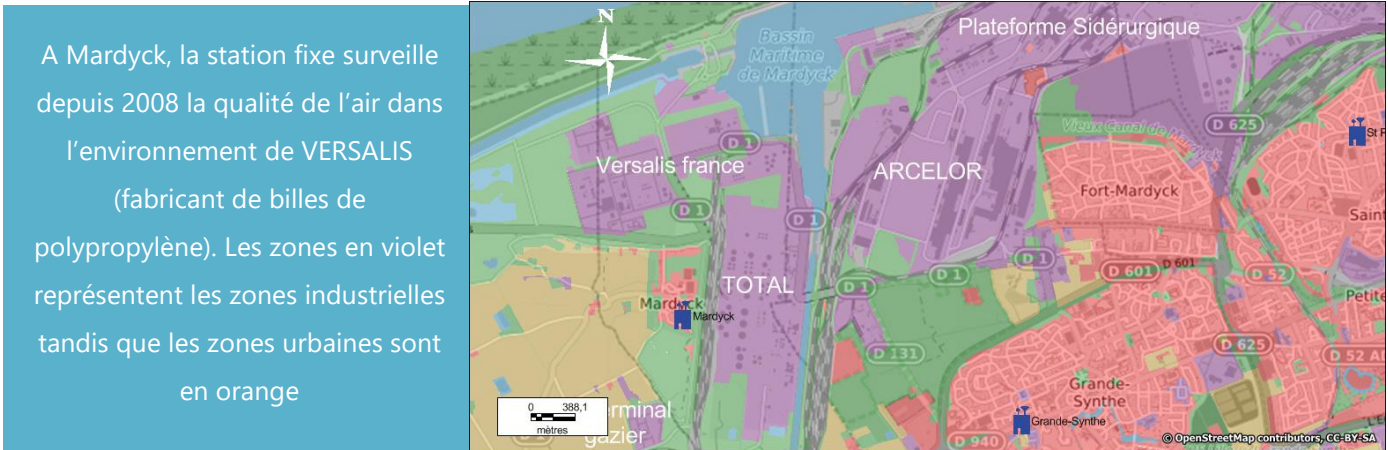
Illustrations

Figure 1 : Localisation et aperçu du site de mesure de Mardyck.....	7
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 2025.....	13
Figure 6 : Graphe présentant les moyennes horaires 2025 de SO ₂	16
Figure 7 : Roses de pollution 2025 du SO ₂ sur les stations de Mardyck et Saint Pol/mer	17
Figure 8 : Graphe présentant les moyennes horaires 2025 de NO ₂	19
Figure 9 : Roses de pollution 2025 du NO ₂ sur les stations de Mardyck et Saint Pol/mer	20
Figure 10 : Graphe présentant les moyennes horaires 2025 de NO	22
Figure 11 : Graphe présentant les moyennes horaires 2025 de PM ₁₀	24
Figure 12 : Concentrations journalières 2025 des PM10 sur les stations Dunkerquoises	25
Figure 13 : Roses de pollution 2025 des PM ₁₀ sur les stations de Mardyck et St Pol/mer.....	26
Figure 14 : Concentrations horaires 2025 en benzène sur la station de Mardyck	29
Figure 15 : profil en benzène et toluène du 9 mars 2025 et rose de pollution du benzène sur la station de Mardyck.....	29
Figure 16 : Concentrations horaires 2025 en toluène sur la station de Mardyck	30
Figure 17 : Rose de pollution 2025 du benzène sur la station de Mardyck – données Météo France	31
Figure 18 : Rose de pollution 2025 du toluène sur la station de Mardyck – données MétéoFrance	32
Figure 19 : Dépassement des seuils prédéfinis d'information selon les directions d'origine.....	33
Figure 20 : Evolution des moyennes annuelles depuis 2009 sur la station de Mardyck.....	34
Figure 21 : Evolution des percentiles pour NO ₂ et PM10 sur la station de Mardyck depuis 2009...	35
Figure 22 : Evolution du nombre de jours de dépassements pour le benzène et le toluène sur la station de Mardyck depuis 2009	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 2025

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 2025 respectent la réglementation annuelle. L'année 2025 est marquée par une météo défavorable à la bonne dispersion des polluants en début d'année qui se traduit par la hausse des moyennes annuelles. Les dépassements de seuil de la moyenne journalière de 50 µg/m³ en PM10 sur le site de Mardyck sont remontés à 10 jours (contre 4 jours en 2024), les conditions météorologiques du début d'année, ayant une part de responsabilité sur ces dépassements. Pour les BTX, on enregistre 16 jours présentant une concentration ambiante horaire en benzène supérieure à 10 µg/m³ et 7 jours pour le toluène à 40 µg/m³. Les moyennes horaires maximales sont en baisse en 2025.

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 poursuit la mesure des polluants historiques, à savoir le dioxyde de soufre et les particules en suspension PM10 sur ce site dans le cadre de la surveillance réglementaire. 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 2025 ont été comparés aux niveaux enregistrés par les stations fixes les plus proches et de typologies variées. En 2025, dans le cadre de la révision de notre stratégie de surveillance, plusieurs mesures de SO₂ et NO_x ont été arrêtées sur l'agglomération Dunkerquoise, ce qui limitera la comparaison avec d'autres mesures. 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.



Station fixe de Mardyck

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

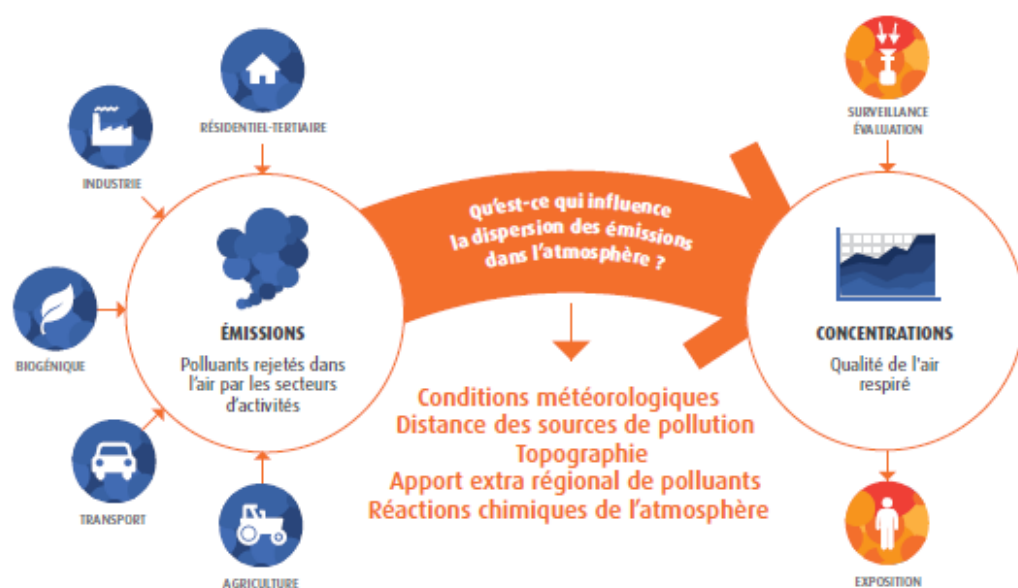


Figure 2 : Passage des émissions aux concentrations dans l'air

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.

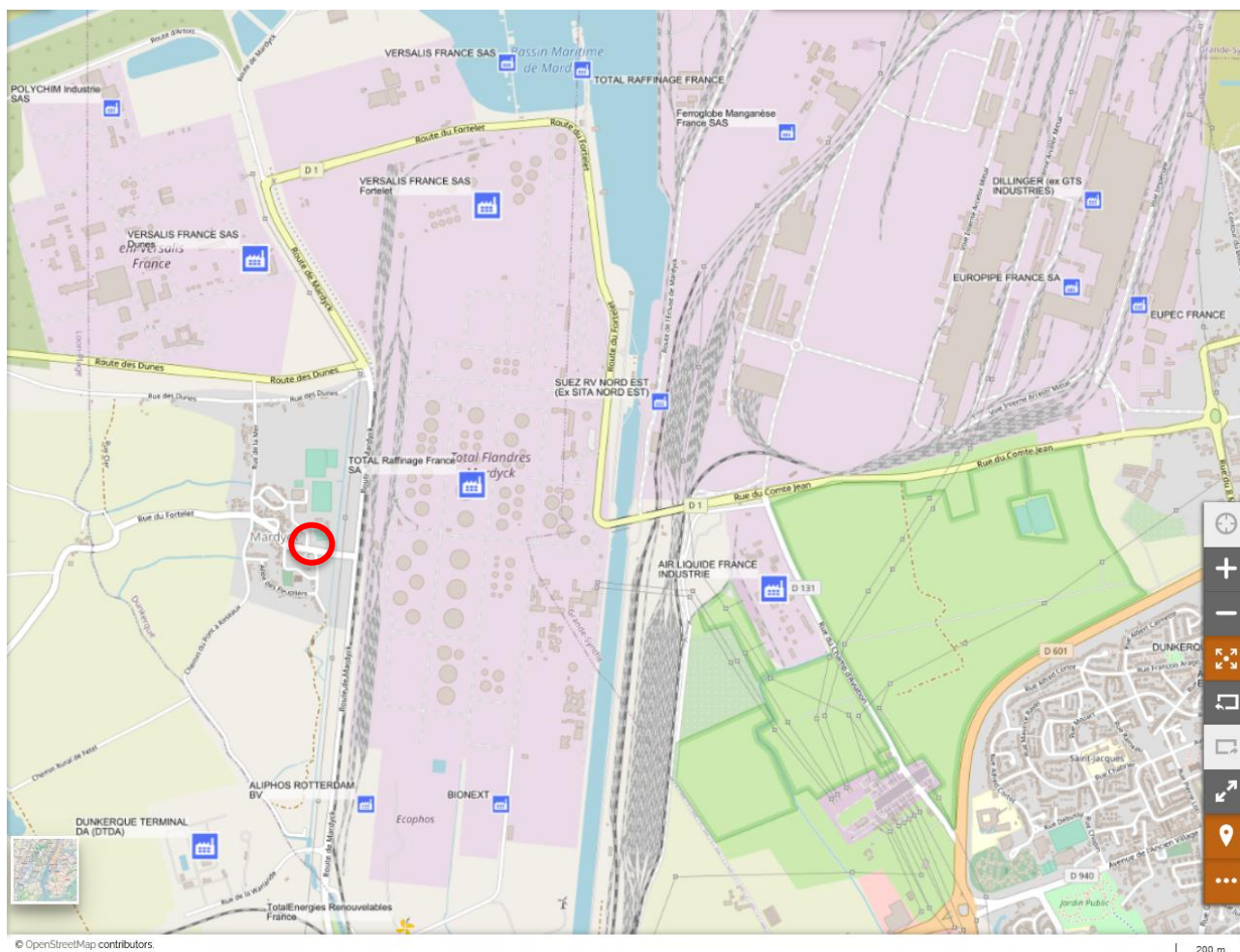


Figure 3 : Localisation des émetteurs industriels autour de Mardyck et station (cercle rouge)

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 2022, réalisé par Atmo Hauts-de-France, selon la méthodologie définie en 2024 (source Base_A2022_M2024_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 2022, les polluants SO₂ (9624 t soit 97%), PM10 (2151 t soit 79%) et PM2,5 (1648 t soit 84%) sont issus très majoritairement du secteur industriel. Les autres polluants NO_x et COV sont partagés entre une origine industrielle (5217 t de NO_x soit 38% et 2220 t de COV soit 61%) et une origine transports (6672 t de NO_x essentiellement transports non routiers) et résidentiel (690 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 (26 t), transports (30 t) et résidentiel (0,9 t). Le toluène provient majoritairement des transports non routiers (15 t), puis des transports routiers (3,5 t) et du résidentiel (1,6 t). Ces données peuvent être consultées sur la plateforme TrACE regroupant toutes les données d'émissions de la région à l'adresse www.trace-hdf.fr

Précisions sur les principaux émetteurs industriels locaux en 2023 et 2024

Etablissement	Polluant	Quantité	Unité
Total Energies – Loon Plage	Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)	49,8 – 46,4	t
Versalis France SAS (route du fortelet – site de stockage)	Benzène	2740 – 2510	kg
	1-3 butadiène	1601 – 4485	kg
	Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)	102 – 117	t
Versalis France SAS (route des dunes – site de production)	Benzène	5090 – 8600	kg
	1-3 butadiène	2718 – <seuil	kg
	Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)	496 – 579	t
	Oxydes d'azote (NOx - NO + NO ₂) (en eq. NO ₂)	308 – 453	t
ARCELORMITTAL ATLANTIQUE et LORRAINE SITE DE DUNKERQUE 70.00956	Benzène	18500 – 20100	kg
	Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)	193 – 174	t
	Oxydes de soufre (SOx - SO ₂ + SO ₃) (en eq. SO ₂)	4600 – 5750	t
	Oxydes d'azote (NOx - NO + NO ₂) (en eq. NO ₂)	4720 – 3690	t
	Particules (PM10)	1310 – 1430	t
	Monoxyde de carbone (CO)	86400 – 92900	t
	Plomb	2060 – 2700	kg
	Ammoniac (NH ₃)	148 – 214	t
Ferrolobe Manganèse France – Grande-Synthe	Oxydes de soufre (SOx - SO ₂ + SO ₃) (en eq. SO ₂)	173 – 160	t
	Oxydes d'azote (NOx - NO + NO ₂) (en eq. NO ₂)	< seuil	t
	Manganèse	2060 – 3420	kg
POLYCHIM INDUSTRIE Loon Plage	Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)	37,1 – 38,4	t
Liberty Aluminium Dunkerque Loon Plage	Oxydes de soufre (SOx/SO ₂)	3290 – 3620	t
	Oxydes d'azote	< seuil - 204	t
	Poussières PM10	157 – 159	t
Engie Thermique France – centrale DK6	Oxydes d'azote (NOx - NO + NO ₂) (en eq. NO ₂)	651 – 430	t
	Oxydes de soufre (SOx - SO ₂ + SO ₃) (en eq. SO ₂)	405 – 365	t
Imerys Aluminates Loon plage - cimenterie	Oxydes d'azote (NOx - NO + NO ₂) (en eq. NO ₂)	272 – 234	t
	Oxydes de soufre (SOx - SO ₂ + SO ₃) (en eq. SO ₂)	186 – 237	t
	Protoxyde d'azote N ₂ O	15 – < seuil	t
	Ammoniac NH ₃	14,9 – 24,5	t
	Monoxyde de carbone CO	524 – 1070	t
Ryssen Alcools Loon Plage	Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)	< seuil - 39	t

Tableau 1 : Emissions industrielles recensées par l'IREP dans un rayon de 5 km autour de la station de mesures pour les années 2023 et 2024

Ce tableau montre l'importance des émissions industrielles autour de Mardyck. La mention « < seuil » signifie que la quantité émise du polluant concerné est inférieure à une valeur donnée, valeur dépendante du polluant. Les émissions de benzène ont pour sources, selon les déclarations de l'IREP, les entreprises Versalis et Arcelor Mittal. On note une forte hausse des émissions pour l'entreprise Versalis en 2024 par rapport à 2023 sur le site des Dunes (plus de 8000 kg). ArcelorMittal affiche également une nette hausse en 2024 avec plus de 20 tonnes émises. 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 en butadiène pour 2023 et 2024.

4.2. Contexte météorologique

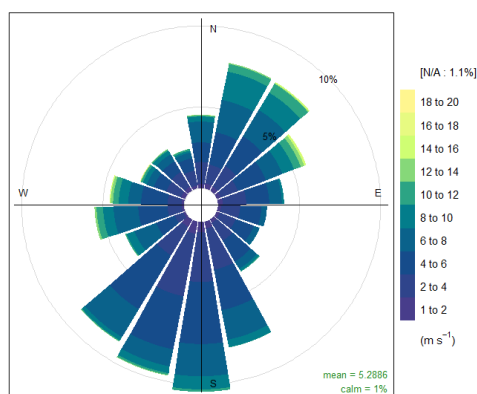


Le contexte météorologique peut avoir un impact sur les conditions de dispersion de la pollution atmosphérique.

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 2025.



Rose des vents à MétéoFrance Dunkerque
du 01/01/2025 à 00h00 (TU) au 01/01/2026 à 00h00 (TU)
(données horaires)

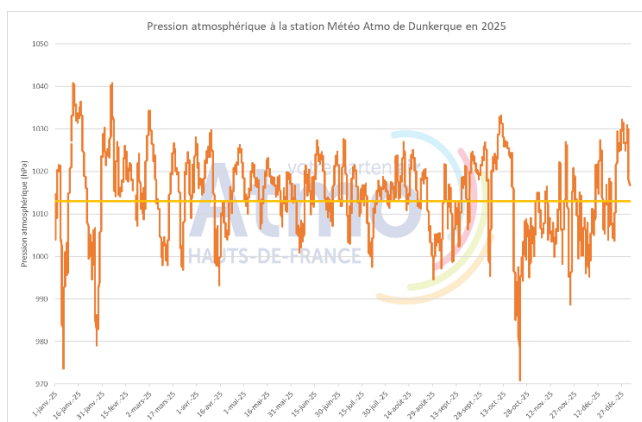
66

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



En 2025, la rose des vents est marquée par le quadrant Sud-Ouest comme origine dominante des vents : près de 40% des vents proviennent de ce secteur. Le second secteur le plus représenté est le quadrant Nord Est avec 30% des directions observées, soit davantage qu'en 2024. 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) jusqu'au mois d'octobre. Le début d'année a été soumis à des très hautes pressions atteignant 1040 hPa. Les situations dépressionnaires sont arrivées à partir du mois d'octobre. Le contexte météorologique est plutôt défavorable à la dispersion des polluants, notamment au cours du 1^{er} trimestre

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 (O_3), le dioxyde d'azote (NO_2), le dioxyde de soufre (SO_2) et les particules en suspension (PM_{10}).

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 2025 au niveau de la région des Hauts-de-France.

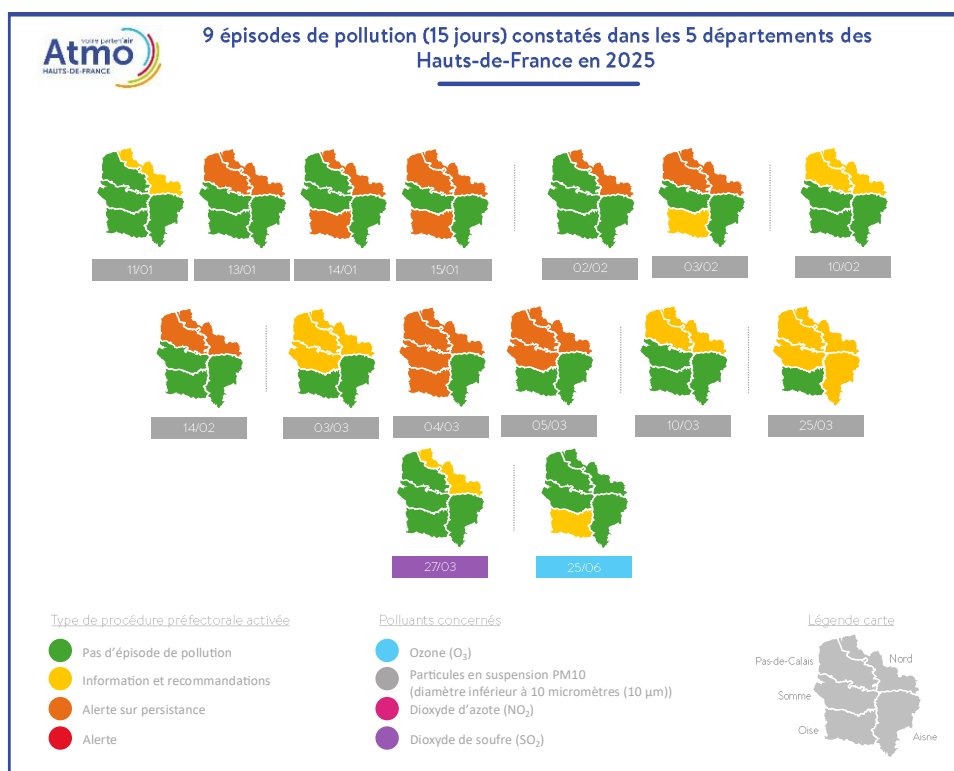


Figure 5 : Frise des épisodes de pollution atmosphérique en région Hauts de France en 2025

L'année 2025 se caractérise par la forte hausse du nombre d'épisodes de pollution par rapport à ces dernières années. On dénombre 15 jours de dépassements des seuils d'information sur la région contre 3 jours en 2024. Pour les PM10, tous les dépassements sont regroupés avant le 25 mars, provoqués par les surémissions (recours accru au chauffage notamment) en lien avec une météo défavorable en début d'année (températures froides, conditions peu dispersives). Le département du Nord est systématiquement inclus dans les départements en dépassement. Il faut noter également un dépassement du seuil d'information pour le SO₂ le 27 mars sur la zone de Dunkerque. L'année 2025 se situe au niveau de l'année 2022 qui avait vu 19 jours d'information.

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 2025	86,5 %	85,2 %	82,4 %	80,9 %	85 %	85 %

En 2025, les taux de présence des données des oxydes d'azote et des BTX sur la station de Mardyck sont supérieurs ou égaux à 85%. Les données sont donc exploitables et les moyennes sont calculées. Les mesures des PM10 et du dioxyde de soufre 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

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

zéro. Ceci fait que des concentrations faiblement négatives sont conservées comme valides.

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 202	Mardyck	Industrielle	< LD	13 le 04/04/2025	0	65 le 30/04/2025 19 :00	0
	Grande-Synthe	Industrielle	< LD	22 le 12/05/2025	0	92 le 11/08/2025 15 :00	0
	Gravelines	Industrielle	Mesure fermée en 2025				
	St Pol/mer	Urbaine	< LD	30 le 27/03/2025	0	358 le 27/03/2025 18 :00	1
	Cappelle	Périurbaine	Mesure fermée en 2025				
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
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 :

En 2025, la révision de la stratégie de surveillance s'est traduite par la fermeture de 2 mesures SO₂ sur la zone de Dunkerque (Gravelines et Cappelle la Grande) ainsi que la mesure de Calais car les niveaux mesurés sont en-dessous des seuils d'évaluation dictés par la directive européenne, ce qui permet d'alléger la surveillance. Les moyennes annuelles en SO₂ des stations de l'agglomération Dunkerquoise sont toutes inférieures à la limite de détection. Les maxima horaires mesurés sur les stations sous influence industrielle de Mardyck et Grande Synthe sont inférieurs à ceux obtenus en 2024. Par contre, le seuil de 350 µg/m³ a été dépassé à Saint Pol sur mer avec une valeur de 358 µg/m³ le 27 mars 2025 à 18 :00. Ce dépassement ne s'est pas répété au cours de l'année, ce qui permet de respecter la réglementation qui tolère 24 heures de dépassement.

5.1.2. Evolution des concentrations horaires

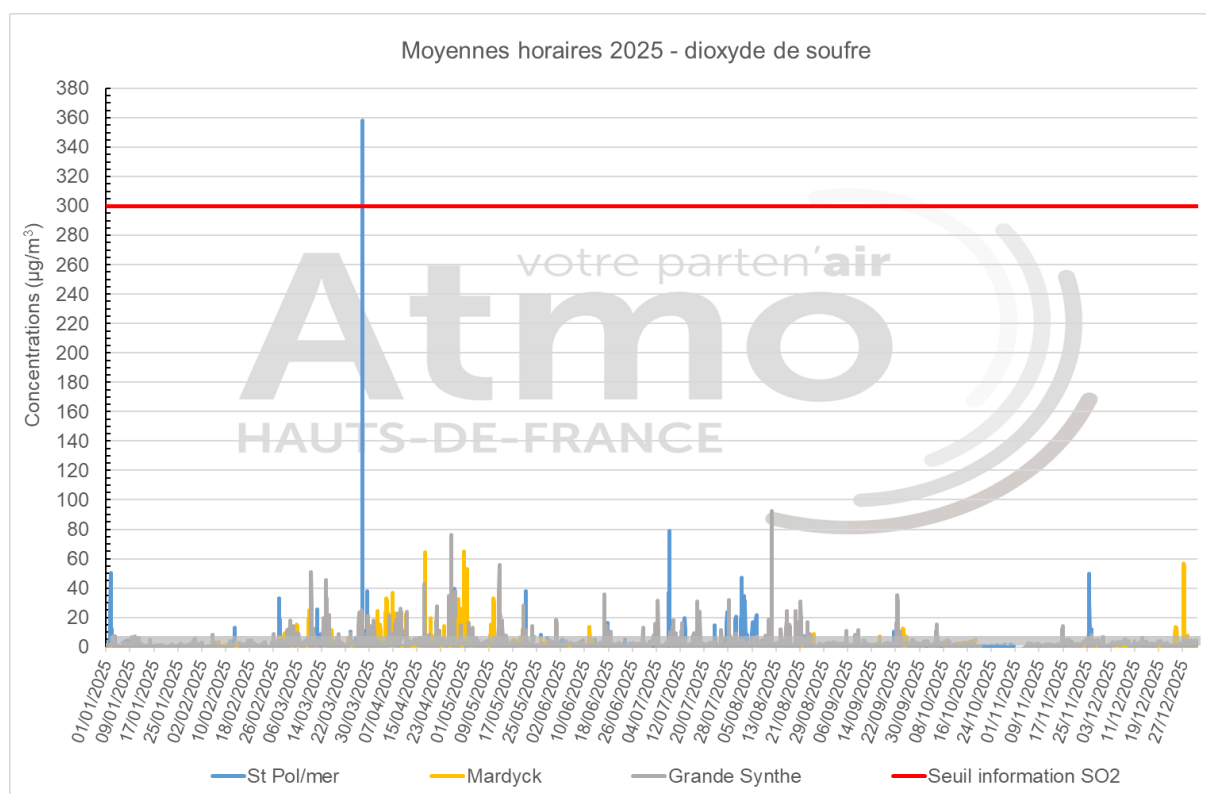


Figure 6 : Graphe présentant les moyennes horaires 2025 de SO_2

Le graphe présentant les concentrations horaires pour 2025 fait ressortir le pic dépassant le seuil d'information le 27 mars avec une valeur à $358 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur la station urbaine de St Pol/mer précédé d'une valeur à $281 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Le second évènement important, toujours à St Pol/mer, est un pic mesuré le 8 juillet pendant 5 heures avec un maximum de $79 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sur les stations industrielles, les pics mesurés sont peu nombreux et restent inférieurs à $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nous mesurons $92 \mu\text{g}/\text{m}^3$ le 11 août à Grande Synthe et $76 \mu\text{g}/\text{m}^3$ le 26 avril. Sur la station de Mardyck, les maxima horaires atteignent $64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ les 17 avril et 30 avril et $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$ le 27 décembre. L'année 2025 se caractérise par un dépassement du seuil d'information à Saint Pol/mer et des valeurs horaires dans l'ensemble plus faibles qu'en 2024.

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 : Roses de pollution 2025 du SO₂ sur les stations de Mardyck et Saint Pol/mer

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. La rose de Mardyck montre que la très grande majorité des concentrations élevées provient de la plateforme sidérurgique au Nord Est. La plateforme chimique de Versalis France n'a pas d'impact sur le SO₂. La rose de Saint Pol/mer à l'Est de l'agglomération affiche deux groupes de cellules. Le premier est constitué de 2 cellules marron représentant le pic de SO₂ du 27 mars avec des concentrations supérieures à 200 µg/m³ (la légende a été simplifiée pour améliorer la lecture) et orientées à l'Ouest-Nord-Ouest. Les émissions responsables proviennent des cokeries. Le second groupe de cellules est orienté au Nord-Ouest et pointe donc sur la partie Ouest de la plateforme sidérurgique (présence des hauts fourneaux). Les concentrations sont comprises entre 20 et 80 µg/m³. La rose montre donc deux origines distinctes du SO₂ sur la station de Saint Pol/mer.

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 2025

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 2025	Mardyck	Industrielle	10	61	105 le 11/08/2025 à 19 :00	0
	Grande-Synthe	Industrielle	Mesure fermée en 2025			
	St Pol/mer	Urbaine	11	62	81 le 11/04/2025 à 21 :00	0
	Cappelle	Périurbaine	Mesure fermée en 2025			
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
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

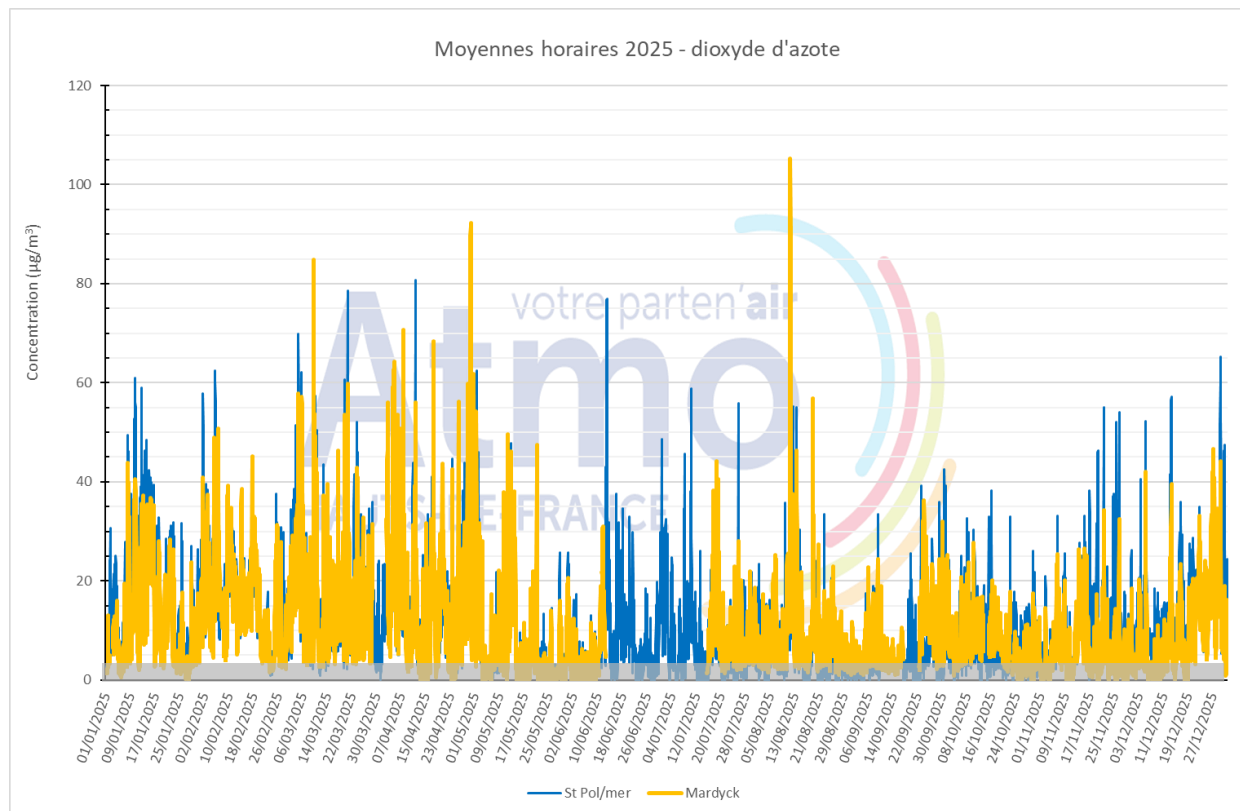
Avis et interprétation :

En 2025, deux mesures d'oxydes d'azote ont été fermées sur le Dunkerquois dans le cadre de la nouvelle stratégie de surveillance. Sur les deux stations de St Pol/mer et Mardyck, les moyennes annuelles 2024 et 2025 sont identiques. La baisse régulière des concentrations moyennes en NO₂ que l'on observait sur les dernières années marque le pas en 2025. Les percentiles 99,8 (18^{ème} valeur horaire la plus élevée) ainsi que les maxima horaires ne fluctuent pratiquement pas. 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 et Saint-Pol sur-mer.



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 2025 de NO₂

Avis et interprétation :

Sur le graphique ci-dessus, les quelques valeurs les plus élevées sont enregistrées sur la station de Mardyck (courbe jaune) qui est sous influence industrielle. Ces pointes restent peu nombreuses et ne sont pas très intenses, alors que la CUD est l'EPCI de la région la plus émettrice en oxydes d'azote. Ceci indique que la dispersion des polluants est en général efficace pour maintenir les concentrations ambiantes sous le seuil d'information de 200 µg/m³. La rose des pollutions ci-dessous nous indiquera la direction d'origine de ces valeurs. 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 20 mars (79 µg/m³), 11 avril (81 µg/m³), 12 juin (77 µg/m³) ou 29 décembre (62 µg/m³). Ces valeurs plus élevées ne coïncident pas forcément avec celles mesurées sur Mardyck, ce qui montre une source différente, en l'occurrence les transports, qu'ils soient routiers ou maritimes (1^{er} poste d'émissions en NO_x sur la CUD selon notre inventaire en annexe) ou le chauffage résidentiel.

Le seuil horaire de 200 µg/m³ est largement respecté.

5.3.3 Rose des pollutions

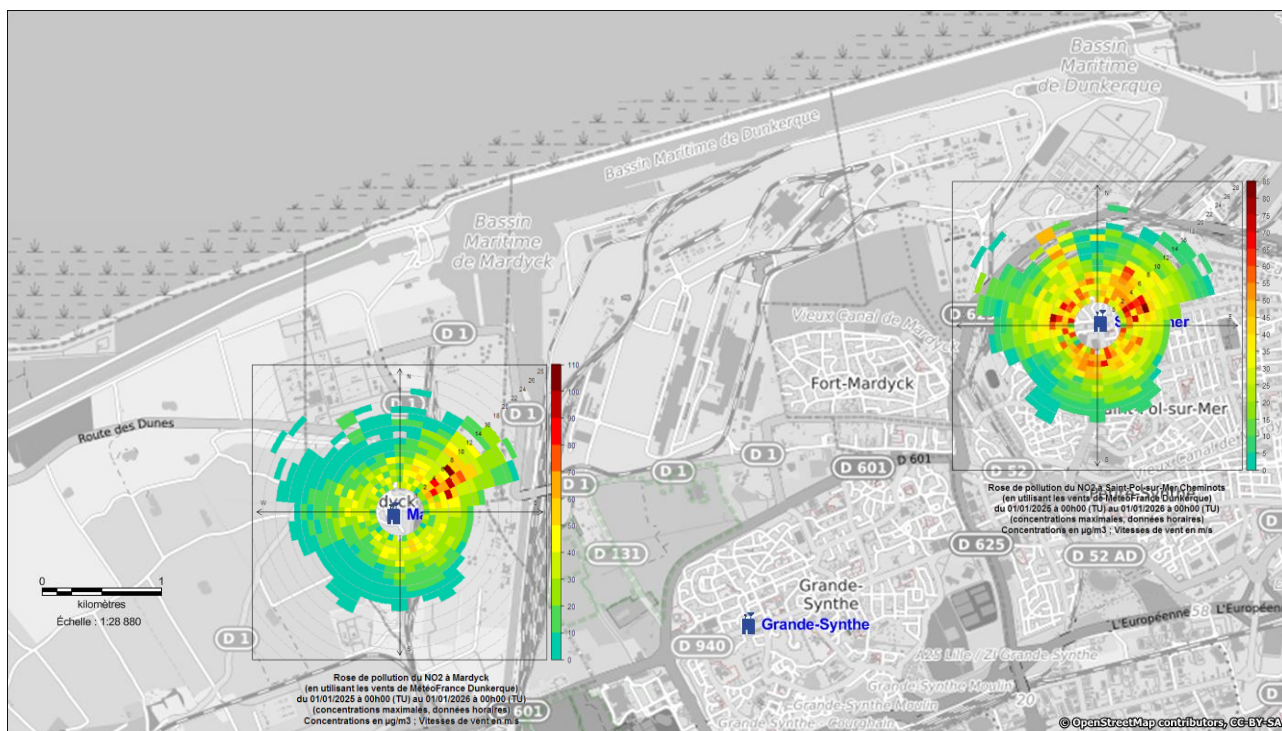


Figure 9 : Roses de pollution 2025 du NO₂ sur les stations de Mardyck et Saint Pol/mer

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 (et jusque 110 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, associé à des conditions météorologiques moins dispersives par vent de Nord-Est, se traduisant par la hausse des concentrations. La direction Nord-Ouest à Nord correspondant à la direction du site Versalis est très peu marquée par le NO₂ et les concentrations maximales venant de cette direction sont inférieures à 50 µg/m³ (quelques cellules jaunes). La rose du NO₂ calculée pour le site de Saint Pol sur mer diffère nettement de celle de Grande Synthe. Elle montre des impacts venant de toutes les directions géographiques, ce qui traduit bien le classement de station urbaine de fond de cette station. Les concentrations les plus élevées mesurées en 2025 (proches de 80 µg/m³ – cellules marron) sont obtenues par vent d'Ouest et Nord Est et correspondent à des émissions venant de la plateforme sidérurgique et du port Est.

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 2025

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 2025	Mardyck	Industrielle	< Id	67 le 04/03/2025 à 08 :00
	Grande-Synthe	Industrielle	Mesure fermée	
	St Pol/mer	Urbaine	2	110 le 13/12/2025 à 19 :00
	Cappelle	Périurbaine	Mesure fermée	
Année civile 2024	Mardyck	Industrielle	< Id	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	< Id	37 le 11/01/2024 à 08 :00

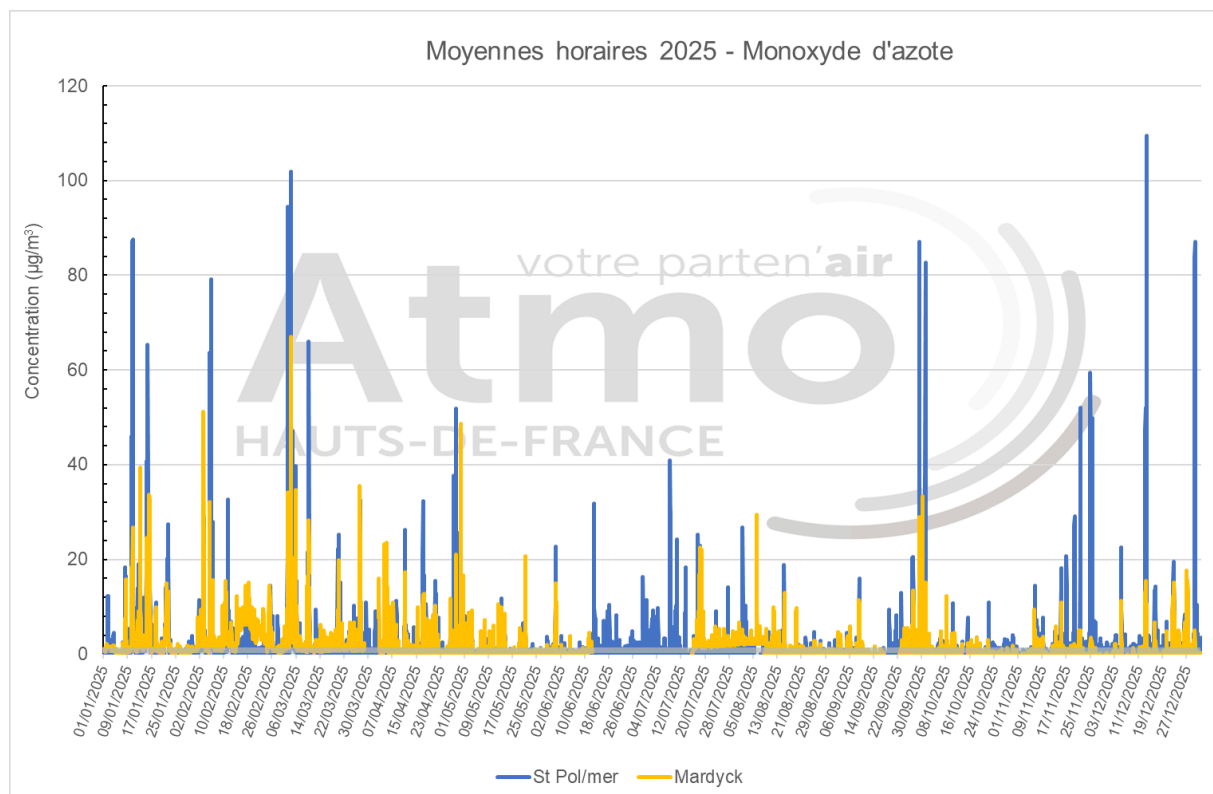
Remarque : le monoxyde d'azote n'est pas réglementé en air extérieur

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 Saint Pol sur mer en soirée.

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 et Saint-Pol sur mer.



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 2025 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 sur la station de Saint Pol sur mer. Jusqu'en 2024, les mesures les plus élevées étaient obtenues sur la station de Grande Synthe. Elles étaient supérieures à celles présentées sur le graphe ci-dessus. Les concentrations enregistrées en 2025 restent peu élevées.

5.2. Les particules en suspension PM10

5.2.1. Concentrations moyennes sur l'année 2025

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 (µg/m³)	Percentile journalier 90,4	Valeur journalière maximale (µg/m³)	Nombre de jours avec une moyenne journalière > à 50 µg/m³
Année civile 2025	Mardyck	Industrielle	19	35	79 le 02/04/2025	10
	Grande-Synthe	Industrielle	20	45	86 le 10/03/2025	6
	Malo les bains	Urbaine	18	31	72 le 10/03/2025	7
	St Pol/mer	Urbaine	18	32	77 le 04/03/2025	5
	Cappelle	Périurbaine	n. v.	-	-	-
Année civile 2024	Mardyck	Industrielle	16	27	69 le 11/05/2024	4
	Grande-Synthe	Industrielle	18	30	73 le 25/06/2024	4
	Malo les bains	Urbaine	16	25	53 le 19/09/2024	1
	St Pol/mer	Urbaine	16	26	60 le 19/09/2024	2
	Cappelle	Périurbaine	17	-	41 le 11/05/2024	-
Valeurs réglementaires			40 (valeur limite)	50 à ne pas dépasser plus de 35 jours par an (valeur limite)		

Avis et interprétation :

Après au moins deux années consécutives de baisse substantielle des concentrations moyennes en PM10 (jusqu'à 5 à 6 µg/m³ par station), l'année 2025 se caractérise par la hausse des concentrations de 2 à 3 µg/m³ selon les stations. A côté des moyennes annuelles, les percentiles journaliers sont également en hausse de 6 à 15 µg/m³, signifiant davantage de jours avec des concentrations élevées. Le nombre de jours avec une moyenne supérieure à 50 µg/m³ repart à la hausse en 2025 avec un maximum de 10 jours sur la station périurbaine sous influence industrielle de Mardyck. En termes de moyenne annuelle et percentile, Grande-Synthe reste la station la plus exposée mais Mardyck présente davantage de dépassements du seuil journalier. La proportion plus importante de situations anticycloniques et de vents de Nord-Est en 2025 n'est pas étrangère à cette hausse des indicateurs des PM10.

Les seuils réglementaires relatifs à la réglementation de 2008 pour les PM10 sont respectés. Par contre, la future directive de 2024 abaisse la valeur limite annuelle à 20 µg/m³, ce qui rapproche fortement les concentrations obtenues de cette valeur.

5.2.2. Evolution des concentrations horaires sur l'année 2025

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

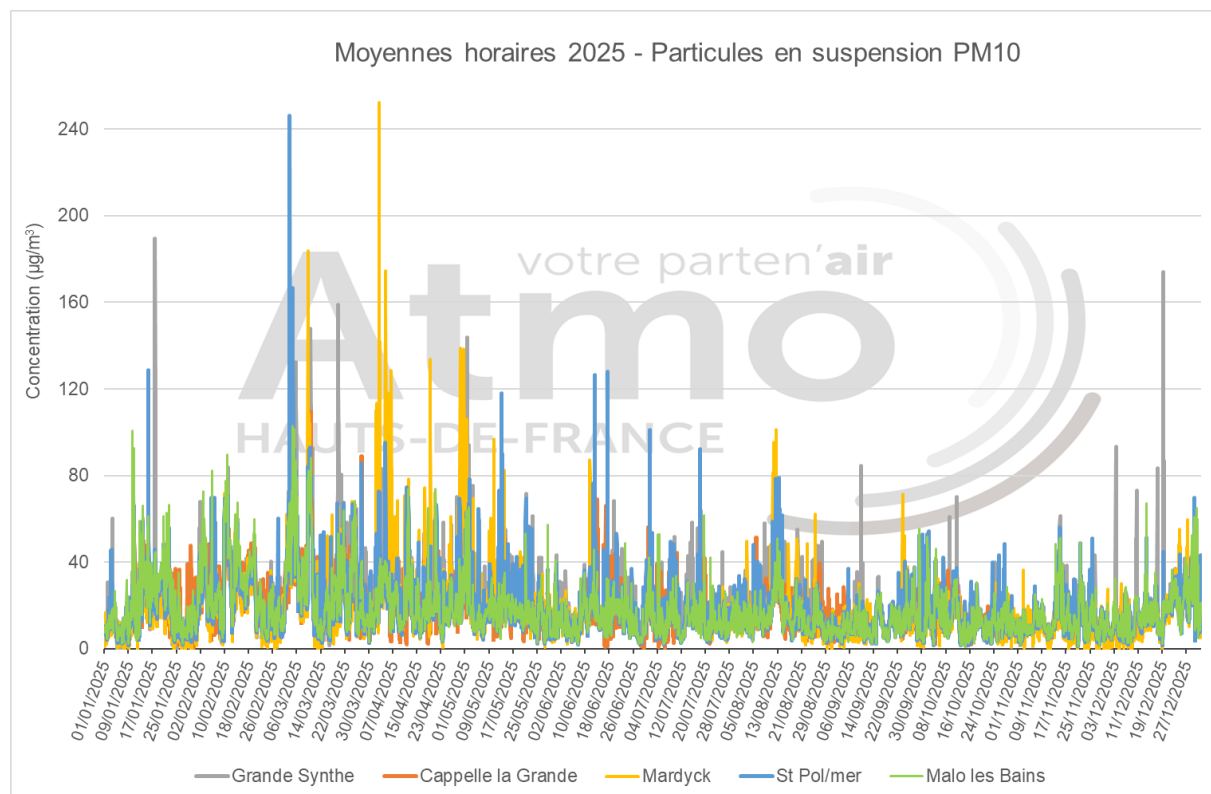


Figure 11 : Graphe présentant les moyennes horaires 2025 de PM_{10}

Avis et interprétation :

Le graphe des moyennes horaires met en évidence la présence de quelques concentrations très importantes mesurées entre le début d'année et le mois de mai. Sur les deux stations de Mardyck et St Pol/mer, on dépasse ponctuellement la valeur de $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($246 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à St Pol le 3 mars et $252 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à Mardyck le 2 avril). Les concentrations élevées de début mars se sont traduites par le dépassement du seuil journalier de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ du 3 au 5 mars (voir épisodes de pollution). Par contre, les valeurs élevées du 1 au 5 avril sur Mardyck n'ont pas entraîné le déclenchement du niveau d'information car elles n'ont pas été mesurées sur les autres stations. La seconde station industrielle à Grande Synthe a été également soumise à quelques concentrations élevées comme le 17 janvier ($189 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ou le 19 décembre ($174 \mu\text{g}/\text{m}^3$). La station de Malo les bains, située plus à l'Est de l'agglomération n'est pas soumise à des concentrations aussi élevées.

5.2.3. Evolution des concentrations journalières en 2025

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

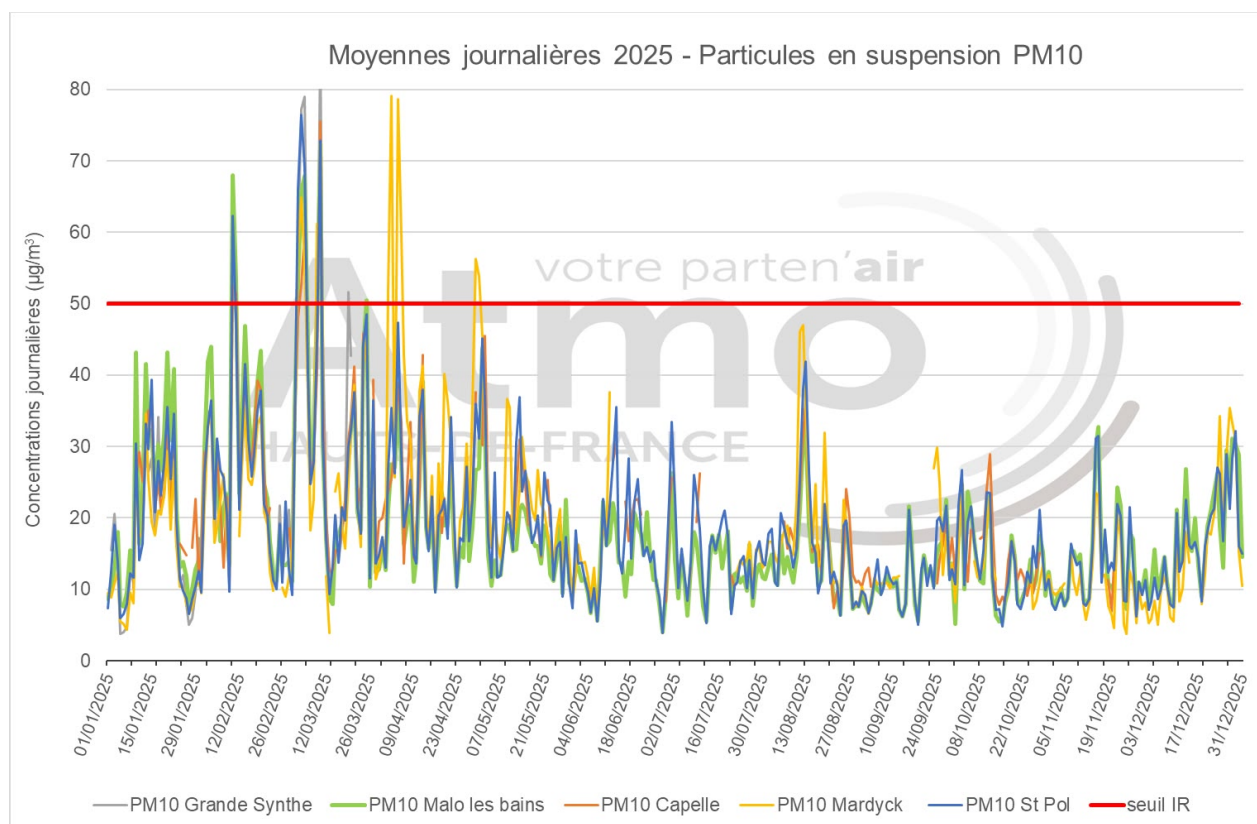


Figure 12 : Concentrations journalières 2025 des PM10 sur les stations dunkerquoises

Avis et interprétation :

Les dépassements de la moyenne journalière de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sont concentrés du 10 février au 30 avril 2025. Parmi ces dépassements mesurés sur les stations dunkerquoises, seuls ceux du 10 février et du 3 au 25 mars (Malo les bains) ont participé aux épisodes de pollution régionaux, soit 6 jours. Les 7 journées d'épisodes par les PM10 restantes n'ont pas été déclenchées à partir des stations dunkerquoises. A l'inverse, les dépassements de la moyenne journalière de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur la station de Mardyck début avril n'ont été observés que sur cette station et n'ont pas conduit au déclenchement du niveau d'information. Ces hausses de concentrations sont ponctuelles et liées aux émissions industrielles.

5.2.4. Rose des pollutions des PM10

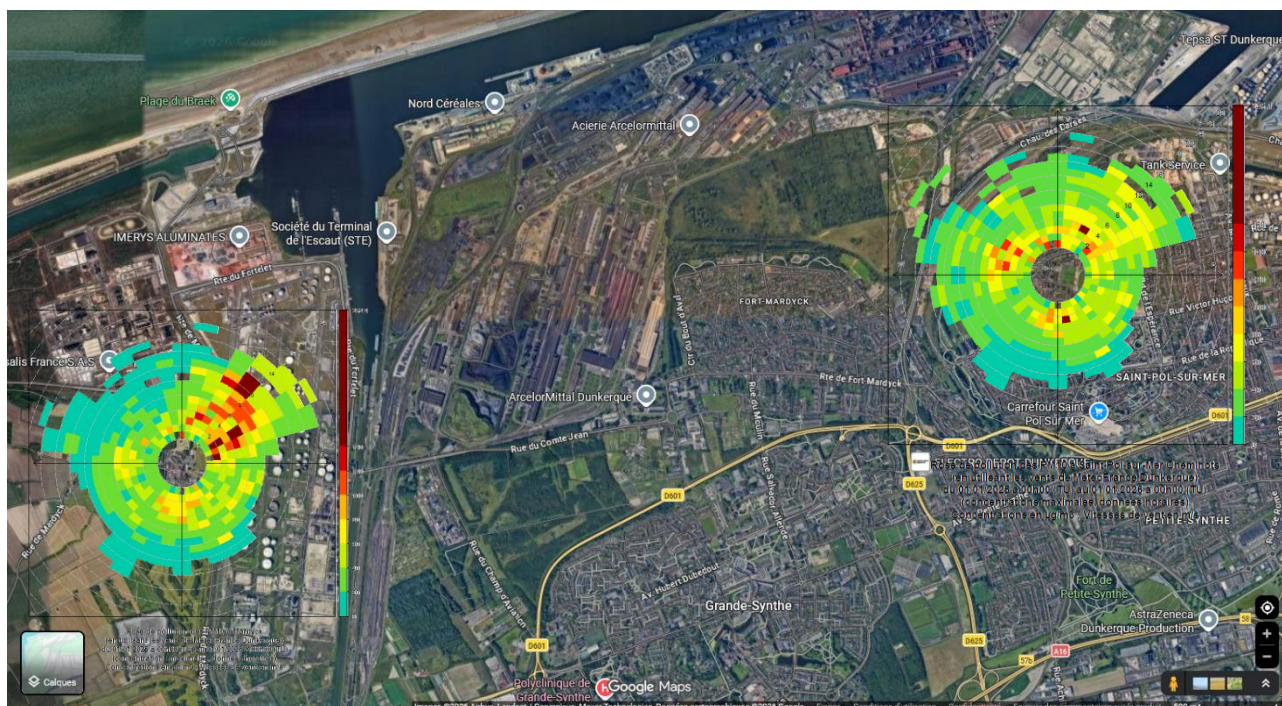


Figure 13 : Roses de pollution 2025 des PM₁₀ sur les stations de Mardyck et St Pol/mer

La rose des pollutions des particules PM₁₀ à Mardyck (à gauche) reprend l'ensemble des concentrations horaires maximales de l'année entre 0 (cellule bleue) et 260 µg/m³ (cellule marron) pour chaque direction et chaque vitesse de vent. On voit clairement que les concentrations les plus élevées sont mesurées par vent de Nord-Est qui correspondent à des périodes anticycloniques synonymes de mauvaise dispersion et qui, de plus, passent par la plateforme sidérurgique. Dans les autres directions, on trouve des concentrations entre 60 et 100 µg/m³ venant du Sud (quelques cellules à 100 µg/m³) et de l'Ouest (plus faibles concentrations). La direction Nord-Ouest à Nord, sous les vents du site Versalis, ne comporte pas de cellules correspondant à des concentrations élevées.

L'autre rose des pollutions à droite est tracée pour le site urbain de St Pol/mer. On observe une cellule au Nord-Est représentant la concentration importante du 03 mars à 246 µg/m³. La seconde concentration élevée (166 µg/m³) est obtenue par vent de Sud et fait partie des concentrations élevées du 4 mars, journée pour laquelle les directions de vent étaient fluctuantes. Les autres cellules de couleur rouge sont orientées à l'Ouest et traduisent des émissions de particules venant de la plateforme sidérurgique.

Avec ces deux roses de pollution, on constate donc un très faible impact du site Versalis sur les concentrations en PM₁₀ du Dunkerquois. Par contre, l'impact de la plateforme sidérurgique, présente sur une large partie du cordon littoral, s'observe sur les 2 sites, en complément des épisodes de pollution de plus large échelle.

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
Mardyck	2025	Industrielle	1,04	2,54	0,29	0,75	0,33
Mardyck	2024	Industrielle	0,92	1,12	0,20	0,43	0,18
	2023	Industrielle	0,92	2,07	0,23	0,57	0,24
Valeurs réglementaires			5 (Valeur limite)				
			2 (Objectif de qualité)	-	-	-	

Avis et interprétation :

Suite à la fermeture de la station Lilloise de Lille Leeds en 2023, il n'y a plus en région de station avec une mesure continue pour faire la comparaison des niveaux enregistrés. Les moyennes annuelles en Composés Organiques Volatils légers obtenues sur la station de Mardyck en 2025 marquent une hausse plus ou moins marquée selon le composé. Elle est modérée pour le benzène ($+0,12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ soit $+13\%$) mais est conséquente pour le toluène puisqu'elle est multipliée par 2 pour atteindre $2,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur l'année. C'est plutôt l'année 2024 qui présentait une concentration plus faible et l'année 2025 revient dans le même ordre de grandeur que la concentration mesurée en 2023.

La moyenne annuelle en benzène mesurée à Mardyck respecte la réglementation 2008 en vigueur jusqu'en 2026 ainsi que l'objectif de qualité. La valeur limite à venir, issue de la directive européenne de 2024 est de $3,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Elle serait également respectée.

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.

			Benzène		Toluène	
Site de mesures		Influence de la mesure	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 2025	Mardyck	Industrielle	34,7 le 09/03/25 21 :00	53	78,6 le 17/11/2025 05 :00	24
	Mardyck	Industrielle	164,9 le 28/11/24 08 :00	64	184,4 le 21/11/2024 18 :00	9
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 pour les 3 dernières années. Les valeurs maximales horaires mesurées à Mardyck en benzène et en toluène en 2025 restent élevées, mais ont nettement baissé par rapport à l'année précédente et par rapport à 2023. Les dernières mesures obtenues sur la station sous influence trafic de Lille en 2023 sont mentionnées pour avoir un ordre d'idée. 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)

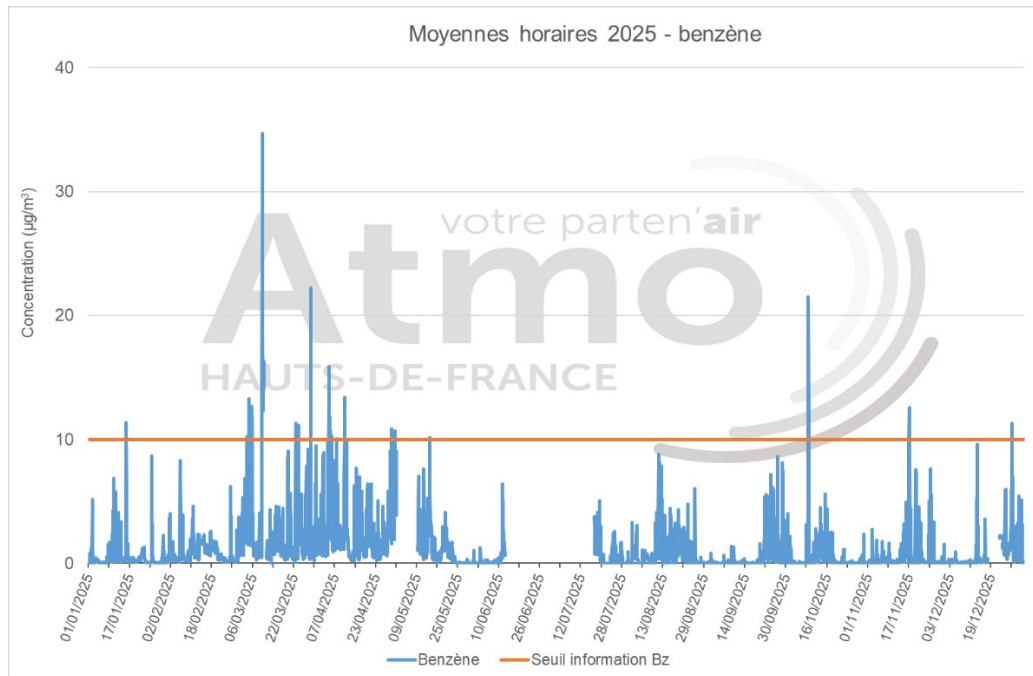


Figure 14 : Concentrations horaires 2025 en benzène sur la station de Mardyck

Le graphe ci-dessus montre qu'en 2025, les concentrations maximales enregistrées sur le site de Mardyck ont nettement baissé, la valeur maximale étant de 34,7 µg/m³ le 09 mars 2025. Cette valeur a la particularité de faire partie d'un épisode qui a duré plusieurs heures. Le graphe ci-dessous détaille les journées des 9 et 10 mars au pas de temps horaire avec la direction du vent.

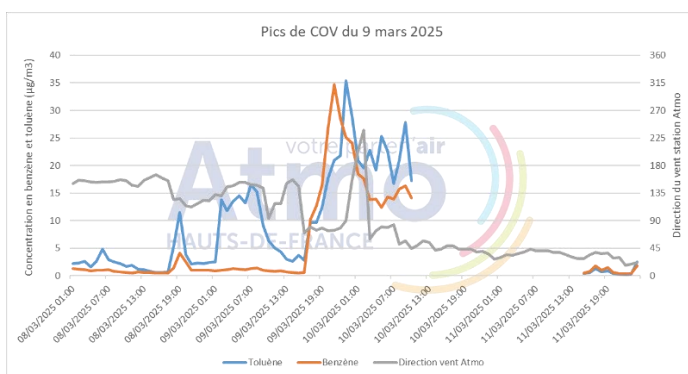


Figure 15 : profil en benzène et toluène du 9 mars 2025 et rose de pollution du benzène sur la station de Mardyck



On aperçoit que les concentrations en benzène (courbe orange) ont augmenté au-dessus de 10 µg/m³ à partir du 9 mars 17:00 (18h civiles) et sont restées supérieures à ce seuil jusqu'au lendemain. Malheureusement, l'appareil a présenté un défaut de fonctionnement et n'a pas stocké ses mesures depuis 10:00 jusqu'au

lendemain 14 :00. Le retour à la normale n'est donc pas enregistré. La partie présente du pic dure 18 heures (voir graphes ci-dessus, la courbe grise représentant la direction du vent), ce qui représente une exposition relativement longue au benzène. La courbe du vent ainsi que la rose des pollutions du benzène montrent que ce dernier venait de l'Est de Mardyck, soit de la plateforme de stockage de TotalEnergies.

Le pic du 9 octobre ayant atteint la concentration de $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a été mesuré par vent de Nord-Est et est attribuable à des émissions venant de la plateforme sidérurgique. Les roses des pollutions plus loin reviendront sur ces origines.

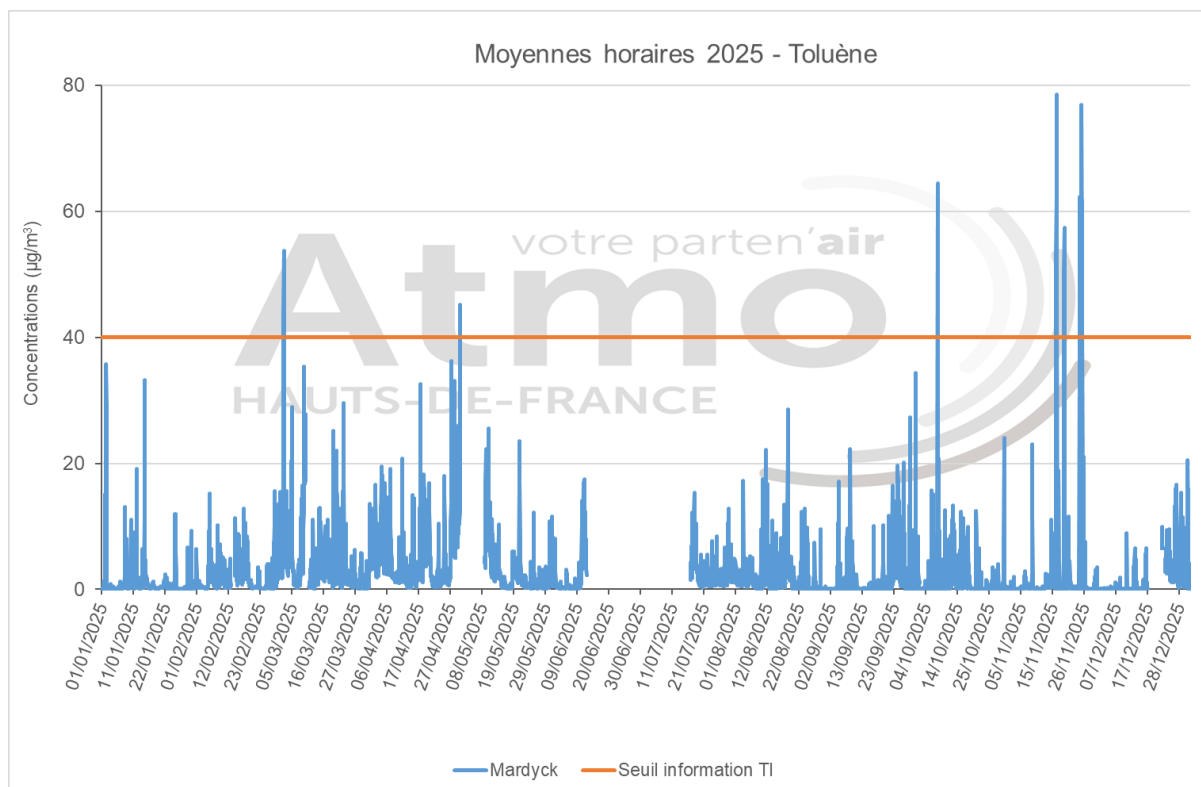


Figure 16 : Concentrations horaires 2025 en toluène sur la station de Mardyck

Avis et interprétation :

Les valeurs les plus élevées supérieures à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en toluène sont observées au cours de 7 journées visualisées ci-dessus les 3 mars, 1^{er} mai, 8 octobre et du 17 au 25 novembre. Cette dernière période correspond à la maintenance des installations de l'usine Versalis.

5.1.4. Roses des pollutions du benzène



Figure 17 : Rose de pollution 2025 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 $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (couleur jaune-vert) jusque $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (marron). Deux cellules rouge et marron sont orientées à l'Est-Nord-Est et Est et sont proches du centre. Elles représentent les concentrations les plus élevées mesurées par vent faible donc proche du site de mesure. Au Nord-Est, la rose des pollutions montre 2 cellules orange correspondant à des concentrations comprises entre 20 et $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de benzène. Ces cellules rouge, marron et orange, proches du site de la station indiquent des émissions provenant vraisemblablement du site TotalEnergies à l'Est de la station. Les cellules vertes de ces directions allant jusqu'à l'extérieur du cercle indiquent les émissions venant de la plateforme sidérurgique.

Au Nord-Ouest, on trouve une cellule jaune à l'extérieur du cercle indiquant les émissions provenant du site Versalis.

Quelques concentrations élevées sont observées à l'Ouest du site. Il est difficile de leur attribuer une origine, cette direction ne comportant pas d'installation industrielle.

Enfin, la rose met également en évidence quelques émissions venant du Sud et potentiellement attribuables à la station GASSCO.

5.1.5. Rose des pollutions du toluène



Figure 18 : Rose de pollution 2025 du toluène sur la station de Mardyck – données MétéoFrance

La rose des pollutions du toluène est tracée pour les concentrations entre 0 et 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, obtenue au cours de l'année 2025. Elle montre clairement la direction unique du Nord-Ouest dans laquelle se rencontrent les plus fortes concentrations. Cette direction est celle où se situe le site Versalis et donc l'origine des émissions. Deux cellules présentes à l'Ouest et au Sud indiquent la présence d'émissions dans ces directions. Comme pour le benzène, on ne connaît pas de sources à l'Ouest tandis qu'au Sud, la plateforme GASSCO pourrait être à l'origine. Enfin, des émissions au Nord-Est et au Sud-Est (cellules vert-jaune) sont mises en évidence et indiquent une origine de la plateforme de TotalEnergies. Les concentrations horaires sont toutefois voisines de 20 à 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ donc inférieures au seuil d'information.

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, ceci quel que soit l'émetteur des COV. C'est ainsi 18 notes qui ont été envoyées à l'industriel en 2025, soit nettement moins que 2024 (26 notes). 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 connues 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.

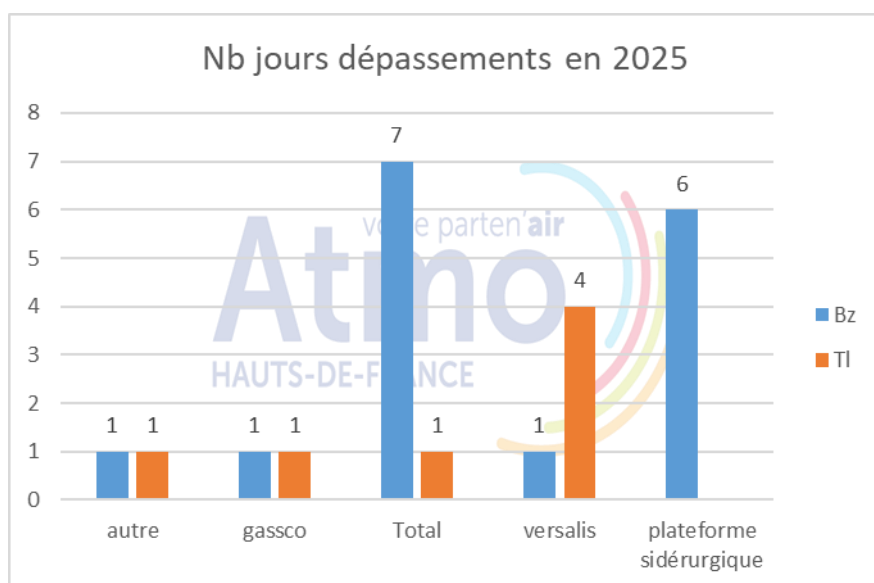


Figure 19 : Dépassement des seuils prédéfinis d'information selon les directions d'origine

L'année 2025 se caractérise par un nombre de jours total de dépassements (benzène et toluène) toujours plus faible par rapport aux dernières années ; 23 jours en 2025 contre 27 jours en 2024 et 35 en 2023. La majorité des dépassements est attribuée au benzène avec 16 jours, les émetteurs étant principalement la plateforme sidérurgique et la plateforme TotalEnergies (les 2 principales barres bleues). On notera la quasi absence de pointes émanant de Versalis en 2025 (une seule journée) alors qu'il y en avait régulièrement 6 ou 7 jours en 2023 et 2024.

A l'inverse et comme en 2024, l'émetteur principal à l'origine des pics de toluène supérieurs à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est le site Versalis pour 4 jours de dépassements contre 4 en 2024 et 12 épisodes en 2023. La hausse de la concentration ambiante ne s'est pas traduite par davantage d'épisodes aigus de pollution.

6. Au regard des campagnes précédentes

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

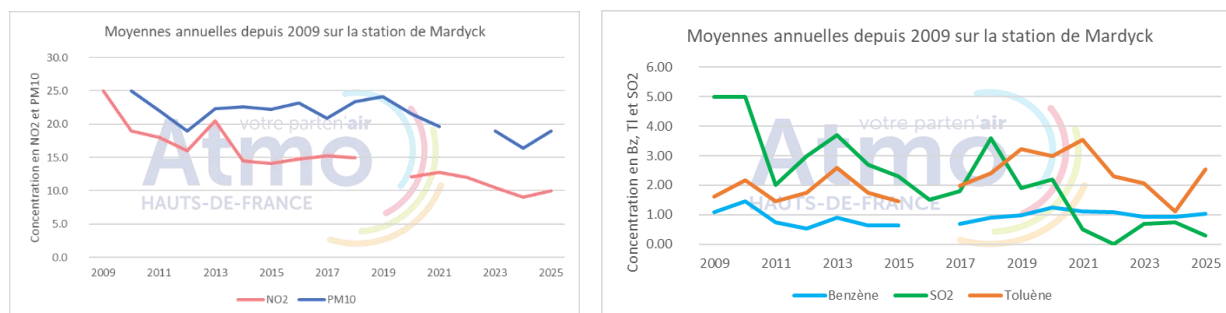


Figure 20 : Evolution des moyennes annuelles depuis 2009 sur la station de Mardyck

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. Cette baisse marque une pause en 2025. Concernant les particules PM10, la baisse régulière est là aussi stoppée en 2025. 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, largement sous la limite de détection de l'appareil.

Après une orientation à la hausse jusqu'en 2020, la concentration annuelle en benzène est stabilisée depuis 2021 aux environs de 1 µg/m³, ce qui est proche des concentrations moyennes mesurées dans les années 2009-2010. La concentration ambiante moyenne en toluène retrouve son niveau de 2022-2023 après une baisse qui aura été de courte durée 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.

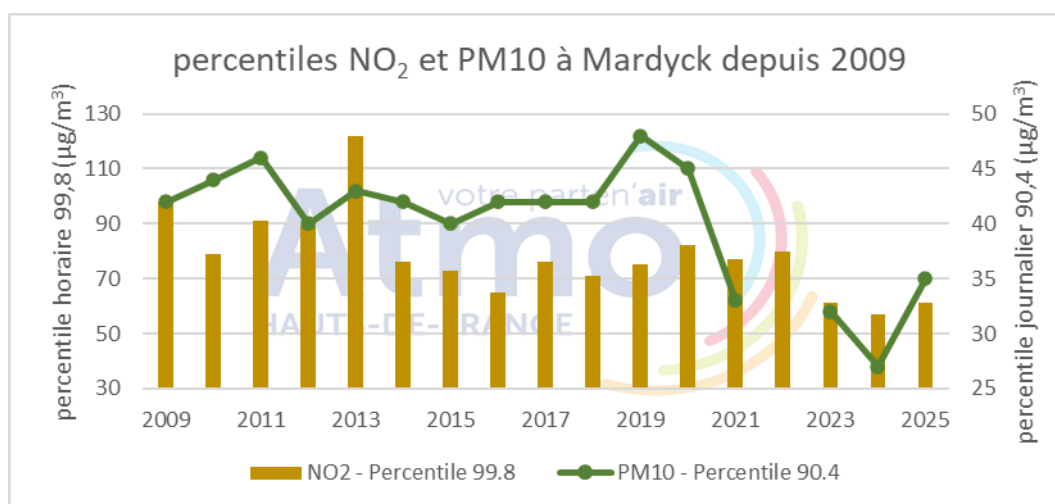


Figure 21 : Evolution des percentiles pour NO₂ et PM₁₀ sur la station de Mardyck depuis 2009

Pour le NO₂, le percentile 99,8 qui valait 98 µg/m³ en 2009 est stabilisé à 61 µg/m³ en 2025, et est stable depuis 2023 (échelle axe gauche). La réglementation est largement respectée, la valeur de 200 µg/m³ n'étant pas atteinte.

Le percentile 90,4 journalier des PM₁₀ a bien diminué à partir de 2021 et est remonté à 35 µg/m³ en 2025 après être passé par 27 µg/m³ en 2024 (échelle axe droit). Cela traduit une nette diminution du nombre de concentrations journalières en PM₁₀ élevées sur la station de Mardyck, même si ce chiffre a réaugmenté en 2025.

Le nombre de jours pour lesquels une concentration horaire supérieure à 10 µg/m³ en benzène est mesurée baisse doucement depuis 2022 avec 16 jours en 2025. Comme vu plus haut, les dépassements liés au benzène ne sont pas attribués à la plateforme Versalis en 2025. Pour le toluène, le seuil de 40 µg/m³ a été dépassé au cours de 7 jours en 2025, soit un nombre plutôt stable comparé aux dernières années. Ces dépassements sont majoritairement liés à l'activité de Versalis.

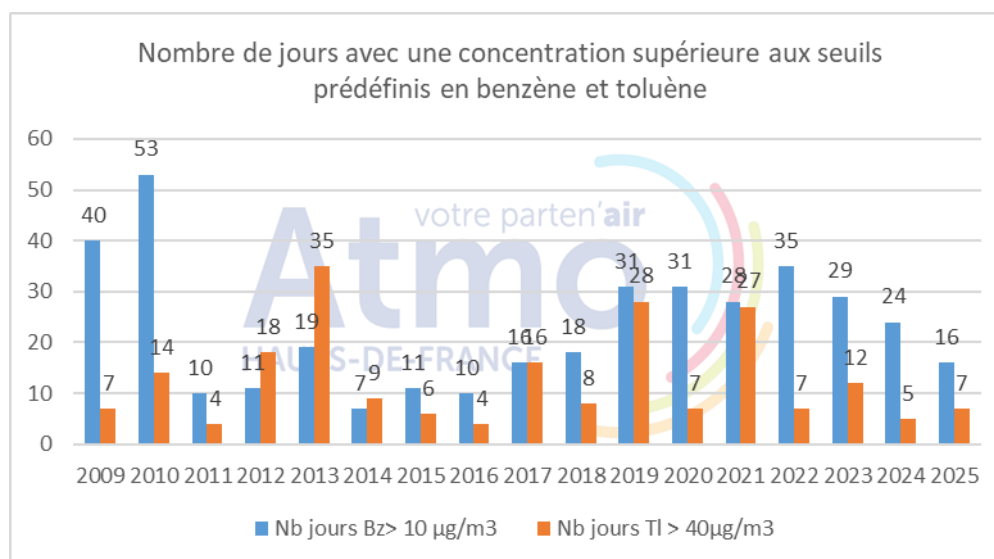


Figure 22 : Evolution du nombre de jours de dépassements pour le benzène et le toluène sur la station de Mardyck depuis 2009

7. Conclusion et perspectives

La surveillance de la zone industrielle autour de Mardyck, opérationnelle depuis 2009, s'est poursuivie en 2025 pour les polluants SO₂, NO₂, PM10 et BTEX. Le fonctionnement des appareils a été bon pour les analyseurs d'oxydes d'azote et BTX mais les analyseurs de PM10 et SO₂ n'ont pas permis de valider 85% des mesures sur l'année. Les indicateurs statistiques sont néanmoins calculés et donneront une bonne indication.

En 2025, la rose des vents enregistrée à partir des données de Météo France à Dunkerque confirme la dominante des vents originaires d'un large secteur Sud-Ouest avec 40% des vents mais le secteur Nord-Est est nettement renforcé avec 30% des vents, ce qui a amené une recrudescence des épisodes de pollution en début d'année.

De manière générale, les concentrations moyennes des polluants sur la zone de Dunkerque ont stoppé leur baisse pour réaugmenter en 2025, ce constat est également fait sur une majorité des stations de la région. Le nombre d'épisodes de pollution par les PM10 a nettement augmenté sur la région et dans le département avec 15 jours de déclenchement du niveau d'information contre 6 jours en 2024. La concentration moyenne mesurée en dioxyde d'azote est plus basse à Mardyck qu'à 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 105 µg/m³ à Mardyck contre 81 µg/m³ à St Pol/mer. L'impact de Versalis sur le NO₂ au niveau de Mardyck est réduit, la rose des pollutions montre que les concentrations les plus importantes sont mesurées par vent de Nord-Est. Pour les PM10, les concentrations moyennes sur les stations du Dunkerquois sont très proches l'une de l'autre. Par contre, Mardyck se distingue par le maximum horaire le plus élevé et le plus grand nombre de dépassements du seuil journalier de 50 µg/m³ avec 10 jours. Sa situation sous les vents de Nord-Est de la plateforme sidérurgique est en partie responsable de cet état. Enfin, pour les BTX, la concentration moyenne en benzène est stable tandis que celle en toluène a augmenté en 2025 pour revenir vers sa valeur de 2023.

Depuis 2018, 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 et/ou 40 µg/m³ en toluène, ceci quelle que soit l'origine du polluant. En 2025, 23 journées de dépassements de l'un de ces seuils ont été répertoriées, contre 29 journées en 2024. Dans l'ensemble, ce nombre est en décroissance depuis 2022. Le croisement avec l'origine des vents a montré que les dépassements de benzène ne sont pas majoritairement liés aux émissions du site Versalis mais proviennent des sites industriels voisins (plateforme sidérurgique et plateforme de stockage de TotalEnergies). Par contre, les dépassements de toluène lui sont attribués.

La convention liant Versalis et Atmo Hauts-de-France arrivait à terme en décembre 2025. Elle a été prolongée d'un an en janvier 2026. En 2023, Versalis a demandé à Atmo d'étudier la faisabilité de mesurer le 1,3 butadiène simultanément au benzène et au toluène. Des essais réalisés en 2024 avec la chaîne analytique en place ont mis en évidence des problèmes de co-élution de plusieurs composés qui faussent la mesure du butadiène. Ce problème se résout via un changement d'appareillage qui a été acquis en 2025. Il sera 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

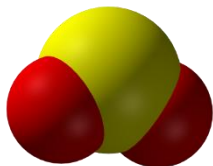
Valeur cible : niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble.

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.

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.

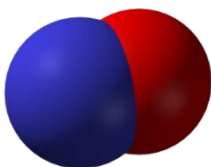
Il participe au phénomène des pluies acides perturbant voire détruisant les écosystèmes fragiles. Il peut également acidifier les sols et les océans. Il contribue à la dégradation de la pierre et des matériaux des monuments.

99

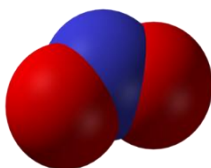
Les oxydes d'azote (NO_x)

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.

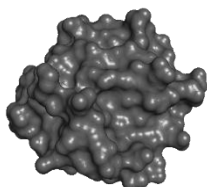
Les NO_x participent au phénomène des pluies acides et à l'accroissement de l'effet de serre.

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 cancérogènes 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.

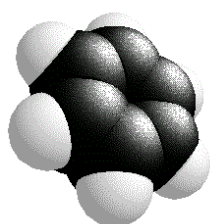
99

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 cancérogènes (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.fr](http://www.atmo-hdf.fr)²) et **7 stations mobiles**. En 2025 et en application de la nouvelle stratégie de surveillance, 7 sites fixes ont été fermés et 26 mesures ont été arrêtées.

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 (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.

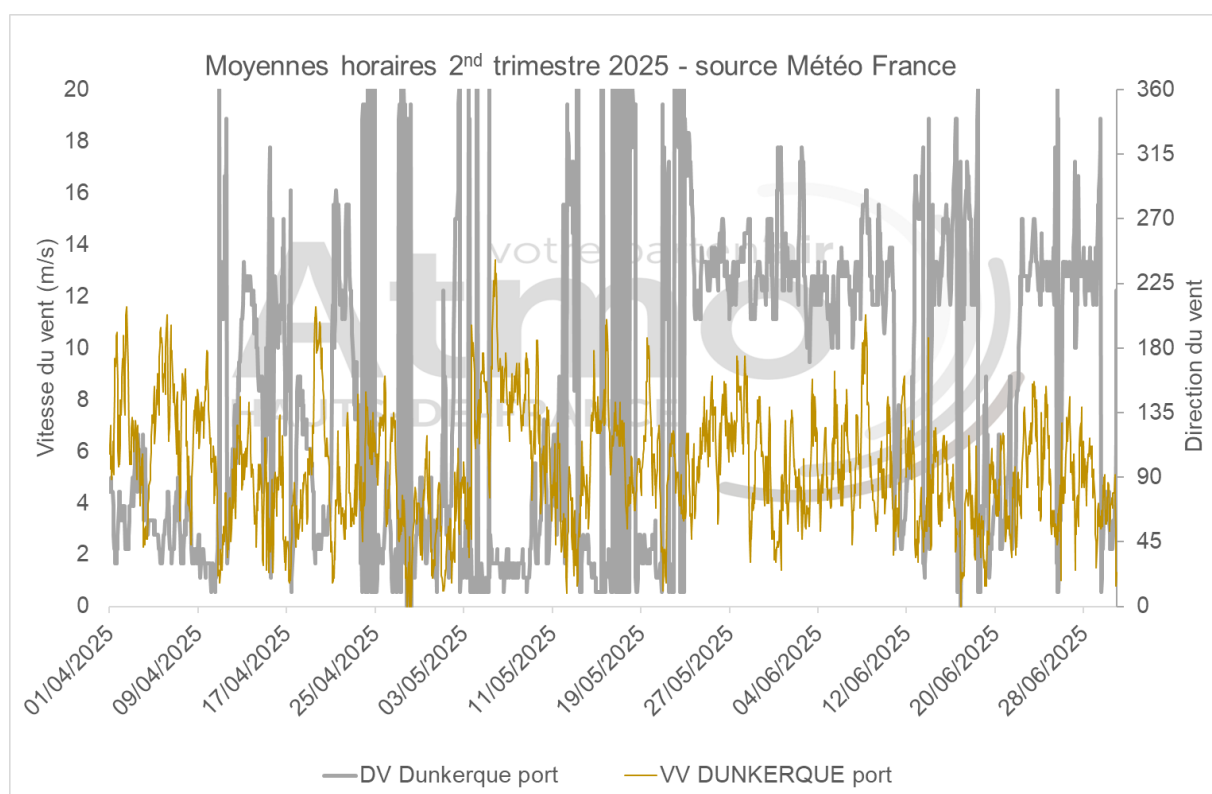
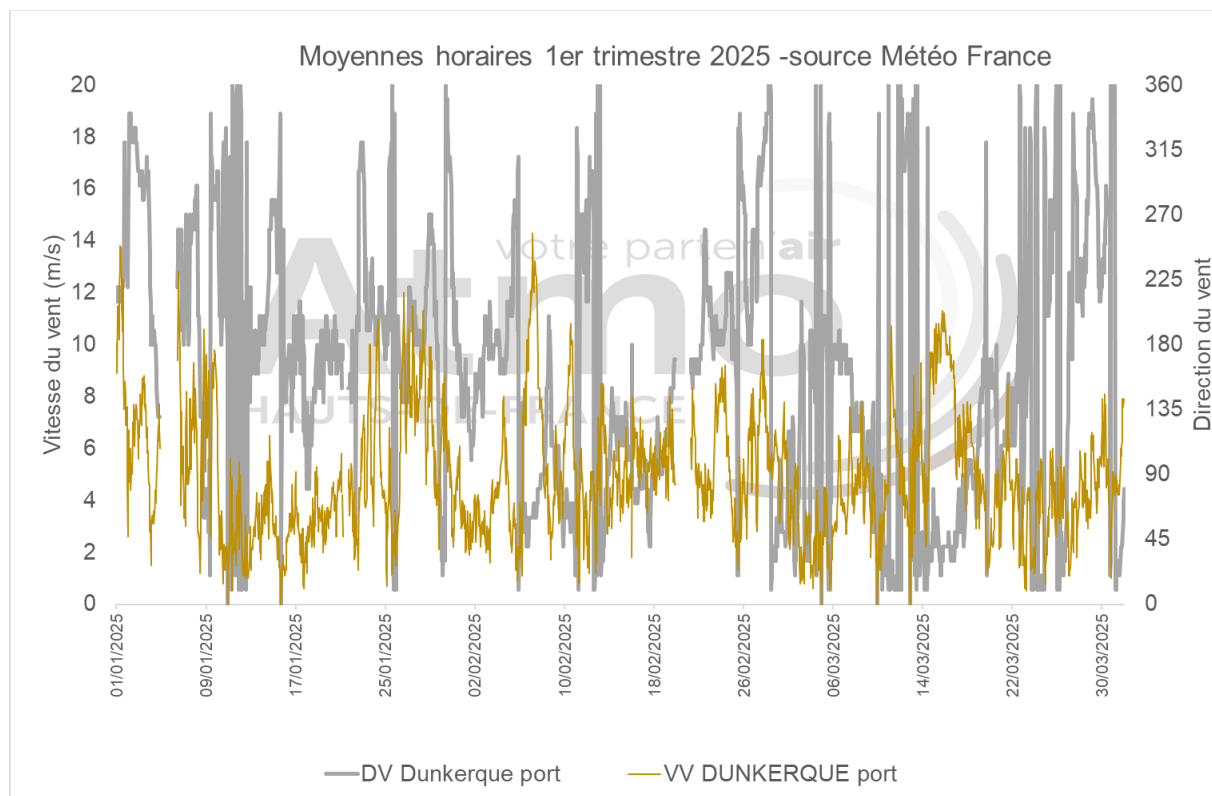


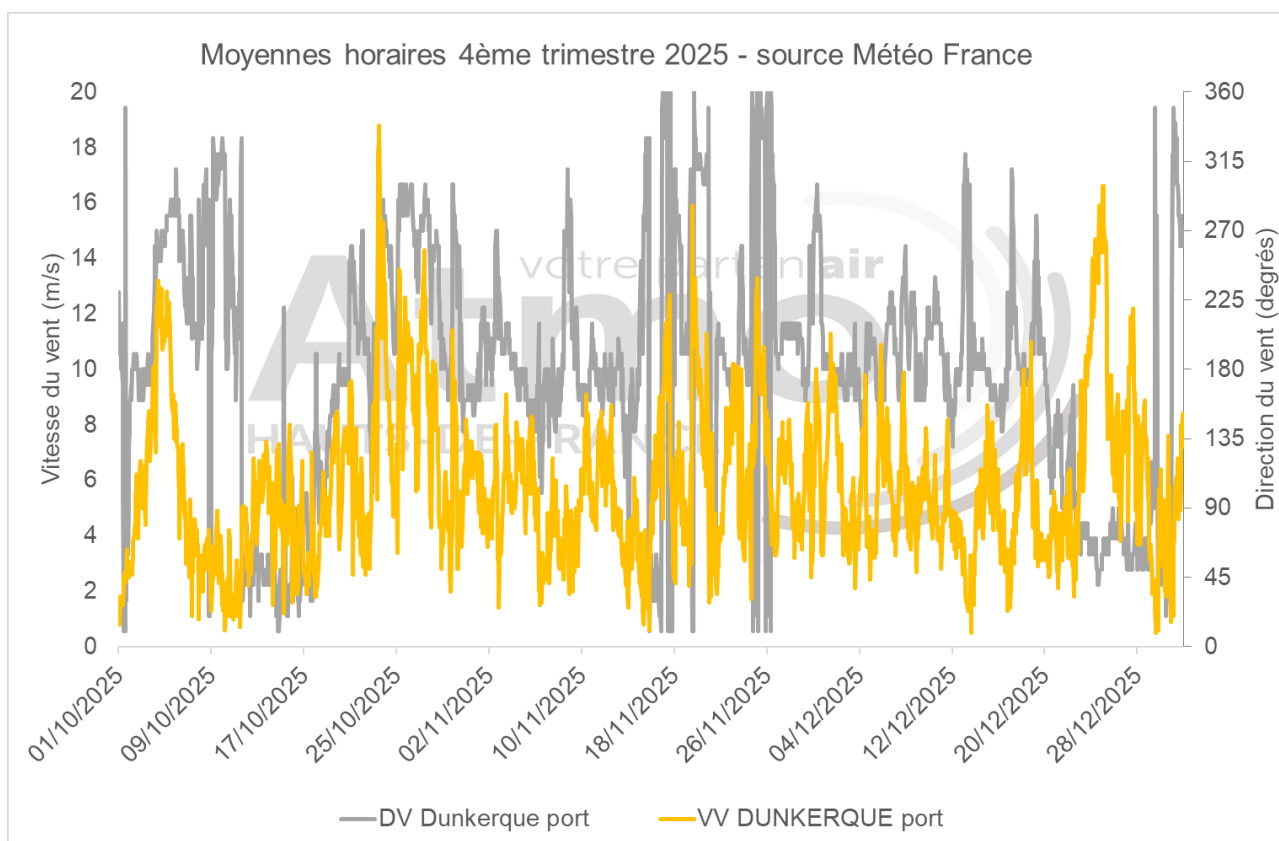
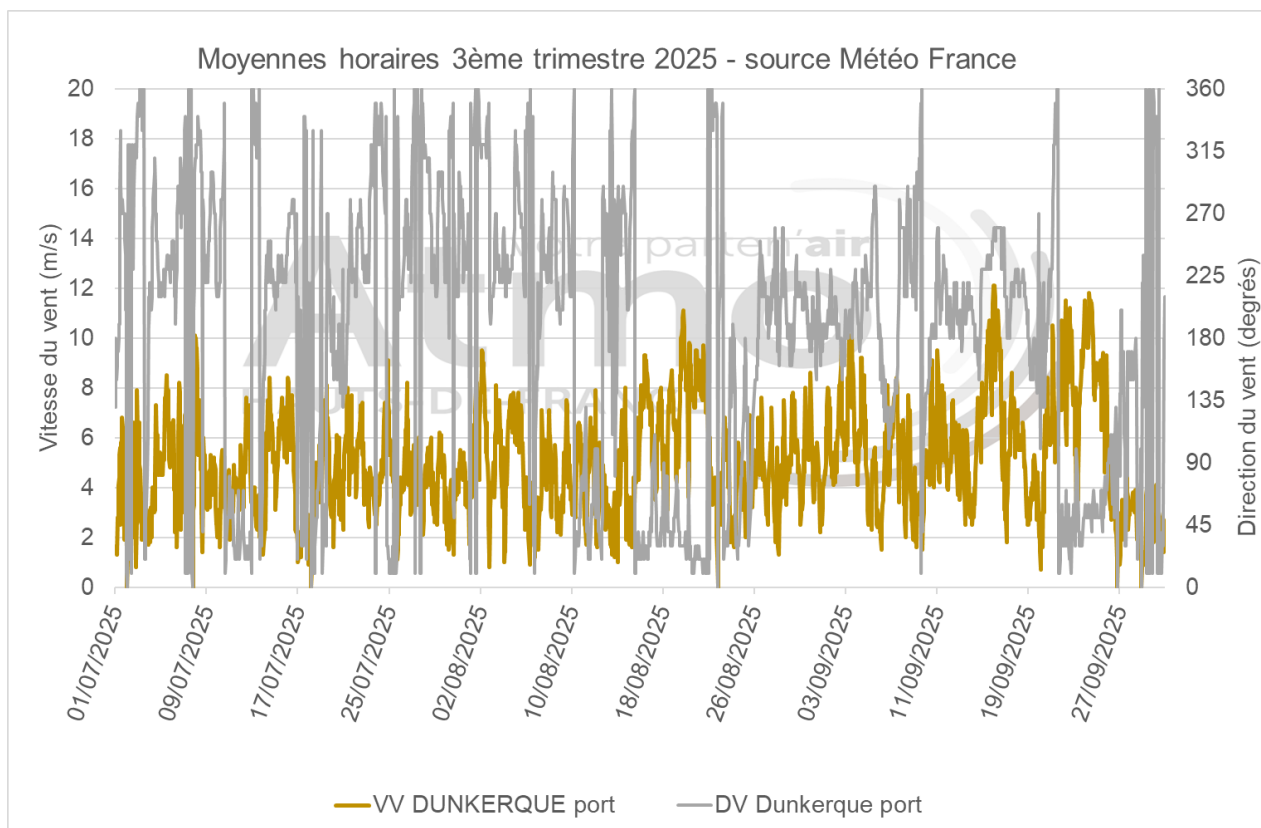
Atmo Hauts-de-France sous-traite les analyses à des laboratoires évalués et sélectionnés chaque année par ses soins à partir de cahiers des charges élaborés suivants des critères normatifs et réglementaires et tarifaires.

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 2025





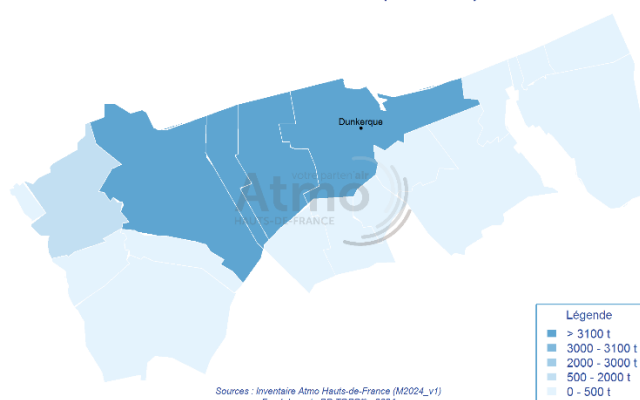
Annexe 5 : Fiches des émissions de polluants

Les émissions totales pour l'année 2022 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 :

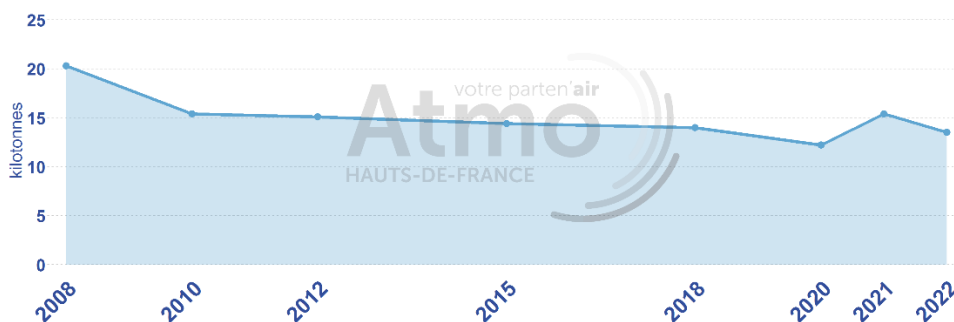
- l'extraction, la transformation et la distribution d'énergie d'une part,
- l'industrie manufacturière, le traitement des déchets et la construction d'autre part.

Emissions des NOx réparties par communes
sur le territoire en 2022 (en tonnes)



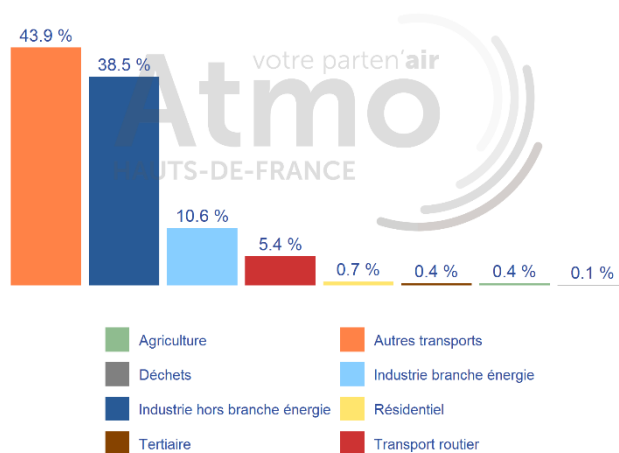
Evolution chronologique des émissions des NOx
tous secteurs confondus sur le territoire

Source : Inventaire des émissions Atmo Hauts-de-France (M2024_v1)

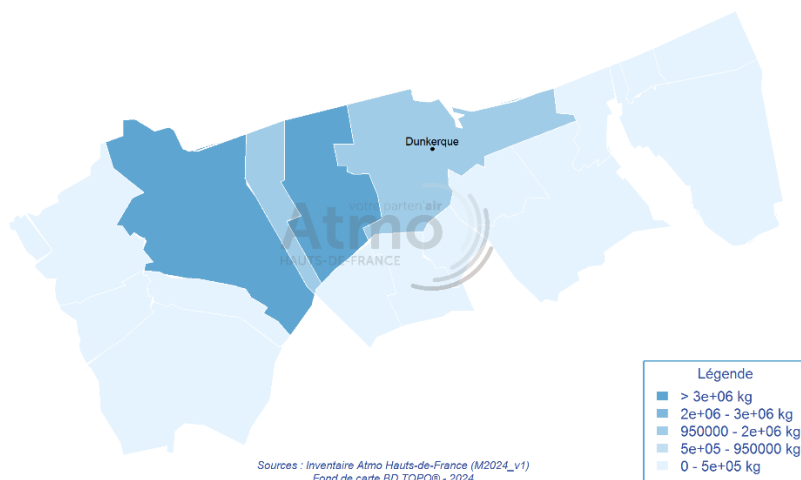


CU de Dunkerque : Répartition des émissions des NOx par secteur PCAET en 2022

Source : Inventaire des émissions Atmo Hauts-de-France (M2024_v1)

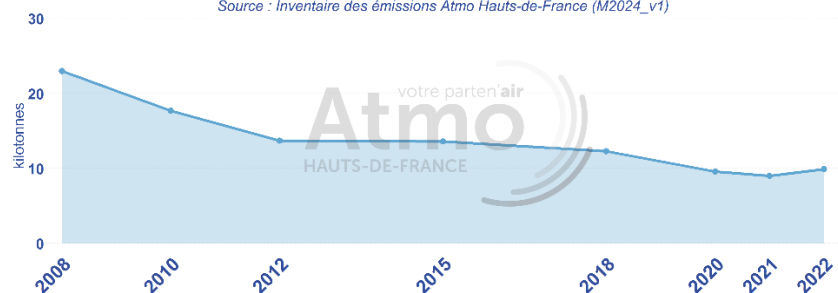


Emissions de SO2 réparties par communes sur le territoire en 2022 (en kilogrammes)



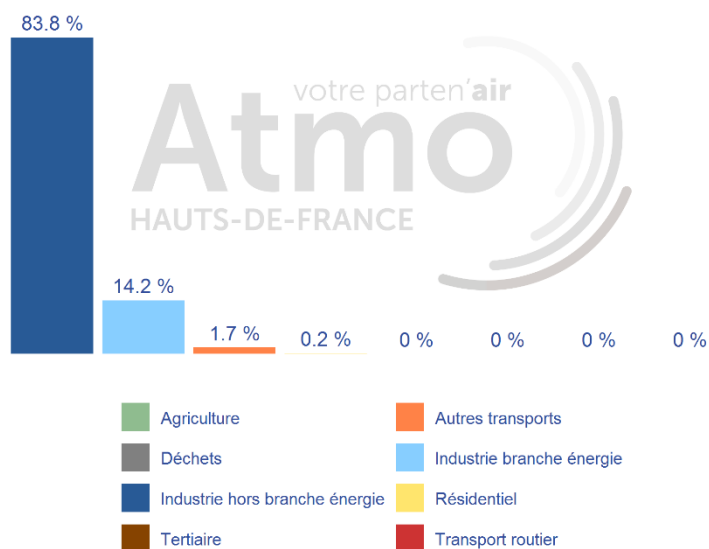
Evolution chronologique des émissions de SO2 tous secteurs confondus sur le territoire

Source : Inventaire des émissions Atmo Hauts-de-France (M2024_v1)

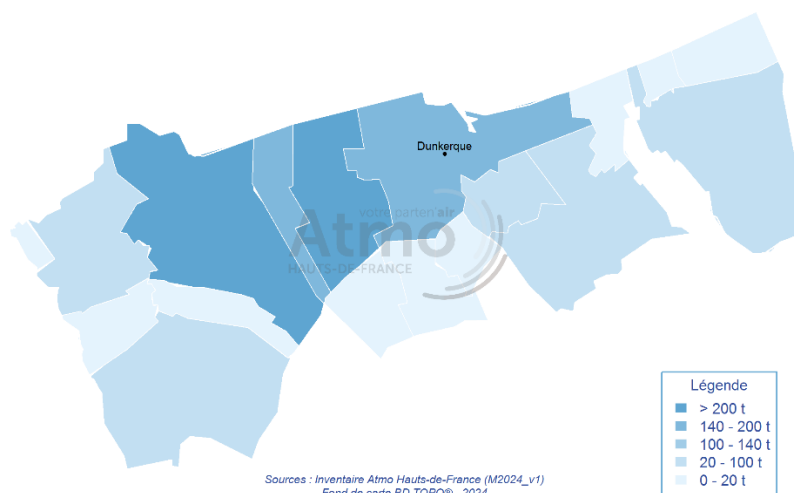


CU de Dunkerque : Répartition des émissions de SO₂ par secteur PCAET en 2022

Source : Inventaire des émissions Atmo Hauts-de-France (M2024_v1)

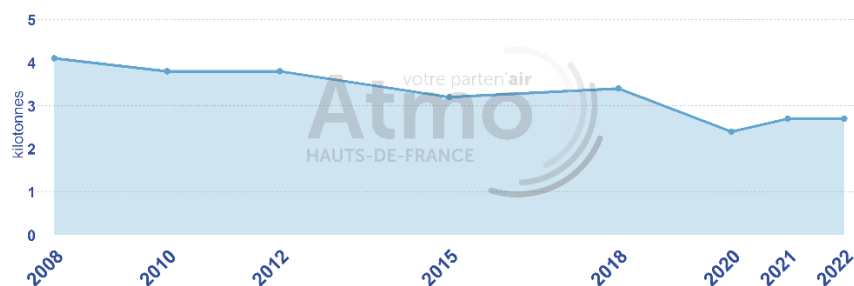


Emissions des PM₁₀ réparties par communes sur le territoire en 2022 (en tonnes)



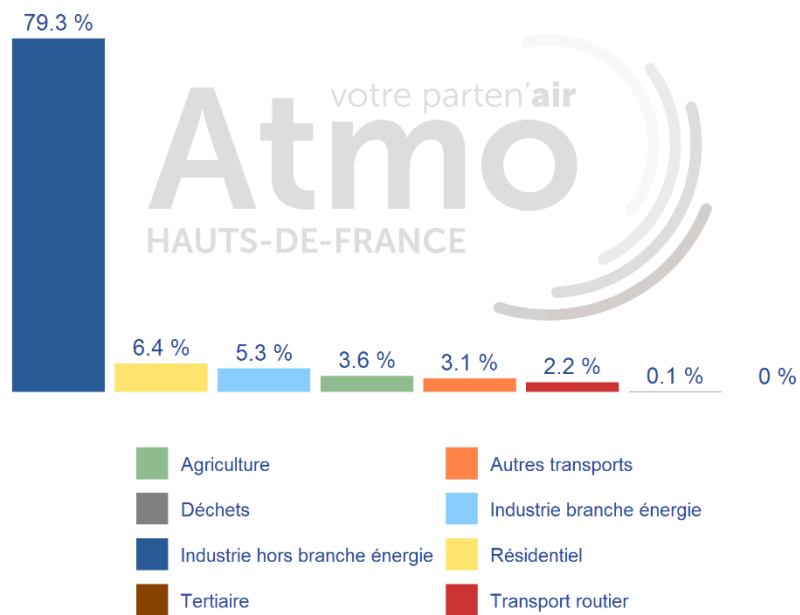
Evolution chronologique des émissions des PM₁₀ tous secteurs confondus sur le territoire

Source : Inventaire des émissions Atmo Hauts-de-France (M2024_v1)

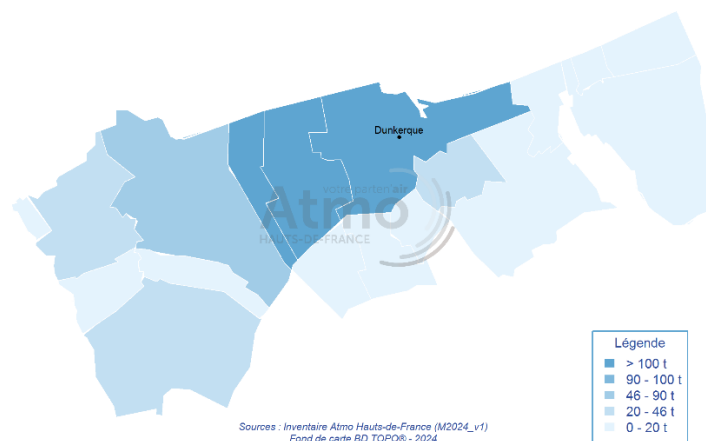


CU de Dunkerque : Répartition des émissions des PM10 par secteur PCAET en 2022

Source : Inventaire des émissions Atmo Hauts-de-France (M2024_v1)

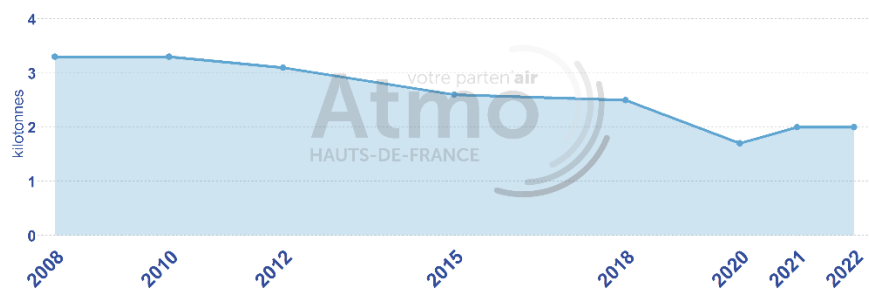


Emissions des PM2.5 réparties par communes sur le territoire en 2022 (en tonnes)



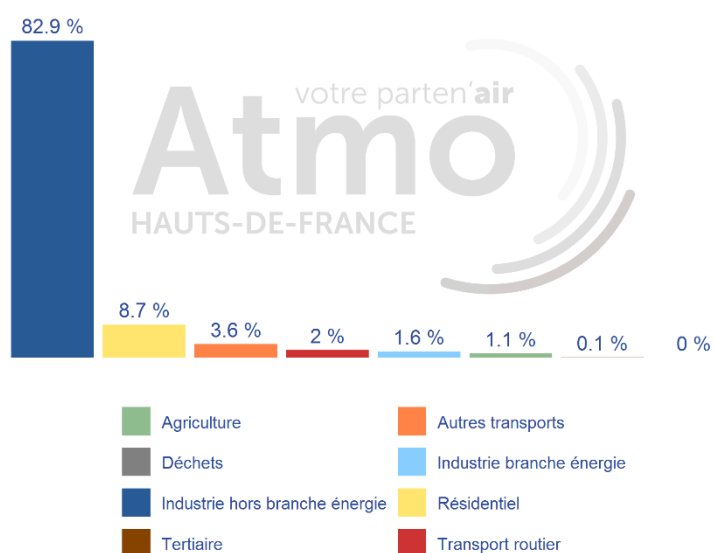
Evolution chronologique des émissions des PM2.5 tous secteurs confondus sur le territoire

Source : Inventaire des émissions Atmo Hauts-de-France (M2024_v1)

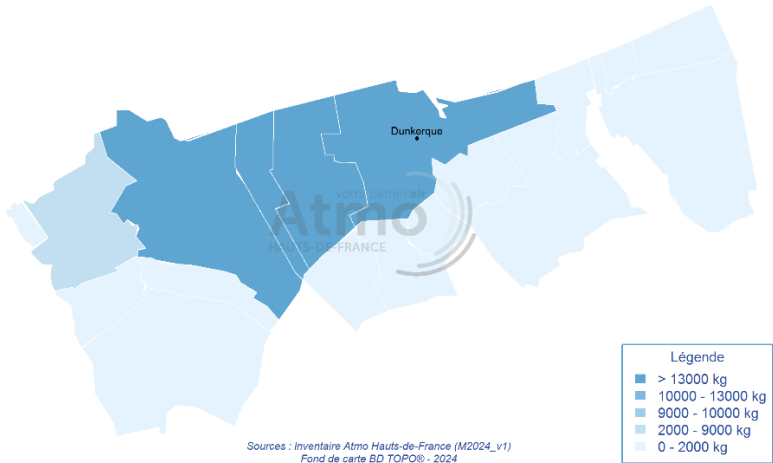


CU de Dunkerque : Répartition des émissions des PM2.5 par secteur PCAET en 2022

Source : Inventaire des émissions Atmo Hauts-de-France (M2024_v1)

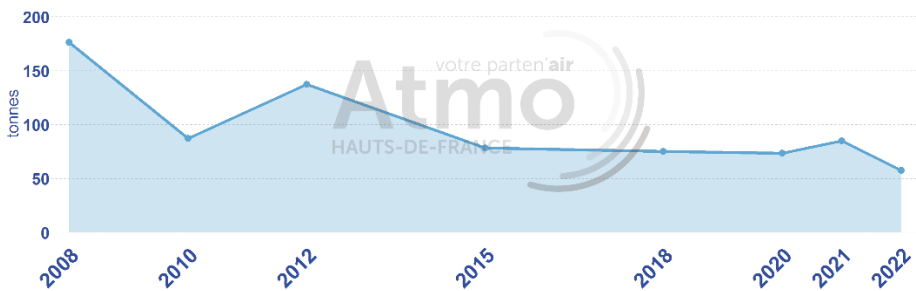


Emissions de C6H6 réparties par communes sur le territoire en 2022 (en kilogrammes)



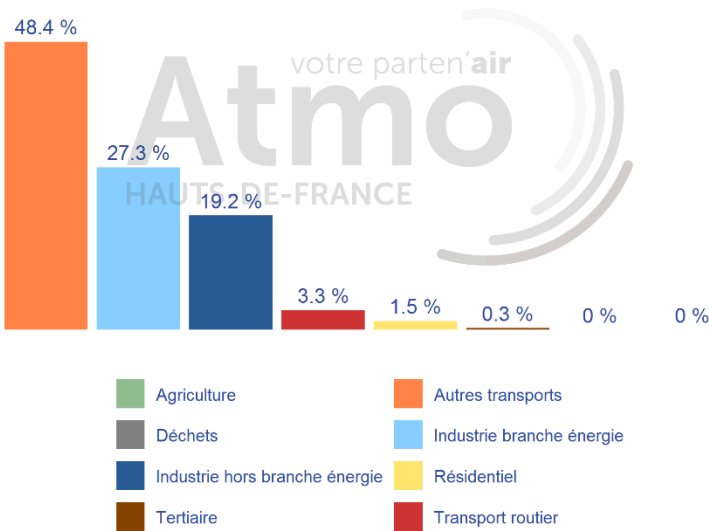
Evolution chronologique des émissions de C6H6 tous secteurs confondus sur le territoire

Source : Inventaire des émissions Atmo Hauts-de-France (M2024_v1)

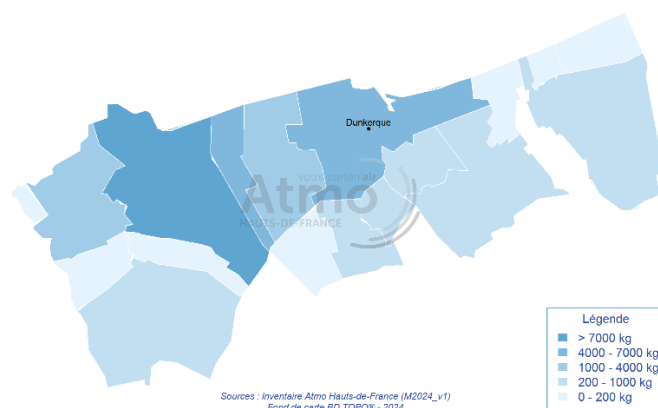


CU de Dunkerque : Répartition des émissions de C6H6 par secteur PCAET en 2022

Source : Inventaire des émissions Atmo Hauts-de-France (M2024_v1)

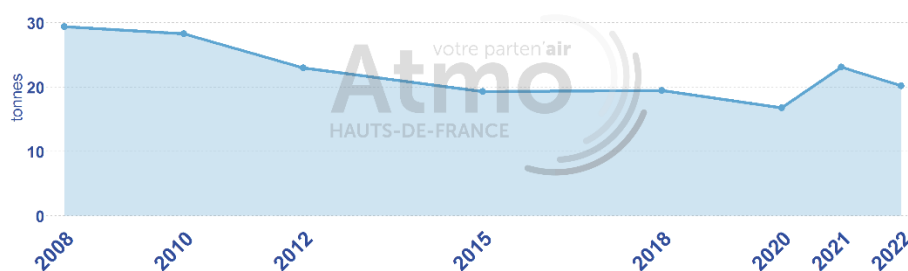


Emissions de Toluène réparties par communes sur le territoire en 2022 (en kilogrammes)



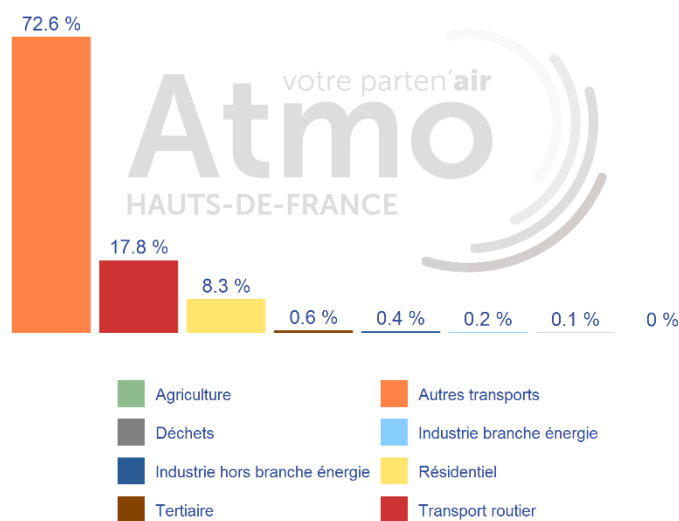
Evolution chronologique des émissions de Toluène tous secteurs confondus sur le territoire

Source : Inventaire des émissions Atmo Hauts-de-France (M2024_v1)

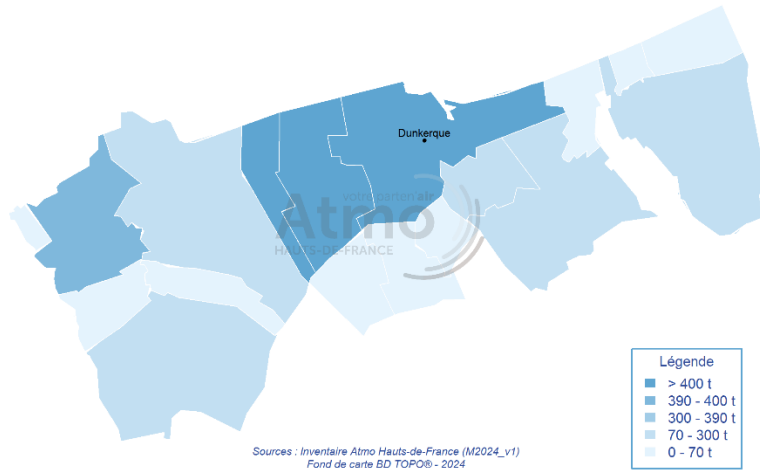


CU de Dunkerque : Répartition des émissions de Toluène par secteur PCAET en 2022

Source : Inventaire des émissions Atmo Hauts-de-France (M2024_v1)

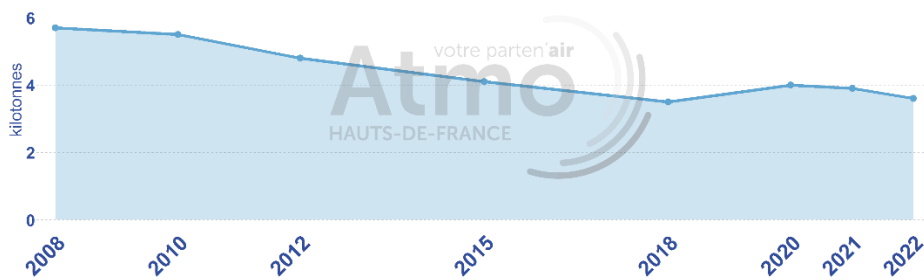


Emissions des COVnM réparties par communes sur le territoire en 2022 (en tonnes)



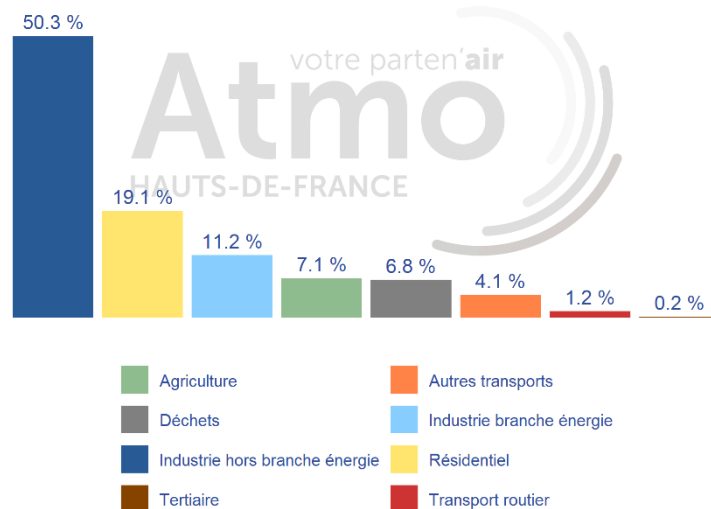
Evolution chronologique des émissions des COVnM tous secteurs confondus sur le territoire

Source : Inventaire des émissions Atmo Hauts-de-France (M2024_v1)



CU de Dunkerque : Répartition des émissions des COVnM par secteur PCAET en 2022

Source : Inventaire des émissions Atmo Hauts-de-France (M2024_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/m³ en moyenne annuelle		-
	50 µg/m³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours/an	30 µg/m³ en moyenne annuelle	-
PM2.5	25 µg/m³ en moyenne annuelle	10 µg/m³ en moyenne annuelle	20 µg/m³ 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 glissantes</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/m³ en moyenne annuelle		-
	200 µg/m³ en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures/an		-
SO ₂	125 µg/m³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours/an	50 µg/m³ en moyenne annuelle	-
	350 µg/m³ en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 24 heures/an	-	-
CO	10 mg/m³ pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures glissantes	-	-
Benzène	5 µg/m³ en moyenne annuelle	2 µg/m³ en moyenne annuelle	-
Plomb (Pb)	0,5 µg/m³ en moyenne annuelle	0,25 µg/m³ en moyenne annuelle	-
Arsenic (As)	-	-	6 ng/m³ en moyenne annuelle
Cadmium (Cd)	-	-	5 ng/m³ en moyenne annuelle
Nickel (Ni)	-	-	20 ng/m³ en moyenne annuelle
B(a)P	-	-	1 ng/m³ en moyenne annuelle

(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.



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

Atmo Hauts-de-France

Observatoire de l'Air

199, rue Colbert – Bâtiment Douai

59000 Lille

