

RAPPORT D'ETUDE

02/2023/JYS/V1

Suivi de la qualité de l'air en proximité industrielle

Sur le site de Mardyck (59)

Etude menée en 2023



Auteur : Jean Yves Saison

Relecteur : Arabelle Patron-Anquez

Diffusion : Juin 2024



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°02/2023/JYS/V1**. 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.....	6
2. Enjeux et objectifs de l'étude	7
3. Matériels et méthodes.....	7
3.1. Matériel utilisé.....	7
3.2. Localisation.....	8
3.3. Méthode utilisée.....	9
4. Contexte environnemental	9
4.1. Emissions connues.....	9
4.2. Contexte météorologique.....	13
4.3. Episodes de pollution	14
5. Résultats de l'étude	15
5.1. Bilan métrologique	15
5.1. Le dioxyde de soufre SO ₂	16
5.2. Le dioxyde d'azote NO ₂	19
5.1. Le monoxyde d'azote NO	22
5.2. Les particules en suspension PM10.....	24
5.1. Les BTEX.....	28
6. Campagne de mesure des BTX par tubes passifs	34
6.1. Objectif de la campagne	34
6.2. Résultats des mesures.....	35
6.3. Bilan de la campagne par tubes.....	39
7. Au regard des campagnes précédentes	40
8. Conclusion et perspectives.....	42

Annexes

Annexe 1 : Glossaire.....	43
Annexe 2 : Origines et impacts des polluants surveillés.....	45
Annexe 3 : Modalités de surveillance	47
Les stations de mesures.....	47
Critères d'implantation des stations fixes	47
Techniques de mesures	48
Annexe 4 : Météorologie	50
Vents	50
Annexe 5 : Fiches des émissions de polluants	52
Annexe 6 : Repères réglementaires.....	63
Annexe 7 : Résultats des tubes passifs	65

Illustrations

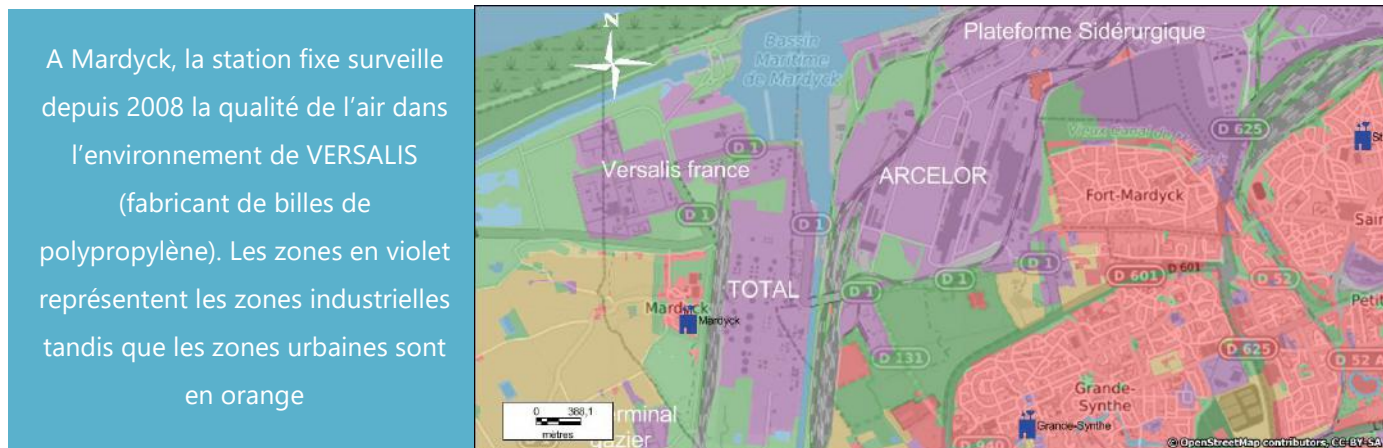
Figure 1 : Localisation et aperçu du site de mesure de Mardyck.....	8
Figure 2 : Passage des émissions aux concentrations dans l'air.....	9
Figure 3 : Localisation des émetteurs industriels autour de Mardyck et station (cercle rouge).....	10
Figure 5 : Frise des épisodes de pollution atmosphérique en région Hauts de France en 2023	14
Figure 6 : Graphe présentant les moyennes horaires 2023 de SO ₂	17
Figure 7 : Rose de pollution 2023 du SO ₂ sur la station de Mardyck.....	18
Figure 8 : Graphe présentant les moyennes horaires 2023 de NO ₂	20
Figure 9 : Rose de pollution 2023 du NO ₂ sur la station de Mardyck.....	21
Figure 10 : Graphe présentant les moyennes horaires 2023 de NO.....	23
Figure 11 : Graphe présentant les moyennes horaires 2023 de PM ₁₀	25
Figure 12 : Concentrations journalières 2023 des PM10 sur les stations Dunkerquoises	26
Figure 13 : Roses de pollution 2023 des PM ₁₀ sur la station de Mardyck	27
Figure 14 : Concentrations horaires 2023 en benzène sur les stations de Mardyck et Lille	30
Figure 15 : Concentrations horaires 2023 en toluène sur les stations de Mardyck et Lille	31
Figure 16 : Roses de pollution 2023 du benzène sur la station de Mardyck – données Météo France	32
Figure 17 : Roses de pollution 2023 du toluène sur la station de Mardyck – données MétéoFrance	33
Figure 18 : Dépassement des seuils internes d'information selon les directions d'origine	34
Figure 19 : Situation des sites recevant un tube passif.....	35
Figure 20 : Mesures horaires obtenues sur la station fixe au cours de la période estivale.....	36
Figure 21 : Rose des vents pour la période du 28 août au 25 septembre 2023.....	36
Figure 22 : Concentrations en benzène relevées sur les tubes passifs-campagne estivale	36
Figure 23 : Concentrations en toluène relevées sur les tubes passifs-campagne estivale.....	37
Figure 24 : Rose des vents pour la période du 12 février au 12 mars 2024.....	37
Figure 25 : Mesures horaires obtenues sur la station fixe au cours de la période hivernale.....	38
Figure 26 : Concentrations en benzène relevées sur les tubes passifs-campagne hivernale.....	38
Figure 27 : Concentrations en toluène relevées sur les tubes passifs-campagne hivernale.....	39
Figure 28 : Evolution des moyennes annuelles depuis 2009 sur la station de Mardyck.....	40
Figure 29 : Evolution des percentiles pour NO ₂ et PM10 sur la station de Mardyck depuis 2009...	41
Figure 30 : Evolution du nombre de jours de dépassements pour le benzène et le toluène sur la station de Mardyck depuis 2009	41



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 2023

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 2023 respectent la réglementation annuelle. Les concentrations moyennes obtenues pour les polluants surveillés en 2023 ont encore baissé légèrement par rapport aux années précédentes. Les dépassements de seuil de la moyenne journalière de 50 µg/m³ en PM10 sur le site de Mardyck ont nettement baissé avec seulement 3 jours en 2023, le nombre de jours le plus faible depuis 2009. Pour les BTX, on enregistre 29 jours (-6 jours par rapport à 2022) présentant une concentration ambiante horaire en benzène supérieure à 10 µg/m³ et 12 jours pour le toluène au seuil de 40 µg/m³ (+ 5 jours).

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.

Depuis 2017, la surveillance de la qualité de l'air s'est poursuivie en collaboration avec VERSALIS France uniquement selon les termes de la convention n° 5120006071 signée le 9 janvier 2020 et définissant l'accord passé entre Versalis France et Atmo Hauts-de-France. Cette convention, valable jusqu'au 31 décembre 2022, a été renouvelée début 2023 et concerne les mesures d'oxydes d'azote et de BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes).

Atmo Hauts-de-France continue la mesure des polluants historiques, à savoir le dioxyde de soufre et les particules en suspension PM10. 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 2023 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.

En 2023, une campagne spécifique a été menée pour estimer la répartition des BTEX entre le site industriel et la station fixe afin de voir un éventuel gradient de concentration. Pour cela, des tubes passifs ont été utilisés à raison de 2 campagnes de 4 semaines en été et en hiver.

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

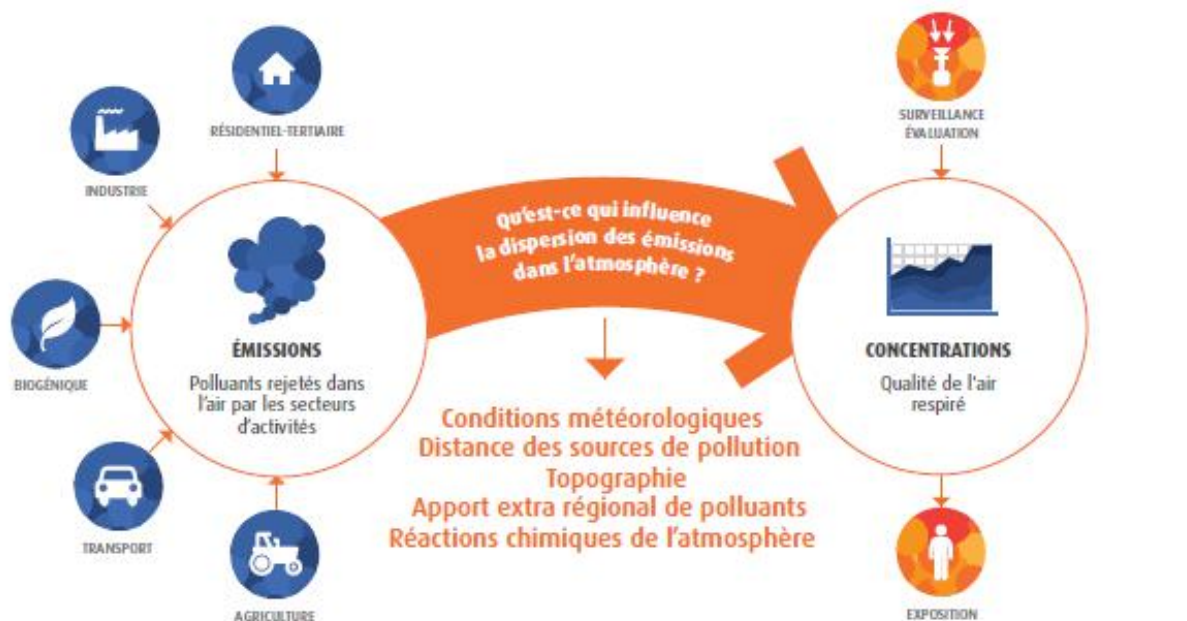


Figure 2 : Passage des émissions aux concentrations dans l'air

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.

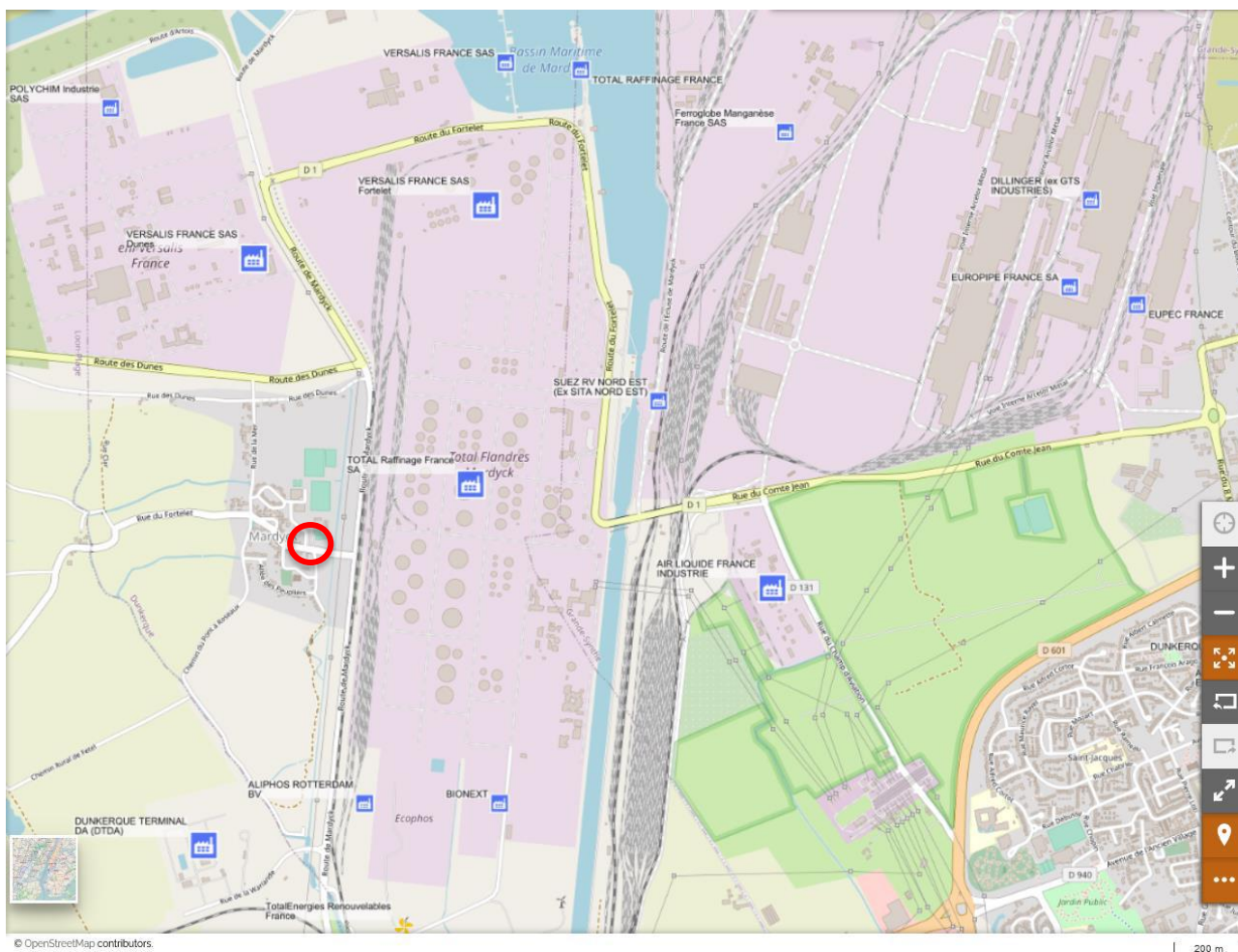


Figure 3 : Localisation des émetteurs industriels autour de Mardyck et station (cercle rouge)

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 (2023 entre parenthèses)

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	kg
	Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)	240	t
	Oxydes de soufre (SOx - SO ₂ + SO ₃) (en eq. SO ₂)	5410	t
	Oxydes d'azote (NOx - NO + NO ₂) (en eq. NO ₂)	4370	t
	Particules (PM10)	2060	t
	Ammoniac (NH ₃)	163	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
POLYCHIM INDUSTRIE Loon Plage	Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)	34,1	t
Liberty Aluminium Dunkerque Loon Plage	Oxydes de soufre (SOx/SO ₂)	3180	t
	Oxydes d'azote	219	t
	Poussières totales	145	t
Engie Thermique France – centrale DK6	Oxydes d'azote (NOx - NO + NO ₂) (en eq. NO ₂)	944	t
	Oxydes de soufre (SOx - SO ₂ + SO ₃) (en eq. SO ₂)	542	t
Imerys Aluminates Loon plage - cimenterie	Oxydes d'azote (NOx - NO + NO ₂) (en eq. NO ₂)	304	t
	Oxydes de soufre (SOx - SO ₂ + SO ₃) (en eq. SO ₂)	185	t
	Protoxyde d'azote N ₂ O	13,9	t
	Ammoniac NH ₃	37,9	t
	Monoxyde de carbone CO	508	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 l'année 2022 (dernière année disponible)

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 baisse des émissions pour l'entreprise Versalis en 2022 par rapport à 2021 (moins 1200 kg). Il en est de même pour ArcelorMittal dont les émissions baissent de 8,8 tonnes (de 28,8 t en 2021 à 20 t en 2022). 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

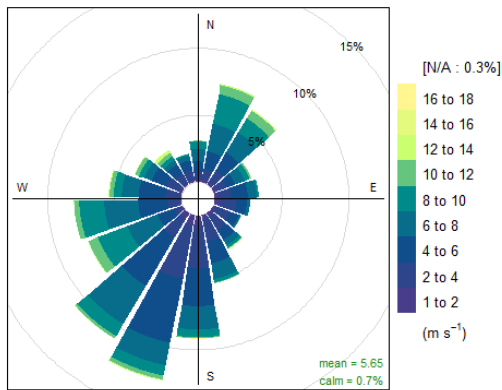


Le contexte météorologique peut avoir un impact sur les conditions de dispersion de la pollution atmosphérique.

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 2023.



Rose des vents à MétéoFrance Dunkerque du 01/01/2023 à 00h00 (TU) au 01/01/2024 à 00h00 (TU) (données horaires)

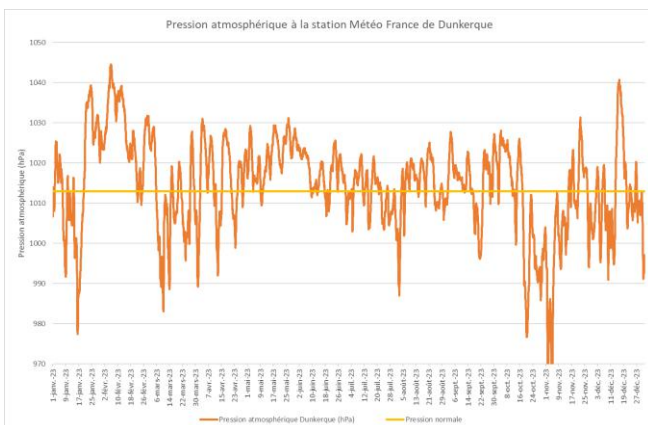
66

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



La rose des vents obtenue pour l'année 2023 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 de fin janvier à mi février et à l'inverse, des pressions faibles ont été mesurées de mi-octobre à mi-novembre. 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 2023 au niveau de la région des Hauts-de-France.

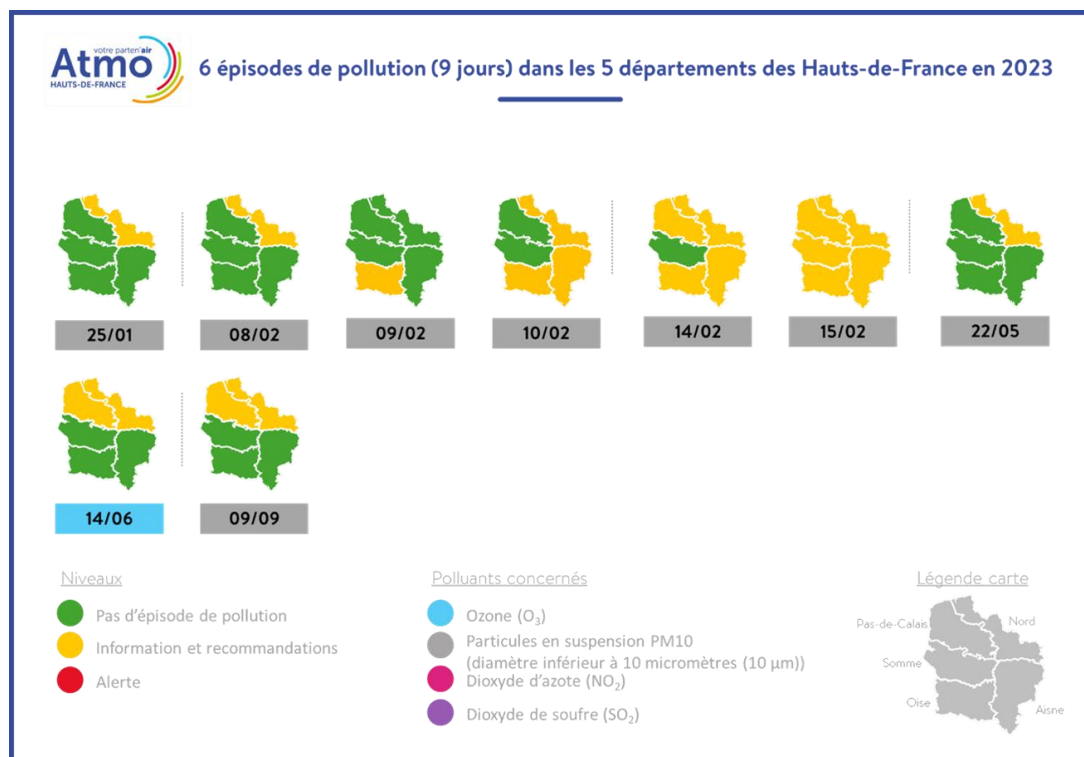



Figure 5 : Frise des épisodes de pollution atmosphérique en région Hauts de France en 2023

Dans le Nord, l'année 2023 se caractérise par 9 jours de dépassements de seuil (information ou alerte) contre 19 jours en 2022 et 8 jours en 2021. Ces dépassements sont essentiellement regroupés sur le mois de février. Dans la région, le département du Nord est systématiquement concerné par les dépassements liés aux particules PM10 à l'exception de la journée du 9 février. Pour l'ozone, le seuil d'information n'a été atteint qu'une seule fois le 14 juin.

Le seuil d'alerte pour les particules ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) n'a pas été atteint en 2023.

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 2023	95,1 %	95,1 %	93,8 %	78,7 %	87,5 %	87,5 %

En 2023, les taux de présence des données des oxydes d'azote, du dioxyde de soufre et des BTX sur la station de Mardyck sont supérieurs à 85%. Les données sont donc exploitables. Les mesures des PM10, réalisées hors convention, n'atteignent pas les 85% de présence et la moyenne annuelle n'est donc pas exploitable pour cette mesure. Tous les paramètres statistiques ne pourront pas être calculés.

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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
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 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
Année civile 2022	Mardyck	Industrielle	< LD	6 le 23/12/2022	0	43 le 18/05/2022 18 :00	0
	Grande-Synthe	Industrielle	< LD	32 le 08/12/2022	0	177 le 03/06/2022 17 :00	0
	Gravelines	Industrielle	< LD	32 le 26/03/2022	0	100 le 21/04/2022 15 :00	0
	St Pol/mer	Urbaine	< LD	48 le 16/09/2022	0	134 le 05/08/2022 14 :00	0
	Cappelle	périurbaine	< LD	10 le 14/05/2022	0	67 le 30/11/2022 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 :

Les moyennes annuelles en SO₂ des stations de l'agglomération Dunkerquoise sont toutes inférieures à la limite de détection. Les maxima mesurés, aussi bien horaires que journaliers sont comparables à ceux mesurés en 2022. Les paramètres obtenus sur la station de Mardyck sont les plus faibles après ceux de la station de Cappelle-la-Grande avec des valeurs de 31 µg/m³ pour le maximum horaire et 12 µg/m³ pour le maximum journalier. Sur les stations de la zone, ces paramètres de pointe diminuent depuis plusieurs années, même si ces valeurs sont encore significatives et témoignent d'un tissu industriel important. Les valeurs réglementaires horaires et journalières sont respectées sur toutes les stations en 2023.

5.1.2. Evolution des concentrations horaires

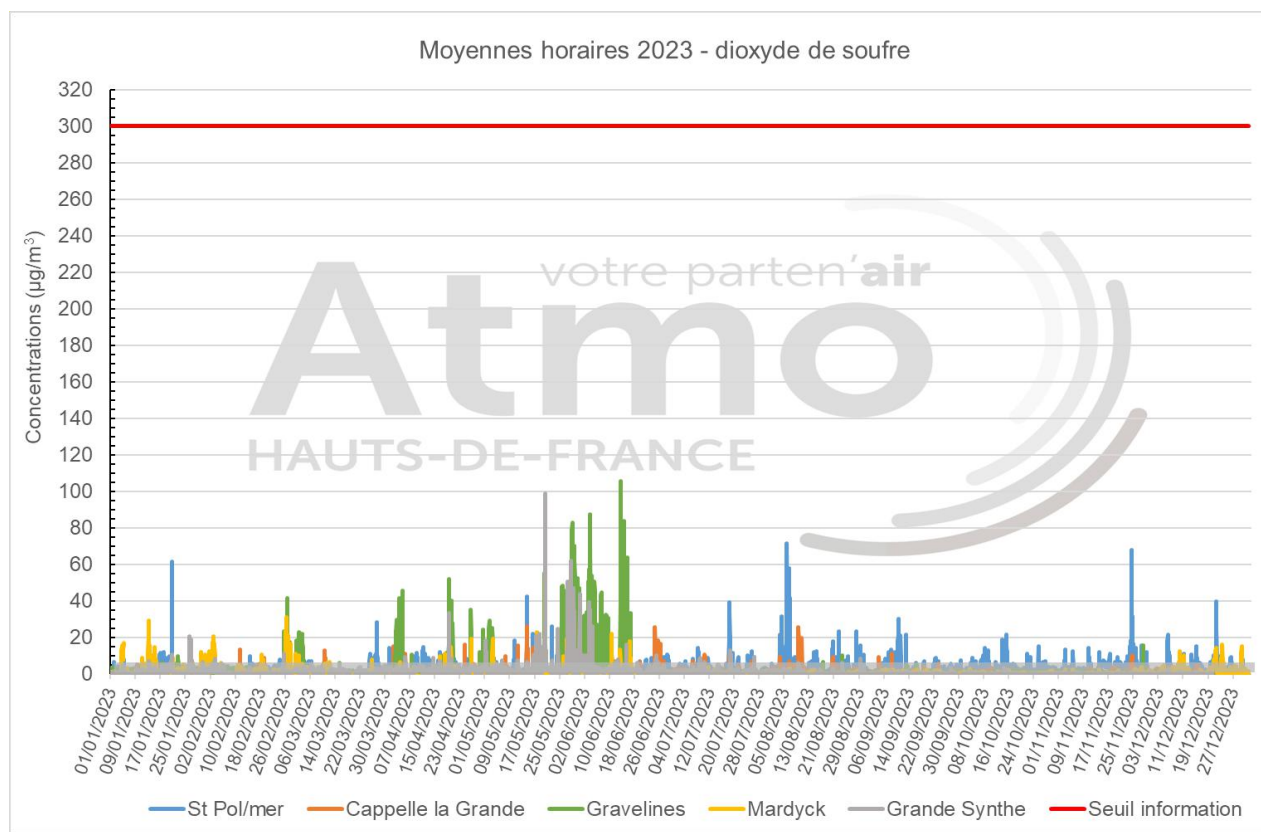


Figure 6 : Graphe présentant les moyennes horaires 2023 de SO_2

Le graphe présentant les concentrations horaires pour 2023 montre que les maxima horaires restent inférieurs à $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à l'exception de la station de Gravelines. Les valeurs maximales sont donc nettement en baisse en 2023 par rapport à l'année précédente. La station de Grande-Synthe, habituellement soumise à plusieurs pics de SO_2 chaque année, ne montre qu'une seule moyenne horaire atteignant $99 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Les autres valeurs les plus élevées, comprises entre 30 et $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sont enregistrées entre le 27 et le 31 mai. Ces concentrations plus élevées sont également enregistrées sur la station de Gravelines. Cette période est soumise à des vents de Nord Est. Sur l'ensemble des stations de la zone de Dunkerque, les valeurs réglementaires horaires et journalières sont respectées.

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.

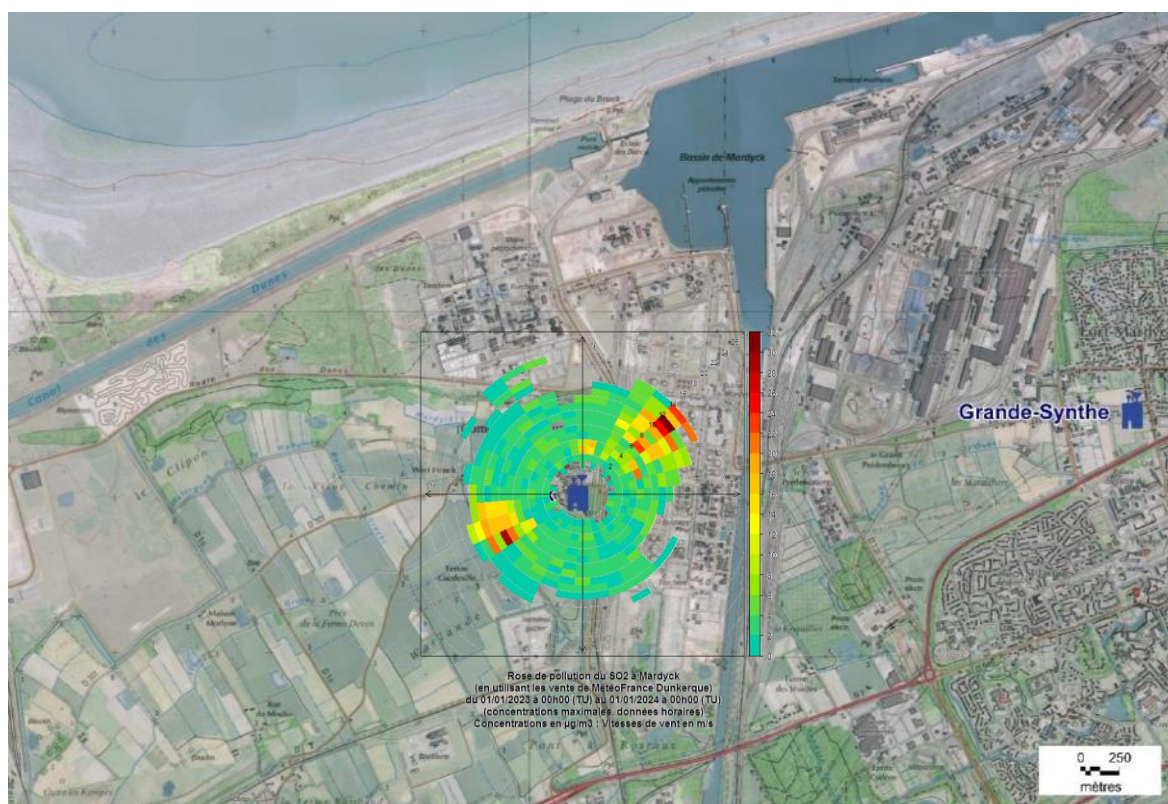


Figure 7 : Rose de pollution 2023 du SO₂ sur la station de Mardyck

Avis et interprétation :

La rose indique la direction d'origine des concentrations les plus élevées. Comme montré dans le tableau, la plage de concentration en SO₂ à Mardyck varie de 0 à 31 µg/m³ (cellule marron sur la rose ci-dessus). Les cellules les plus colorées (orange à marron) sont placées sur la direction Nord-Est et Sud-Ouest. La première direction indique comme origine la plateforme sidérurgique de Grande-Synthe. La seconde direction correspond à la zone logistique de Loon Plage en cours de création. 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 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
Année civile 2022	Mardyck	Industrielle	12	80	117 le 12/08/2022 à 23 :00	0
	Grande-Synthe	Industrielle	16	76	106 le 24/03/2022 à 22:00	0
	St Pol/mer	urbaine	15	68	105 le 24/03/2022 à 22 :00	0
	Cappelle	périurbaine	n. v.	70	104 le 22/03/2022 à 20 :00	0
Valeurs réglementaires			40 (valeur limite)	200 à ne pas dépasser plus de 18 heures par an (valeur limite)		

n. v. : mesure non valide car taux de représentativité < 85%

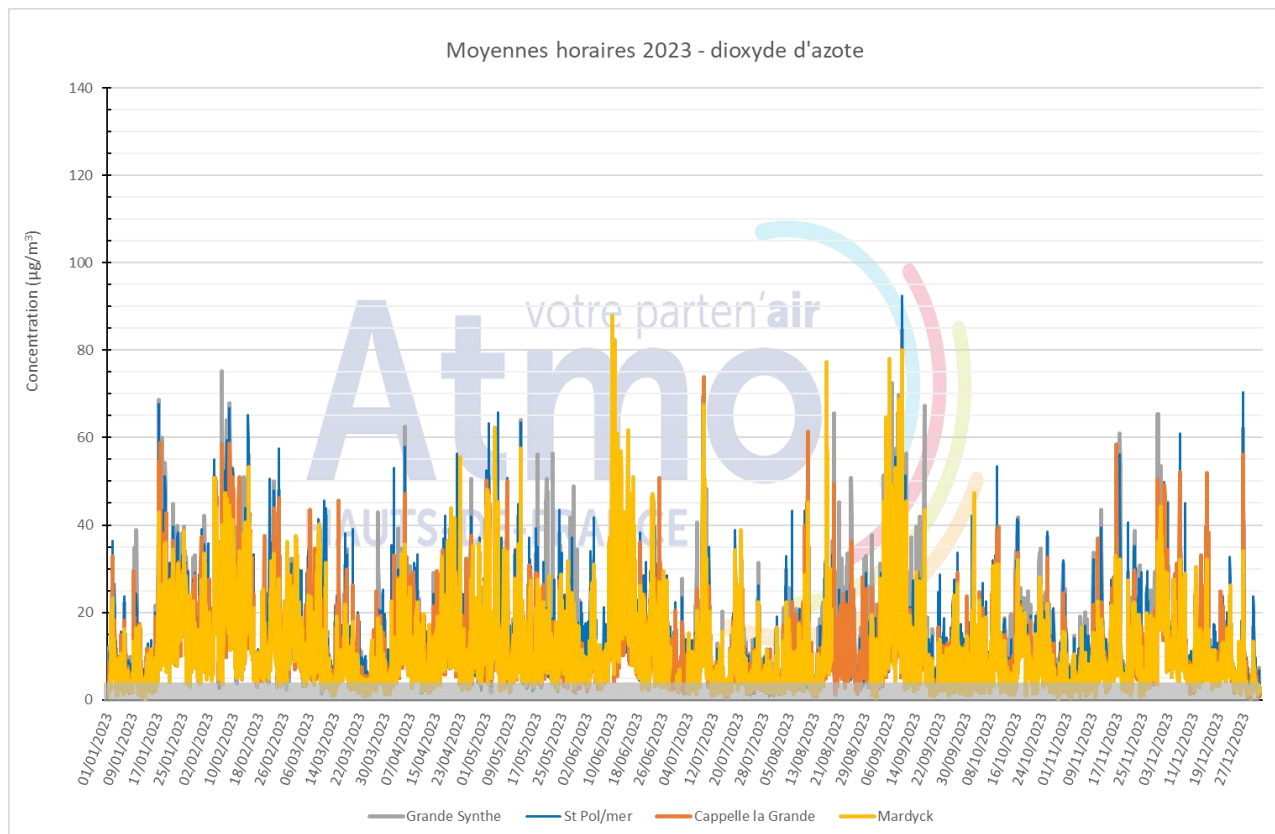
Avis et interprétation :

L'année 2023 se caractérise par une baisse conséquente des concentrations moyennes en NO₂ de 2 à 3 µg/m³ par rapport à l'année 2022. Les indicateurs de pointe (percentile 99,8 et maximum horaire) sont également en nette baisse par rapport à l'année précédente, ce qui témoigne d'un climat général de qualité de l'air plus favorable. La concentration moyenne enregistrée à Mardyck est la plus faible des quatre stations de mesure et elle se situe au même niveau que la station périurbaine de Cappelle-la-Grande. Mais ses paramètres de pointe sont plus élevés et témoignent de l'influence industrielle de la station, même si cette dernière n'est pas très marquée, la concentration maximale enregistrée étant inférieure à 100 µg/m³. On n'enregistre pas de dépassement de la valeur horaire de 200 µg/m³.

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 2023 de NO₂

Avis et interprétation :

La station de Mardyck enregistre quelques moyennes horaires parmi les plus élevées surtout entre mi-juin et mi-septembre 2023 (courbe jaune) avec un maximum horaire de 88 µg/m³ le 09 juin, valeur plus faible que l'année précédente. En dehors de cette période, les concentrations sont le plus souvent inférieures à celles enregistrées sur la station de Saint Pol-sur-mer qui est la station urbaine de fond de la zone.

5.3.3 Rose des pollutions

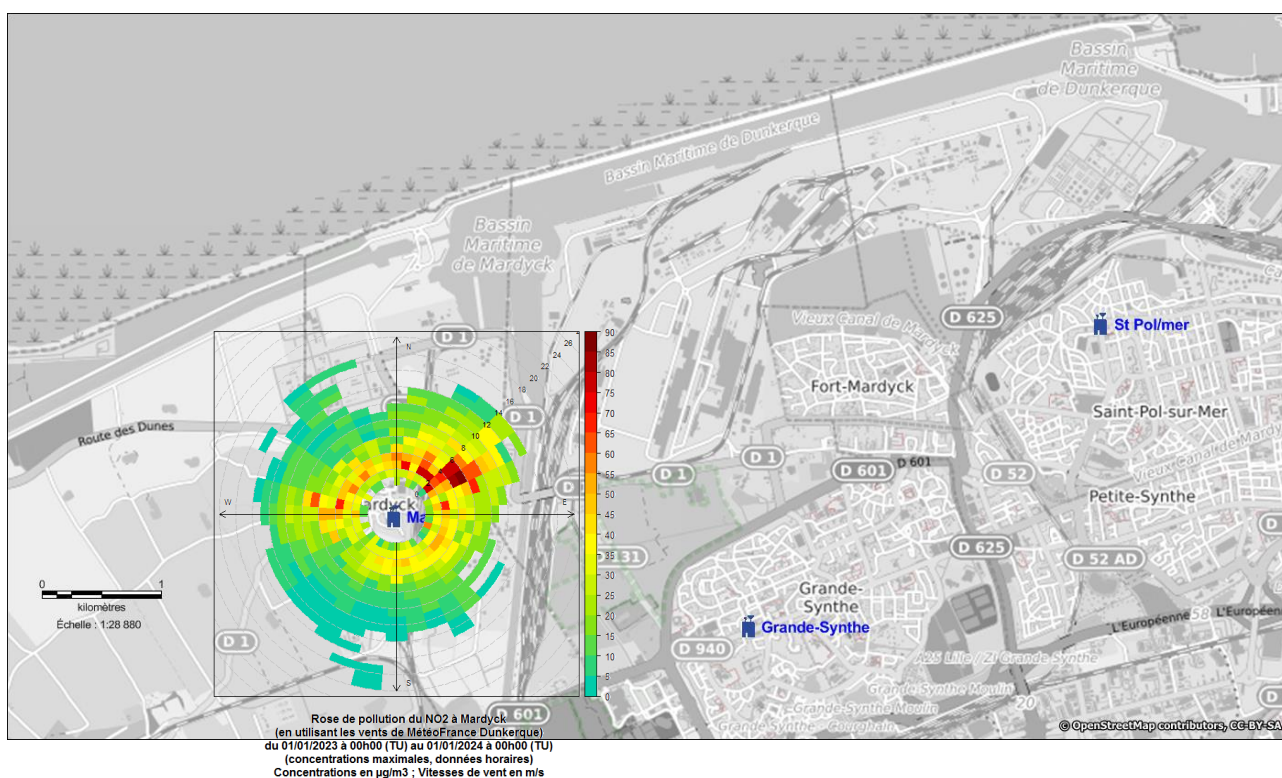


Figure 9 : Rose de pollution 2023 du NO₂ sur la station de Mardyck

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). On note quelques cellules rouges dans la direction Ouest correspondant sans doute aux travaux d'aménagement de la zone d'activités.

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 2023

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 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
Année civile 2022	Mardyck	Industrielle	3	97 le 14/01/2022 à 10 :00
	Grande-Synthe	Industrielle	4	218 le 25/01/2022 à 08:00
	St Pol/mer	urbaine	4	190 le 14/01/2022 à 09 :00
	Cappelle	périurbaine	n. v.	107 le 14/12/2022 à 19 :00

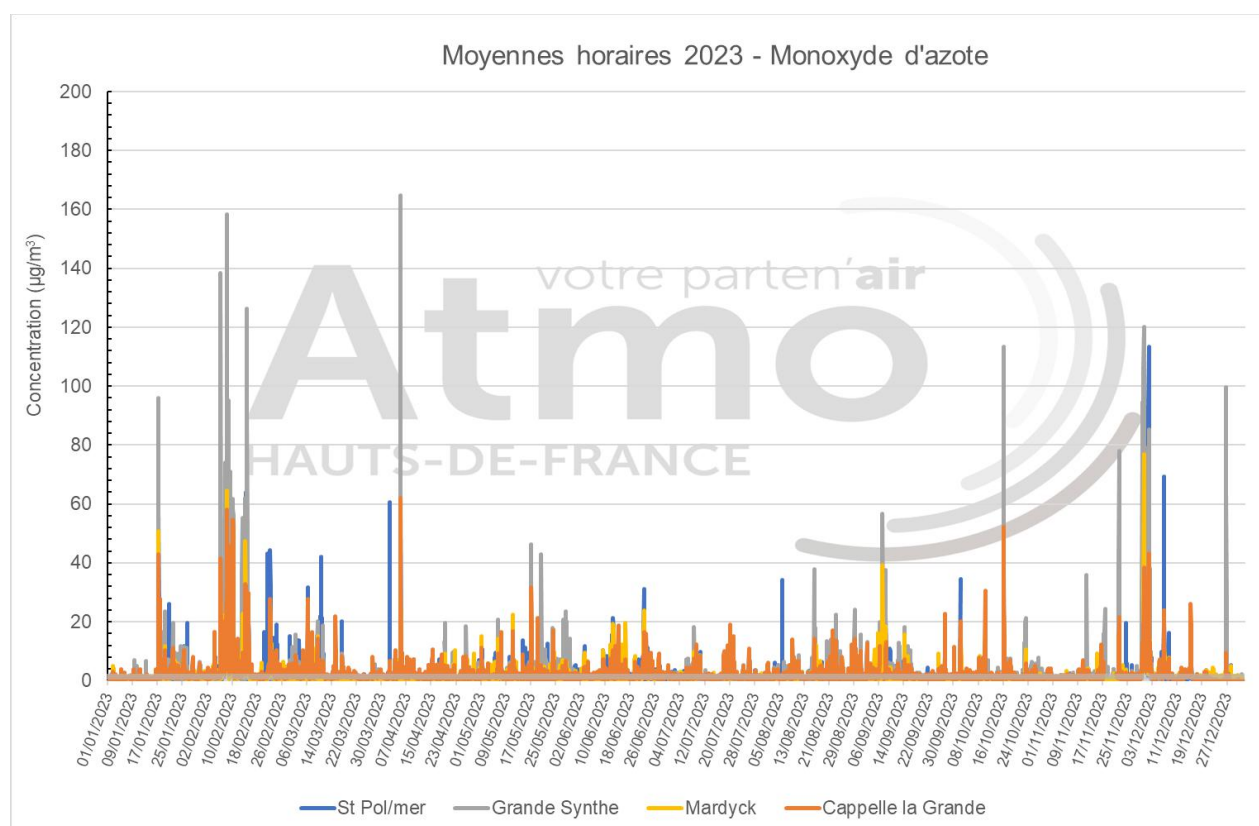
Remarque : le monoxyde d'azote n'est pas réglementé en air extérieur

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. C'est le cas en 2023 où les maxima horaires de l'année sont observés lors des pics du matin (à l'exception de Cappelle). Les maxima mesurés restent peu élevés dans l'absolu et on note des valeurs plus faibles en 2023 par rapport à 2022 pour les maxima enregistrés sur les quatre stations de l'agglomération Dunkerquoise. Ceci traduit sur l'année le fait qu'il y ait moins de mauvaises conditions météorologiques défavorables à la dispersion des polluants.

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 2023 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 avant le mois d'avril et 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. Sur l'ensemble du graphe, on note moins de valeurs élevées dans l'année par rapport à 2022.

5.2. Les particules en suspension PM10

5.2.1. Concentrations moyennes sur l'année 2023

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 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
Année civile 2022	Mardyck	Industrielle	n. v.	n. v.	107 le 24/03/2022	≥ 10
	Grande-Synthe	Industrielle	25	42	81 le 18/06/2022	17
	Gravelines	Industrielle	21	35	83 le 24/03/2022	13
	St Pol/mer	urbaine	25	42	85 le 24/03/2022	18
	Cappelle*	périurbaine	20	30	64 le 24/03/2022	8
Valeurs réglementaires			40 (valeur limite)	50 à ne pas dépasser plus de 35 jours par an (valeur limite)		

* En 2022, moyenne annuelle de Cappelle non valide et mentionnée pour comparaison

Avis et interprétation :

Il manque trois moyennes annuelles en 2023 pour les stations urbaine et périurbaine, ce qui va limiter la comparaison des deux années, surtout pour la station de Mardyck qui ne présente pas de moyenne en 2022 et 2023. Néanmoins, les moyennes présentes montrent une baisse substantielle comprise entre 2 et $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en 2023 par rapport à 2022 (qui avait vu une hausse de 2 à $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ par rapport à l'année 2021), ce qui est conséquent. Les percentiles et les valeurs journalières maximales sont également en baisse, témoignant ainsi de moins de concentrations journalières élevées donc une meilleure qualité de l'air. La différence la plus importante entre les deux années se situe au niveau du nombre de jours avec une moyenne supérieure à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ce nombre a fortement chuté en 2023 et nous avons mesuré au plus 6 jours de dépassement de cette moyenne au cours de l'année. Grande-Synthe reste la station la plus exposée mais avec trois fois moins de jours. A Mardyck, l'amélioration est aussi nette.

Les seuils réglementaires pour les PM10 sont respectés.

5.2.2. Evolution des concentrations horaires sur l'année 2023

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

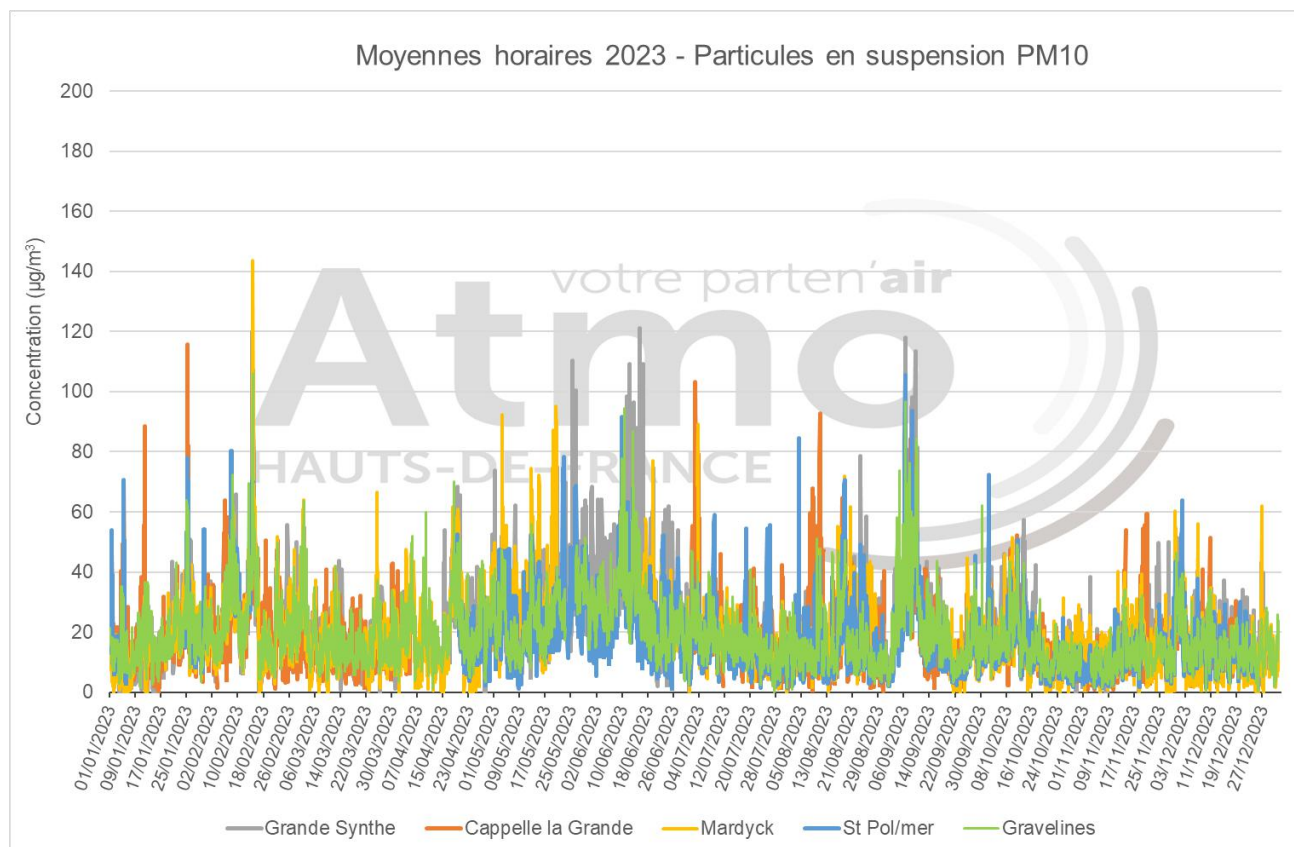


Figure 11 : Graphe présentant les moyennes horaires 2023 de PM₁₀

Avis et interprétation :

Le graphe des moyennes horaires montre une évolution des mesures sur l'année assez homogène comprise le plus souvent entre 0 et 60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ponctuellement, quelques moyennes horaires sont assez élevées, la moyenne la plus forte étant enregistrée sur la station de Mardyck le 14 février 2023 avec 144 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ces mesures élevées se rencontrent sur les trois stations industrielles de Mardyck, Gravelines et Grande-Synthe mais aussi sur la station périurbaine de Cappelle la Grande et sont nettement plus faibles que celles mesurées en 2022 (jusque 256 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à Grande Synthe). Sur Mardyck, le nombre de pointes de PM10 est nettement réduit par rapport à l'année 2022. On y rencontre une série de valeurs assez élevées au cours du mois de mai.

5.2.3. Evolution des concentrations journalières en 2023

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

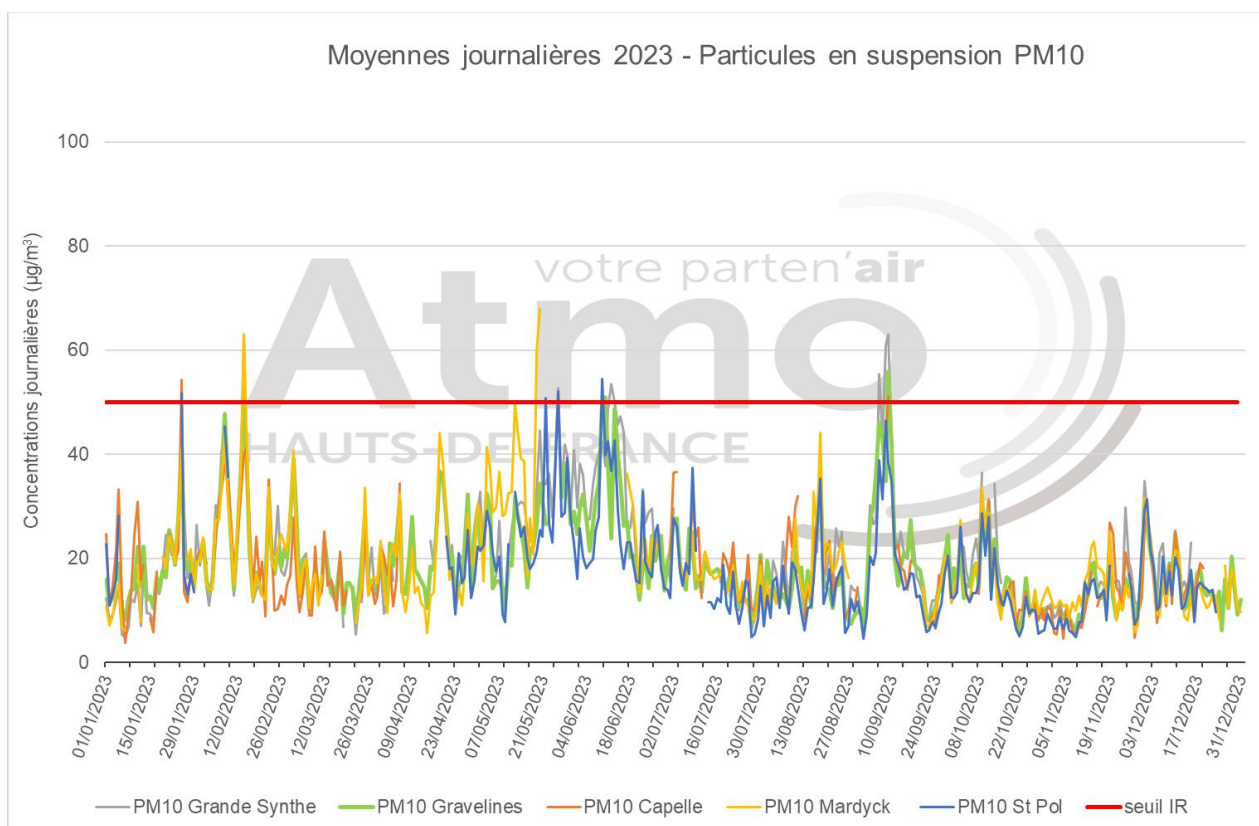


Figure 12 : Concentrations journalières 2023 des PM10 sur les stations Dunkerquoises

Avis et interprétation :

Le graphe met bien en évidence le peu de dépassements du seuil d'information pour l'année 2023. Comme montré dans le chapitre sur les épisodes de pollution, on retrouve sur ce graphe trois des huit dépassements constatés sur les stations urbaines les 25 janvier (Cappelle-la-Grande et St Pol/mer), 22 mai (St Pol/mer) et 9 septembre (Cappelle-la-Grande), les autres dépassements (8, 9, 10, 14 février et 15 février) n'étant pas constatés sur les stations Dunkerquoises. Les dépassements des 26 mai et 9 juin mesurés sur la station de St Pol/mer ne sont pas validés par les modèles donc non pris en compte dans les épisodes de pollution. Enfin, les dépassements mesurés sur les stations sous influence industrielle (Mardyck les 14 février et 20 mai, Grande Synthe les 12 juin, 6 et 8 septembre) ne sont pas non plus comptabilisés dans les épisodes.

5.2.4. Rose des pollutions

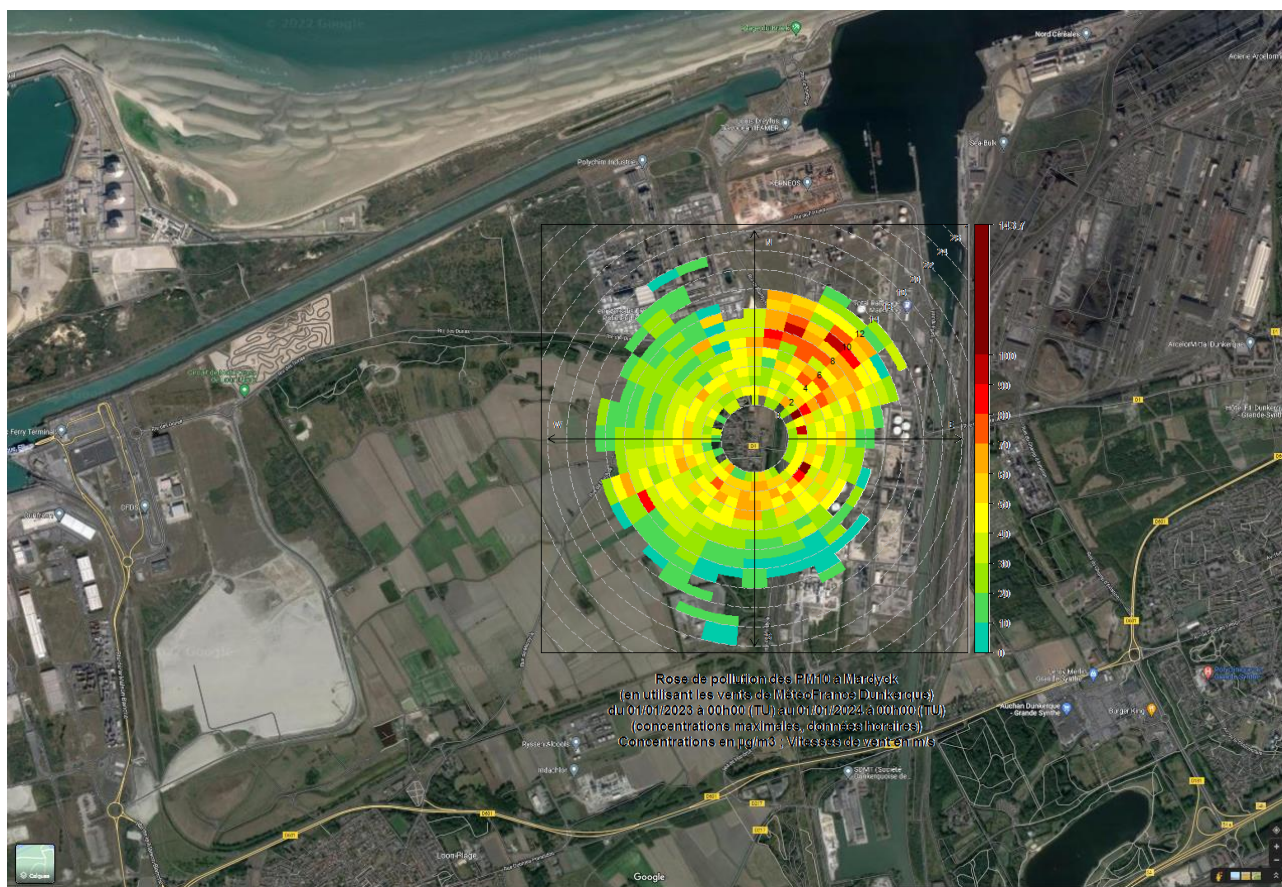


Figure 13 : Roses de pollution 2023 des PM₁₀ sur la station de Mardyck

La rose des pollutions des particules PM₁₀ à Mardyck reprend l'ensemble des concentrations horaires maximales de l'année entre 0 (cellule bleue) et 145 µg/m³ (cellule marron) pour chaque direction et chaque vitesse de vent. Les trois concentrations les plus élevées entre 99 et 144 µg/m³ se déroulent sur le même laps de temps (14/02/23 de 17 :00 et 19 :00) mais avec des directions de vent légèrement différentes (80, 60 et 120 degrés soit provenance Est) et des vitesses de vent faibles. Elles sont donc inscrites dans des cellules proches du centre de la rose des pollutions. Néanmoins, ces valeurs élevées se rencontrent également sur les autres stations de la zone comme Grande Synthe et ne correspondent pas forcément à un évènement proche de la station de mesure. On voit également que cet apport de particules par direction de vent du Sud-Est est un cas unique car seules deux cellules sont mises en évidence sur la rose. La forte majorité des concentrations les plus importantes sont mesurées par vents de Nord à Nord-Est, que les vents soient faibles ou forts. Elle met donc en évidence l'influence prépondérante de la plateforme sidérurgique et de la zone de chargement du bassin de Mardyck, associée aux conditions météorologiques défavorables rencontrées en cas d'épisodes de pollution.

La station de Mardyck a mesuré des pointes de PM₁₀ assez importantes au cours de l'année 2023 et la rose des pollutions ci-dessus montre que l'impact de Versalis sur les concentrations ambiantes de PM₁₀ apparaît via des concentrations ambiantes comprises entre 60 et 100 µg/m³.

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 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
Année 2022	Mardyck	Industrielle	1,09	2,31	0,29	0,69	0,33
	Lille Leeds	trafic	n. v.	n. v.	n. v.	n. v.	n. v.
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 2023 sont légèrement inférieures à celles de l'année 2022. Elles demeurent nettement supérieures à celles de la station sous influence trafic de Lille Leeds.

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.

			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 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
Année civile 2022	Mardyck	Industrielle	57,2 le 05/09/22 13 :00	80	120 le 08/04/2022 23 :00	9
	Lille Leeds	Trafic	-	-	-	-

Le tableau ci-dessus reprend les maxima horaires et les dépassements des seuils prédéfinis à Mardyck et à Lille Leeds. Les valeurs maximales horaires mesurées à Mardyck restent élevées, aussi bien en benzène qu'en toluène même si elles ont baissé par rapport à 2022. Sur plusieurs années, la baisse des concentrations maximales se confirme, passant ainsi de 167 µg/m³ en 2020 à 42 µg/m³ en 2023. Également, le nombre de moyennes horaires dépassant le seuil prédéfini en benzène est moins important qu'en 2022 (59 contre 80). Pour le toluène, le nombre de dépassements a augmenté en 2023 pour remonter à 27 (il y en avait 93 en 2021).

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

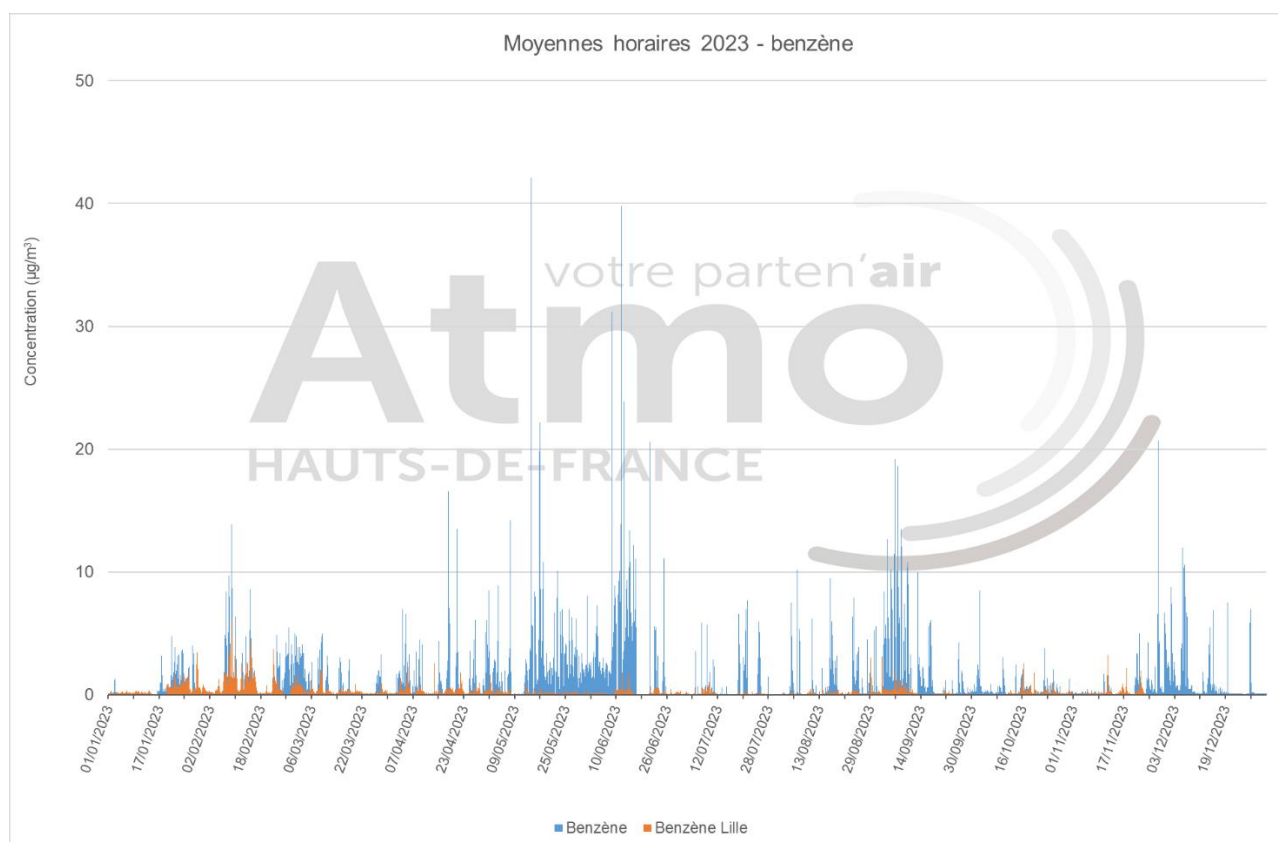


Figure 14 : Concentrations horaires 2023 en benzène sur les stations de Mardyck et Lille

Les dépassements du seuil de 10 µg/m³ en benzène sont surtout regroupés entre fin avril et mi-juin puis au mois de septembre.

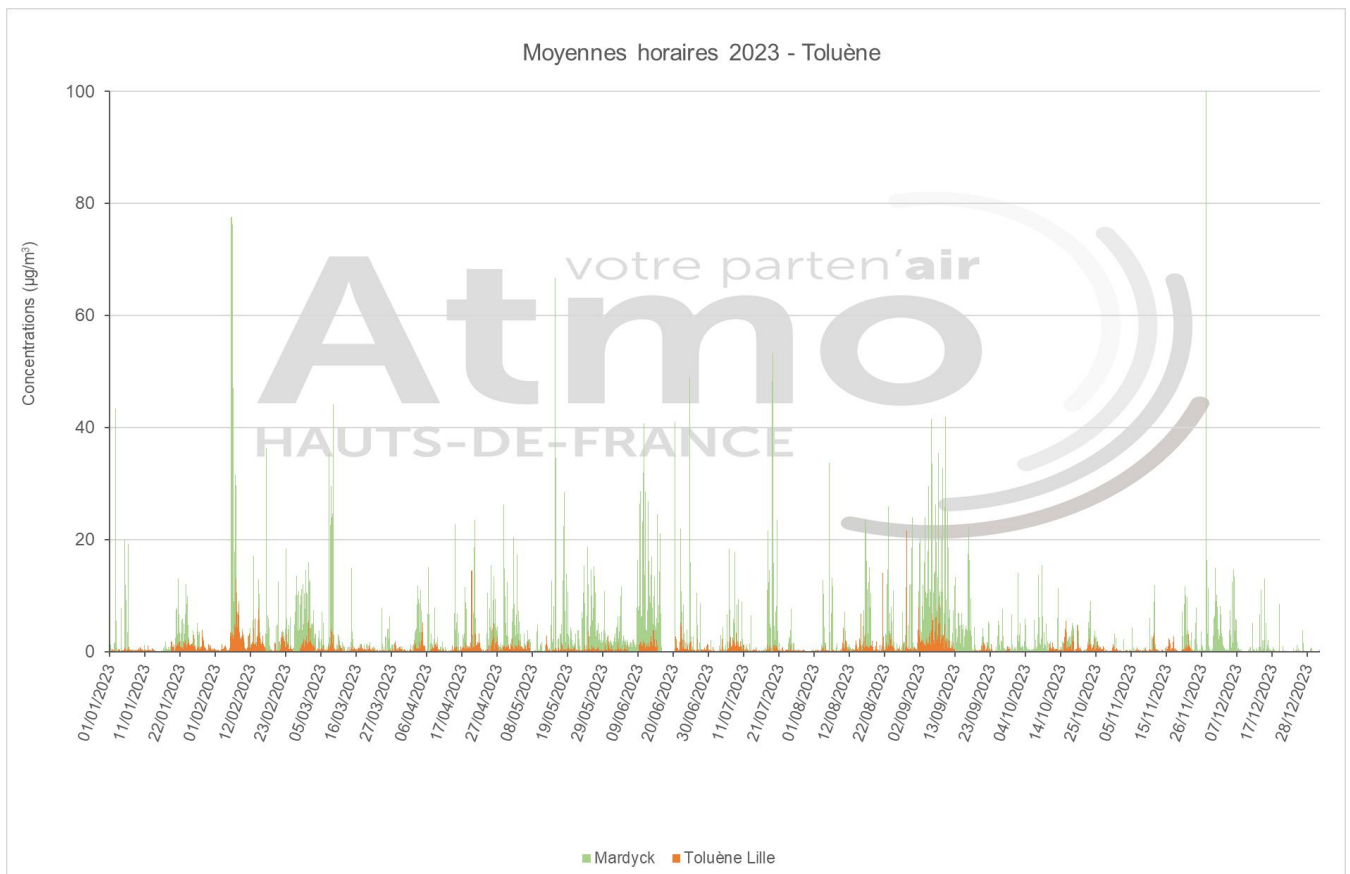


Figure 15 : Concentrations horaires 2023 en toluène sur les stations de Mardyck et Lille

Avis et interprétation :

Les valeurs les plus élevées supérieures à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en toluène sont réparties assez uniformément sur l'année au cours d'une douzaine de jours (pour 27 heures). On observe trois événements aigus avec des concentrations entre 67 et $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, les autres dépassements restant souvent inférieurs à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. L'évènement le plus long est celui du 6 février puisqu'il a duré 14 heures, ce qui entraîne une exposition importante pour les habitants. La répartition dans le temps des pics se rapproche nettement de celle vue pour le benzène, les concentrations élevées étant mesurées en mai-juin puis en septembre 2023.

5.1.4. Roses des pollutions du benzène

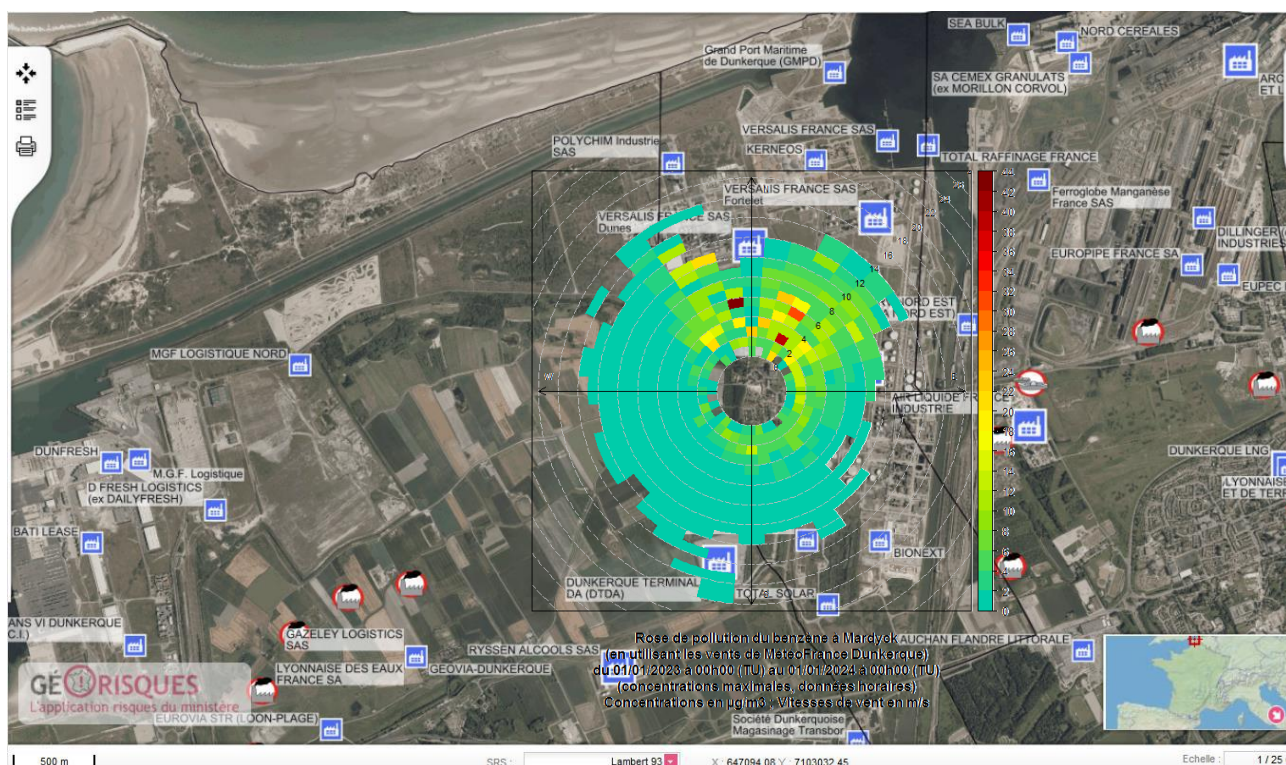


Figure 16 : Roses de pollution 2023 du benzène sur la station de Mardyck – données Météo France

La rose des pollutions du benzène ci-dessus montre que les concentrations horaires supérieures à 6 µg/m³ (couleur vert-jaune) sont obtenues sous la présence de vents venant du quart Nord-Ouest à Nord-Est. La concentration la plus élevée (42 µg/m³) est représentée par une cellule marron dans la direction Nord correspondant à l'usine Versalis. Les autres cellules (marron clair et orange) sont situées sur la direction Nord-Est et correspondent à des émissions venant de la plateforme sidérurgique. Il n'y a pas eu de concentrations élevées par vent de Sud.

5.1.5. Rose des pollutions du toluène

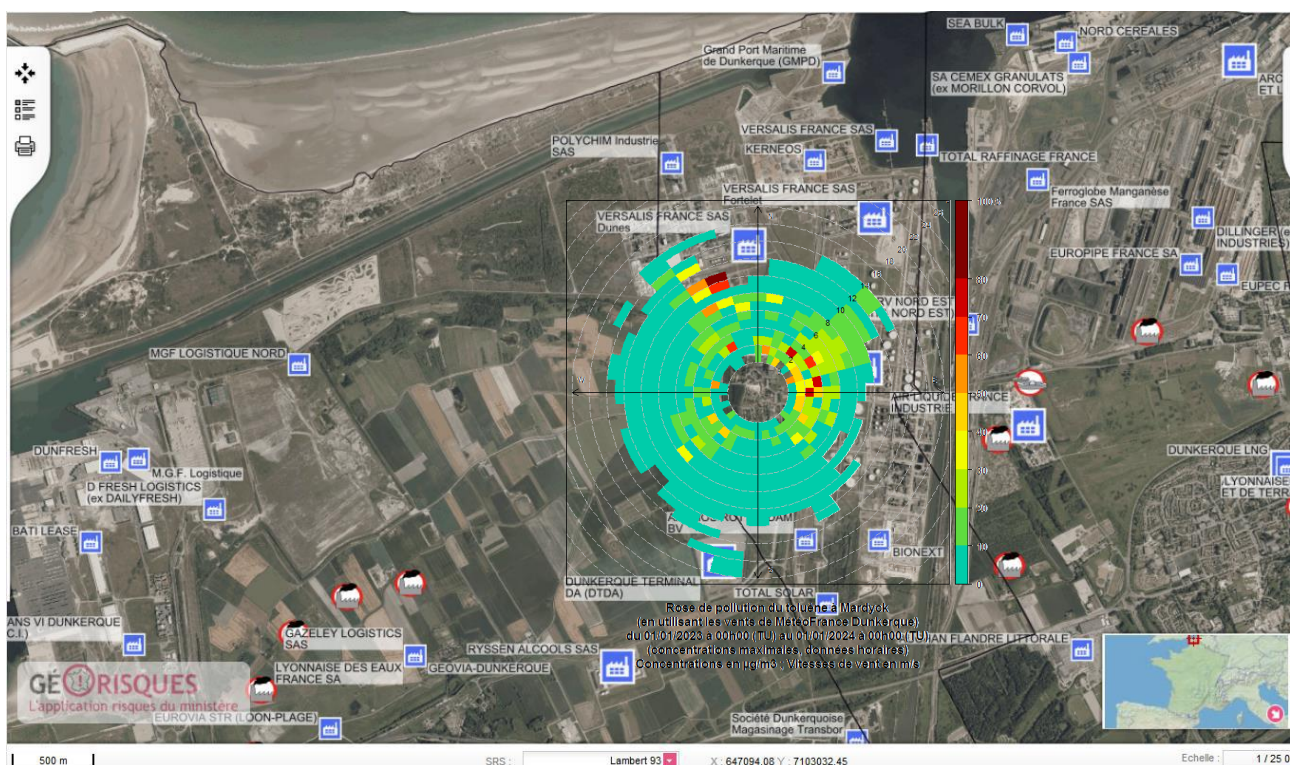


Figure 17 : Roses de pollution 2023 du toluène sur la station de Mardyck – données MétéoFrance

La rose des pollutions du toluène présente quatre directions avec des concentrations plus ou moins élevées. La concentration horaire la plus élevée ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) se situe au Nord-Ouest sur la rose dans un groupe de cellules montrant des concentrations maximales supérieures à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Elles indiquent des émissions provenant du site pétrochimique de Versalis. Sous les vents de Nord Est se trouvent deux cellules avec des concentrations comprises entre 60 et $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Elles indiquent comme origine la plateforme sidérurgique. A l'Est, nous avons également quelques cellules orange et marron qui sont à attribuer à la plateforme de stockage de carburants de TotalEnergies. Enfin, quelques cellules sont isolées au Sud ouest et montreraient un apport venant de Loon Plage (zone d'activités en construction ou brûlages sauvages).

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 27 notes qui ont été envoyées à l'industriel 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, l'unité BioTfuel de TotalEnergies et le terminal méthanier Gassco.

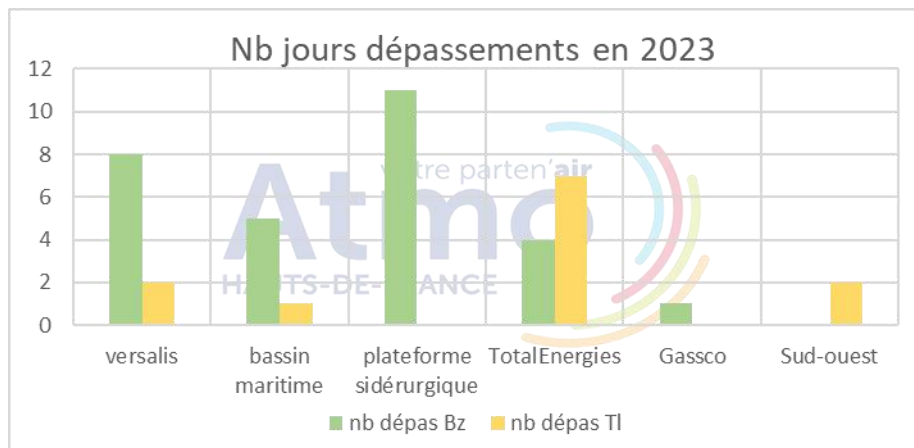


Figure 18 : Dépassement des seuils internes d'information selon les directions d'origine

Pour le benzène en 2023, nous relevons 29 jours présentant au moins une concentration horaire supérieure à $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ contre 34 jours en 2022. Le graphe ci-dessus montre que 8 jours sont attribués à l'activité de l'usine Versalis, 5 jours au chargement des navires dans le bassin de Mardyck contre 11 jours à la plateforme sidérurgique située au Nord-Est. La répartition entre les deux activités est à peu près similaire.

Pour le toluène, on enregistre moins de pics de pollution que le benzène avec 12 jours de dépassements dont 5 jours communs avec le benzène contre 6 jours en 2022. Il apparaît que la majorité de ces concentrations élevées est mesurée par vent d'Est donc correspondant à l'activité du site de TotalEnergies.

6. Campagne de mesure des BTX par tubes passifs

6.1. Objectif de la campagne

Une campagne de mesure a été menée pour connaître la répartition des BTX sur la zone habitée de Mardyck afin de mettre en évidence les éventuels points chauds et vérifier que la station fixe mesure l'exposition la plus forte de la population.

Dispositif de mesure

Nous utilisons la technique des tubes passifs pour réaliser ces mesures (voir détails en annexe 3). Les tubes spécifiques des BTEX vont être exposés pendant 7 jours à la pollution atmosphérique et vont accumuler les polluants ambiants. Ils sont ensuite ramassés et analysés en laboratoire. Le résultat obtenu va représenter la concentration moyenne du site pendant les 7 jours d'exposition. Ils sont exposés à raison de 4 semaines estivales (août-septembre 2023) et 4 semaines hivernales (février-mars 2024).

Implantation des tubes

Trois sites sous les vents de l'émetteur sont choisis entre la limite du site industriel et la station fixe pour recevoir un tube passif. Un quatrième site dit « témoin » est installé à l'extérieur de la zone de mesure et servira de référence. Ces sites sont situés sur la carte ci-dessous.



Figure 19 : Situation des sites recevant un tube passif

N° du tube	Référence du point	adresse	Latitude	Longitude
1	Station de mesure	Rue de l'église Mardyck	51°01'10.00 N	2°15'03.65 E
2	Salle des sports	Allée du 8 mai 1945, Mardyck	51°01'17.58 N	2°15'01 E
3	Rue de la mer	Rue de la mer à Mardyck	51°01'28.96 N	2°14'58.02 E
4	extérieur	Route des dunes proche terrain motocross	51°01'31.88 N	2°12'53.97 E

6.2. Résultats des mesures

Au cours de chacune des périodes de mesure, un tube « blanc » qui reste fermé pendant l'exposition nous permet de vérifier le bon état des tubes et leur non contamination. Pour chaque semaine, des doublons permettent de vérifier la répétabilité des mesures.

Les résultats d'analyse des tubes sont insérés en annexe 7.

6.2.1. Campagne estivale

Conditions météorologiques et rose des vents

La campagne estivale avait été initiée au mois de juin mais vu les conditions météorologiques défavorables (météo pluvieuse et vent de Sud ouest), la campagne a été stoppée au bout de deux semaines pour être reportée fin août 2023. Elle s'est déroulée du lundi 28 août au lundi 25 septembre 2023. Des précipitations ont eu lieu les 30 août, 1 et 21 septembre. Au cours de cette période, plusieurs bulletins de dépassement de seuils ont été envoyés les 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10 et 13 septembre.

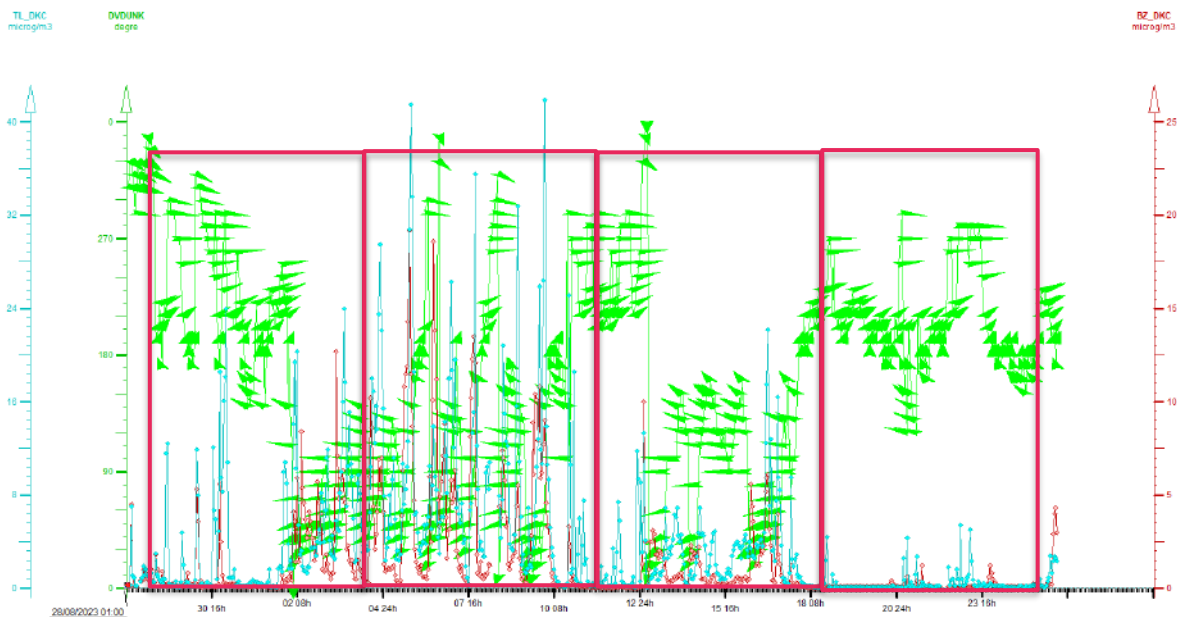


Figure 20 : Mesures horaires obtenues sur la station fixe au cours de la période estivale

Le graphe montre les moyennes horaires en benzène et toluène enregistrées sur l'analyseur automatique du 28 août au 25 septembre ainsi que les périodes d'exposition de chaque tube. Les pics sont nombreux entre le 2 et le 11 septembre.

Les roses de vent hebdomadaires sont reprises ci-dessous.

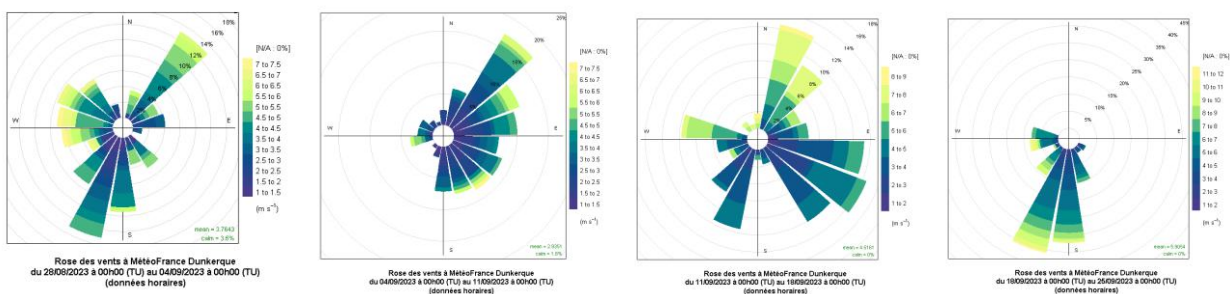


Figure 21 : Rose des vents pour la période du 28 août au 25 septembre 2023

Les roses n'indiquent pas de vents originaires du Nord au cours de la période. En revanche, on en rencontre venant du Nord Est au cours des trois premières semaines de la campagne.

Résultats de mesure du benzène

Les résultats pour le benzène sont présentés dans les diagrammes ci-dessous, par site et par semaine.

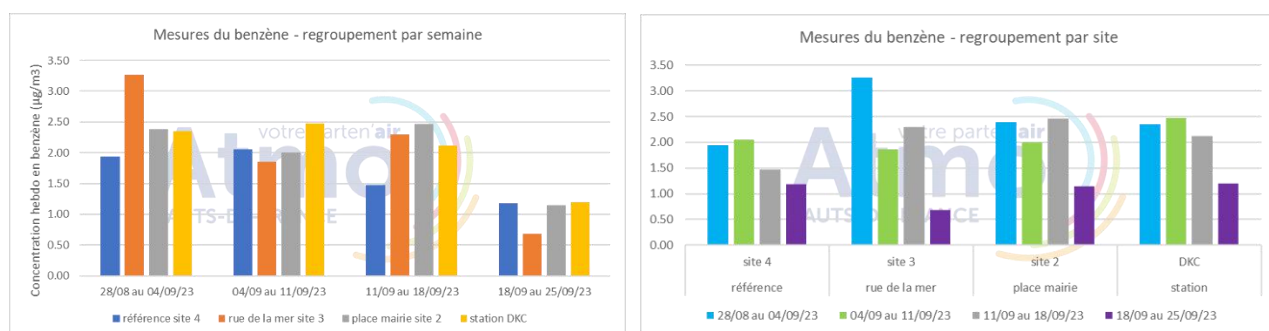


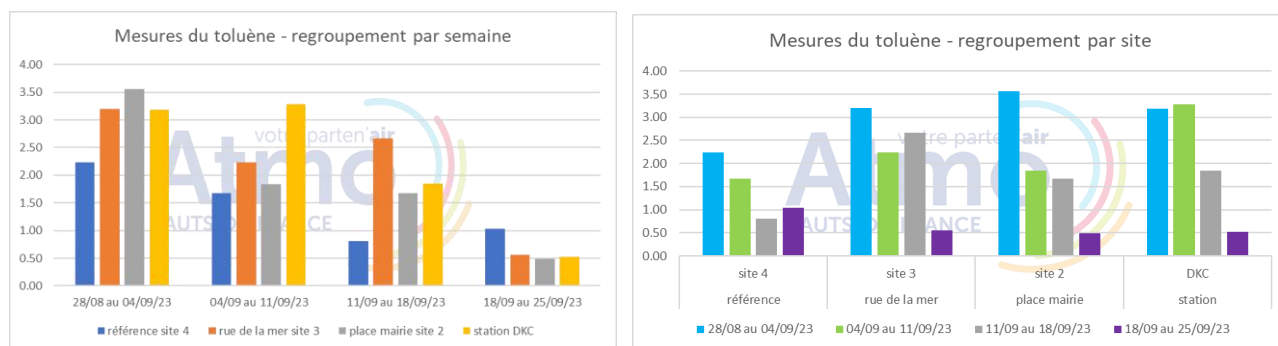
Figure 22 : Concentrations en benzène relevées sur les tubes passifs-campagne estivale

Le graphe à gauche compare entre elles chaque semaine de mesure. Les concentrations mesurées sont souvent comprises entre 2 et 2,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, à l'exception de la dernière semaine pour laquelle elles baissent à 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ceci est en concordance avec les roses des vents au-dessus qui relève l'absence de vents de Nord et d'Est au cours de cette semaine. Les tubes n'étaient donc pas sous les vents d'un émetteur, d'où des concentrations plus faibles.

Le site de référence éloigné de 1,2 km environ à l'Ouest de Mardyck présente des concentrations très proches de celles des tubes installés à Mardyck. Vu la direction des vents, ce tube s'est trouvé exposé de manière similaire aux autres tubes et ne jouait donc plus son rôle de « référence ». Par contre, il devient indicateur de la répartition du benzène et montre que les concentrations sont identiques dans un rayon de 1km autour de Mardyck.

Quand on regarde le second graphe classé par site, on confirme en effet que les concentrations relevées sur le site de référence ne sont pas plus faibles que celles des autres sites. Les trois sites équipés de tubes présentent des concentrations très proches l'une de l'autre et se trouvent à égale distance de l'émetteur concerné par vent de Nord-Est. Ils enregistrent donc la même concentration. Les conditions ne sont pas réunies pour statuer sur la dispersion des polluants par rapport au site Versalis.

Résultats de mesure du toluène

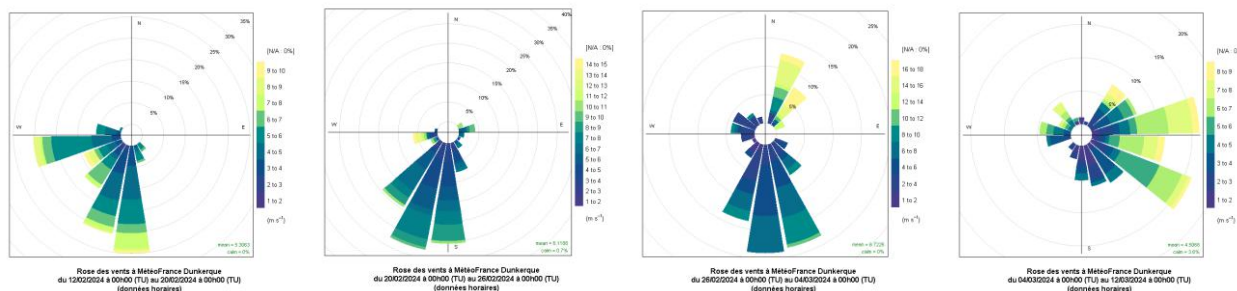


L'allure générale des graphiques est proche de celle obtenue pour les mesures de benzène. Les trois premières semaines affichent des concentrations relativement importantes tandis que celles de la dernière semaine sont nettement plus faibles. Les vents au cours de cette dernière venant du Sud Ouest n'étaient pas favorables à l'apport de toluène.

C'est la première semaine qui présente les concentrations les plus fortes avec des moyennes hebdomadaires comprises entre 3,2 et 3,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur les trois sites étudiés. Les deux semaines suivantes enregistrent des concentrations plus basses. Les roses des vents montrent davantage de vents venant du Sud Est, ce qui ne fournit pas d'explication à des concentrations plus faibles.

6.2.2. Campagne hivernale

Conditions météorologiques et rose des vents



La campagne hivernale s'est déroulée du 12 février au 12 mars 2024. Les deux premières semaines sont soumises exclusivement à des vents originaires du Sud Ouest. Entre le 26 février et le 4 mars, les vents sont brièvement au Nord Est le 26 et 27 février puis basculent au Sud. Ils s'orientent à l'Est entre le 6 et le 12 mars 2024. La pluie est présente du 21 février au 2 mars.

Au cours de ce mois, nous avons eu des problèmes de fonctionnement sur l'analyseur automatique et peu de données sont disponibles.

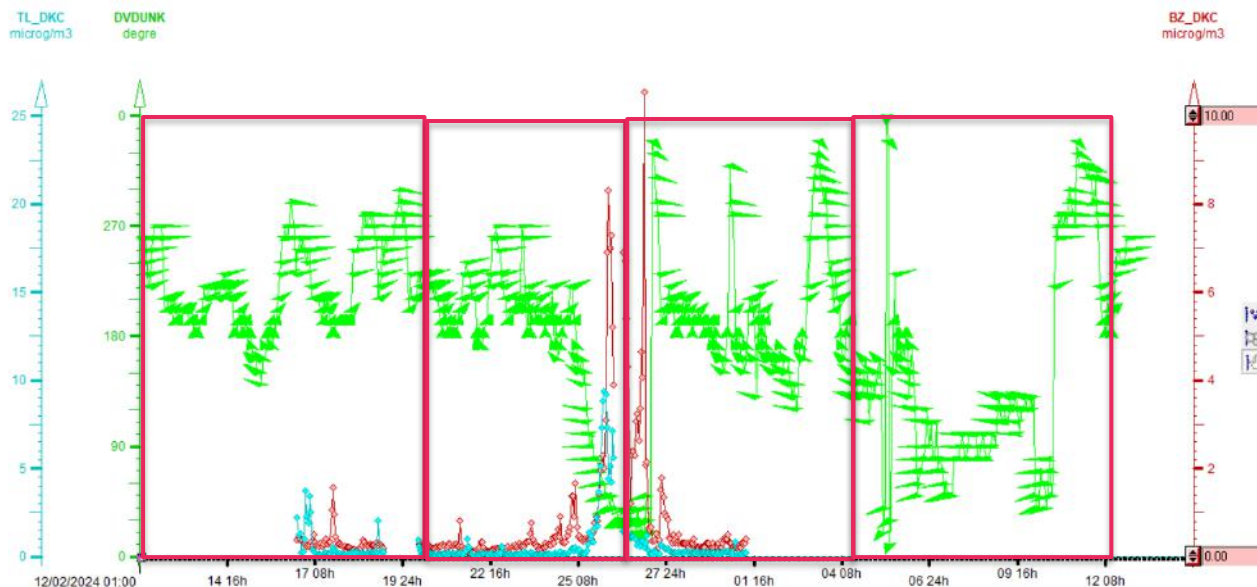


Figure 25 : Mesures horaires obtenues sur la station fixe au cours de la période hivernale

Résultats de mesure du benzène

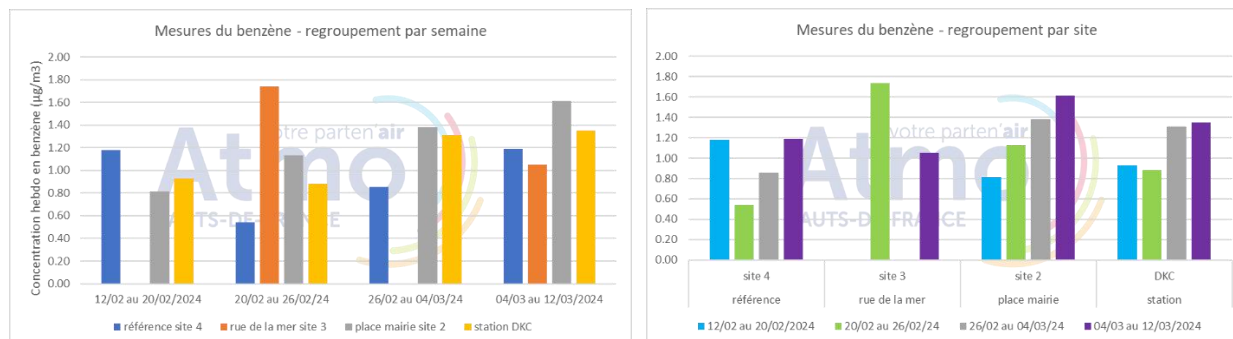


Figure 26 : Concentrations en benzène relevées sur les tubes passifs-campagne hivernale

Le tube de la rue de la mer a été volé au cours de la semaine 1 et en semaine 3, un problème analytique a empêché d'obtenir sa concentration.

Pour les quatre semaines, les concentrations en benzène obtenues sur le site de référence varient entre 0,8 et 1,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour 3 des tubes et celui de la semaine 2 décroche avec une concentration de 0,54 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ces concentrations sont plus basses d'un facteur deux par rapport à la campagne estivale. Elles demeurent proches des concentrations mesurées sur les sites étudiés, comme ce que nous avons vu lors de la campagne estivale. On observe peu de différences de concentrations au cours des quatre semaines de mesure.

La seconde semaine de mesure du 20 au 26 février montre un gradient des concentrations décroissant depuis le site de la rue de la mer (1,74 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) vers celui de la station fixe rue de l'église (0,88 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Au cours de la semaine, les vents sont brièvement passés au Nord Est le 25 février (voir figure 24) et ont alors apporté du benzène provenant de la plateforme sidérurgique. Sur les autres semaines, cette hiérarchie des sites n'est pas observée.

Le graphe de droite regroupant les résultats des tubes par site de mesure ne met pas en évidence de concentrations plus élevées sur un des trois sites. Le site de référence présente des concentrations comparables à celles des sites étudiés.

Résultats de mesure du toluène

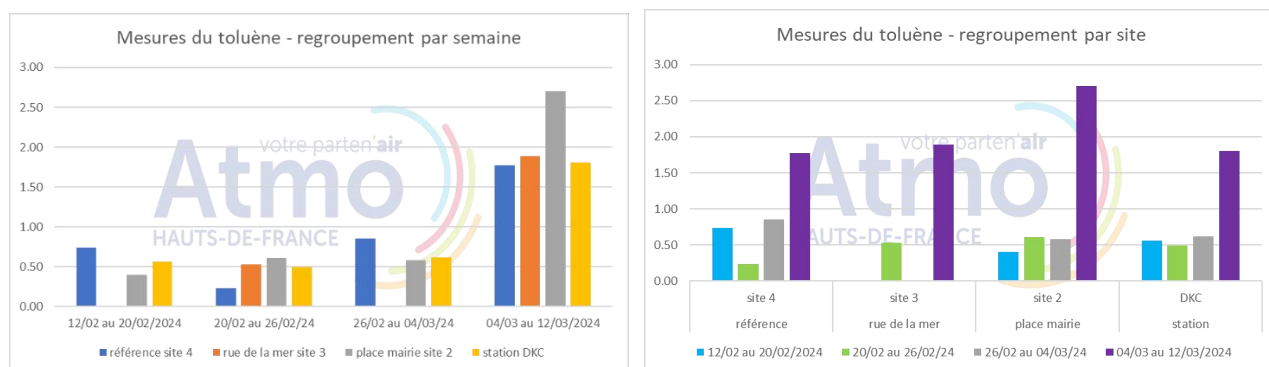


Figure 27 : Concentrations en toluène relevées sur les tubes passifs-campagne hivernale

Les concentrations hebdomadaires en toluène mesurées sur les trois premières semaines sont faibles et voisines de $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Elles augmentent nettement au cours de la quatrième semaine pour passer à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. La rose des vents de la quatrième semaine figure 24 indique une origine Est des vents. Les trois sites ainsi que le site témoin qui est plus éloigné ont été sous l'influence des émissions venant de la plateforme de stockage de TotalEnergies. On ne voit aucun gradient de concentration sur les trois sites de Mardyck.

6.3. Bilan de la campagne par tubes

La campagne de mesures par tubes passifs s'est déroulée au cours de 8 semaines pour lesquelles les conditions météorologiques n'ont pas été souvent favorables pour voir un impact du site pétrochimique sur la qualité de l'air à Mardyck. Même si la période de début septembre 2023 a enregistré de nombreux dépassements des seuils fixés en interne, ces derniers ne venaient pas de l'usine Versalis. Les résultats obtenus au cours des deux campagnes montrent des concentrations plus élevées l'été (août-septembre) que l'hiver (février-mars) pour les deux composés. Nous n'avons pas mis en évidence de gradient de concentration entre les trois sites étudiés à Mardyck. Même le site dit de référence installé à l'écart du village présente des concentrations voisines des autres sites. Pour les conditions climatiques rencontrées (très faible proportion de vents du Nord), le village de Mardyck est soumis à des concentrations homogènes en benzène et toluène.

7. 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).

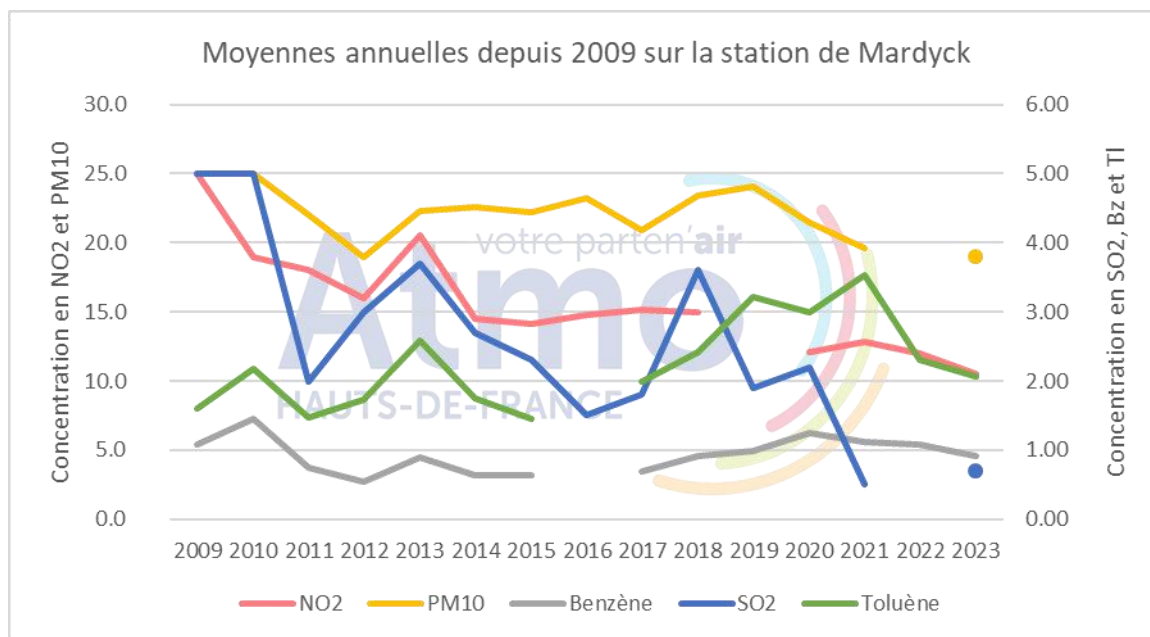


Figure 28 : Evolution des moyennes annuelles depuis 2009 sur la station de Mardyck

Après une baisse jusqu'en 2014, la concentration moyenne en NO₂ est restée stable pendant 5 années avant de baisser nettement en 2020. La baisse se poursuit en 2023 pour arriver à une concentration annuelle de 10 µg/m³. Concernant les particules PM10, la baisse est modérée en 2023 pour une concentration annuelle de 19 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 en 2023 confirme la baisse mesurée en 2022 et passe de 3,5 en 2021 à 2,1 µg/m³ en 2023.

La fréquence des maxima horaires peut être vue 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.

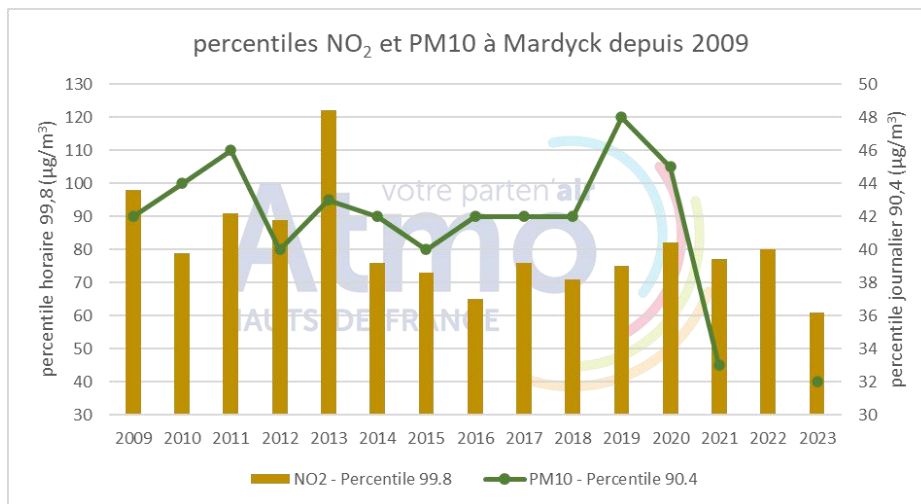


Figure 29 : Evolution des percentiles pour NO₂ et PM₁₀ sur la station de Mardyck depuis 2009

Pour le NO₂, le percentile 99,8 varie de 98 µg/m³ en 2009 à 80 µg/m³ en 2022. La valeur 2023 baisse nettement pour atteindre 60 µg/m³ soit la plus faible valeur depuis le début des mesures. L'indicateur est donc nettement en baisse, à l'identique de la moyenne annuelle. La réglementation est respectée, la valeur de 200 µg/m³ n'étant pas atteinte.

Pour les PM₁₀, le percentile a chuté en 2021, passant de 45 à 33 µg/m³. La valeur 2023 à 32 µg/m³ confirme la baisse. Cela traduit une nette diminution du nombre de concentrations journalières en PM₁₀ élevées sur la station de Mardyck avec seulement 3 moyennes journalières dépassant 50 µg/m³.

Le nombre de jours en 2023 pour lesquels une concentration horaire supérieure à 10 µg/m³ en benzène est mesurée est stable depuis 2019. Ces pointes ont été mesurées au cours de 29 jours et représentent 59 heures de dépassements (contre 73 en 2021 et 80 en 2022), d'où des épisodes assez longs. Pour le toluène, le seuil de 40 µg/m³ a été dépassé au cours de 12 jours en 2023 pour 27 heures de dépassements. Ces indicateurs sont orientés à la hausse.

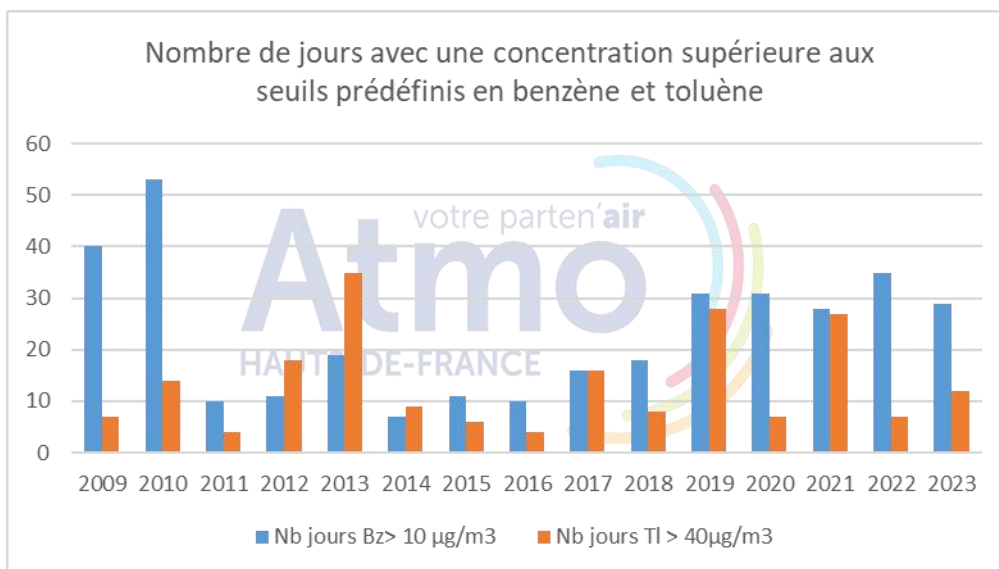


Figure 30 : Evolution du nombre de jours de dépassements pour le benzène et le toluène sur la station de Mardyck depuis 2009

8. Conclusion et perspectives

La surveillance de la zone industrielle autour de Mardyck, opérationnelle depuis 2009, s'est poursuivie en 2023 pour les polluants SO₂, NO₂, PM10 et BTEX. Le fonctionnement des appareils a été bon pour les analyseurs de BTEX, oxydes d'azote et dioxyde de soufre mais l'analyseur de PM10 a montré quelques défaillances. Les indicateurs statistiques seront néanmoins calculés et donneront une bonne indication.

En 2023, 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 sont en légère baisse en 2023 par rapport à 2022. Le nombre d'épisodes de pollution par les PM10 est également en baisse et toutes stations cumulées, les stations du Littoral ont enregistré seulement 12 jours de dépassements du seuil journalier de 50 µg/m³. 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. Les concentrations moyennes en benzène et toluène sont stables par rapport à l'année précédente.

L'évolution des moyennes horaires montre clairement l'influence industrielle sur le site de mesure de Mardyck par la présence de nombreux pics. On les rencontre pour tous les polluants. En SO₂, les pics mesurés sont peu intenses et atteignent seulement 30 µg/m³. Pour le NO₂, on note la présence de pics atteignant 90 µg/m³ mais le percentile 99,8 a nettement baissé en 2023, témoignant ainsi de pics moins intenses. Pour les PM10, c'est sur Mardyck que le maximum journalier de l'année est enregistré et plusieurs pics isolés sont enregistrés. La situation sur le benzène est meilleure que celle de 2022 avec 29 jours de dépassement du seuil horaire de 10 µg/m³ contre 35 jours en 2022. La situation du toluène s'est dégradée avec 12 jours de dépassements contre 7 jours en 2022.

Aussi bien sur les moyennes annuelles que sur les pointes de pollution, la réglementation est respectée.

Le traitement des données par les roses des pollutions montre un impact important du site de Versalis France sur les concentrations élevées en benzène et toluène à Mardyck. Il n'est pas seul puisque la plateforme sidérurgique située au Nord-Est de Mardyck joue également un rôle majeur.

En 2023-2024, une campagne de mesure des BTEX par tubes passifs a été menée sur le village de Mardyck pour appréhender la répartition des COV sur le village. Les conditions météorologiques, surtout la rareté des vents de Nord, n'a pas fourni les conditions idéales pour appréhender l'impact de l'usine Versalis. Mais on a pu observer que les concentrations en benzène et toluène sont homogènes depuis la zone habitée du village jusqu'à l'extérieur à l'Ouest du village.

La convention liant Versalis et Atmo Hauts-de-France a été renouvelée en janvier 2023 pour trois nouvelles années. La surveillance est donc reconduite dans les mêmes conditions.

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'Égalité 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.

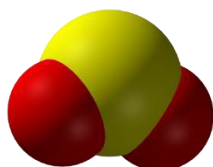
Valeur limite : niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble.

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.

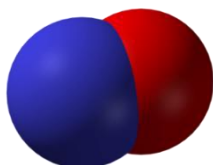
Il participe au phénomène des pluies acides perturbant voire détruisant les écosystèmes fragiles. Il peut également acidifier les sols et les océans. Il contribue à la dégradation de la pierre et des matériaux des monuments.

99

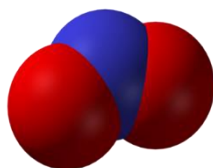
Les oxydes d'azote (NO_x)

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.



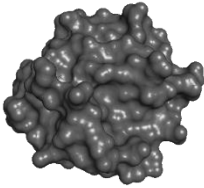
Le NO₂ est un gaz très toxique (40 fois plus que le monoxyde de carbone et quatre fois plus que le monoxyde d'azote). Il pénètre profondément dans les poumons et irrite les bronches. Chez les asthmatiques, il augmente la fréquence et la gravité des crises. Chez l'enfant, il favorise les infections pulmonaires.

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.

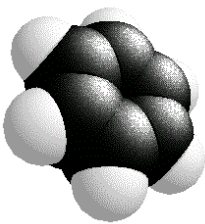
Les effets de salissure des bâtiments et monuments sont les atteintes à l'environnement les plus évidentes. Certaines particules contribueraient au réchauffement climatique.

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.

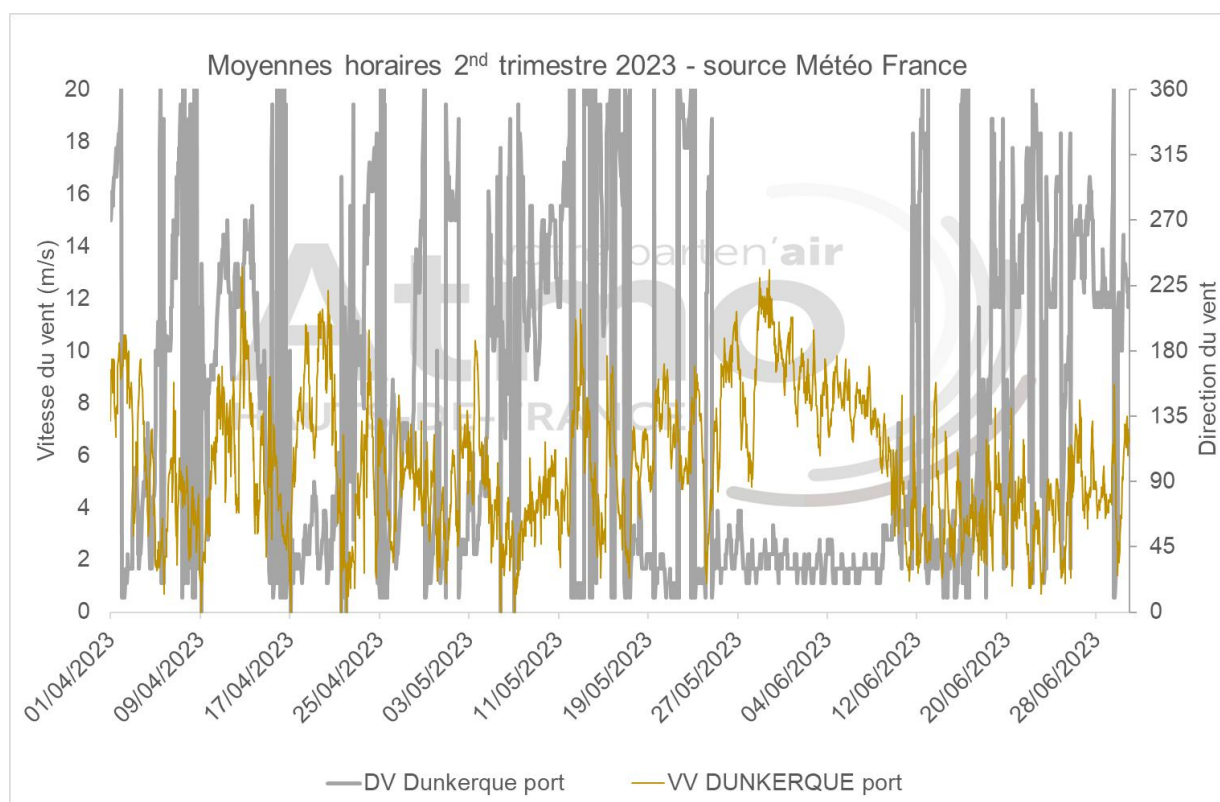
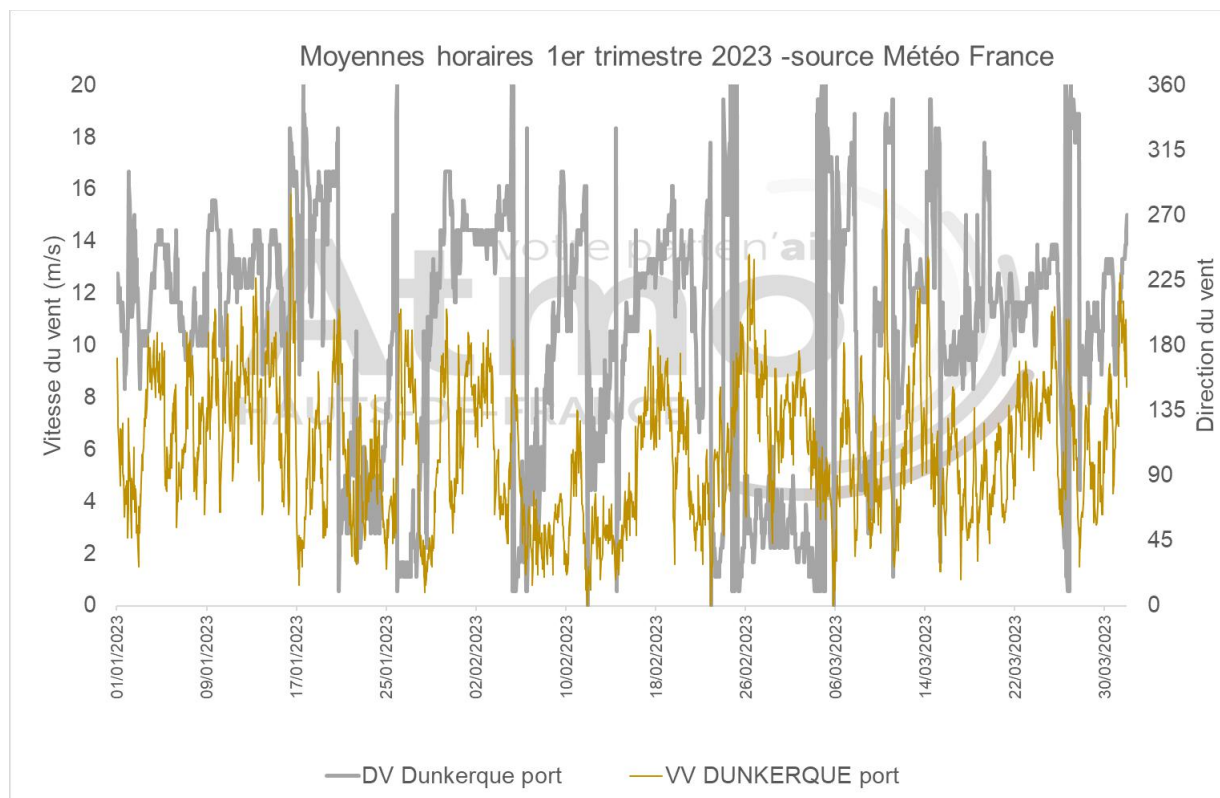


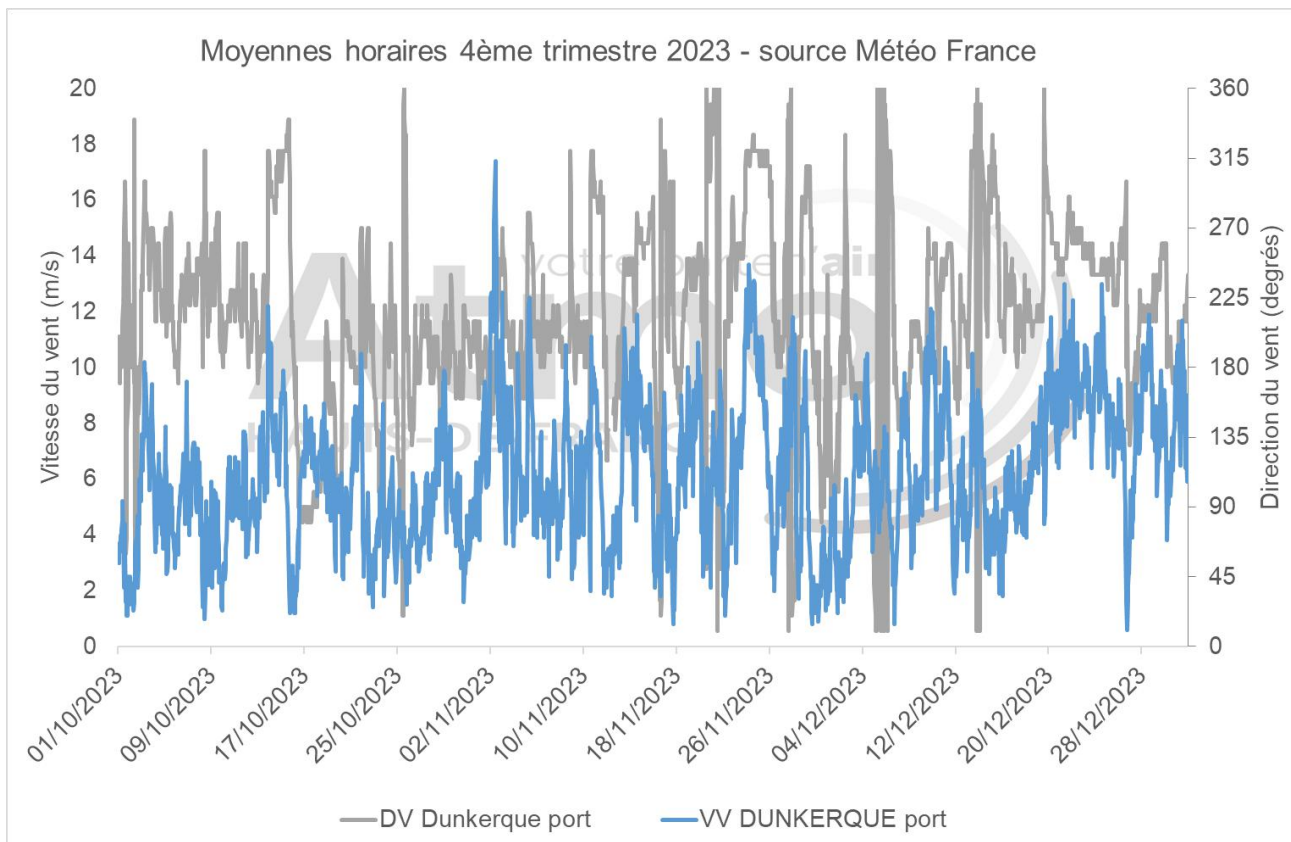
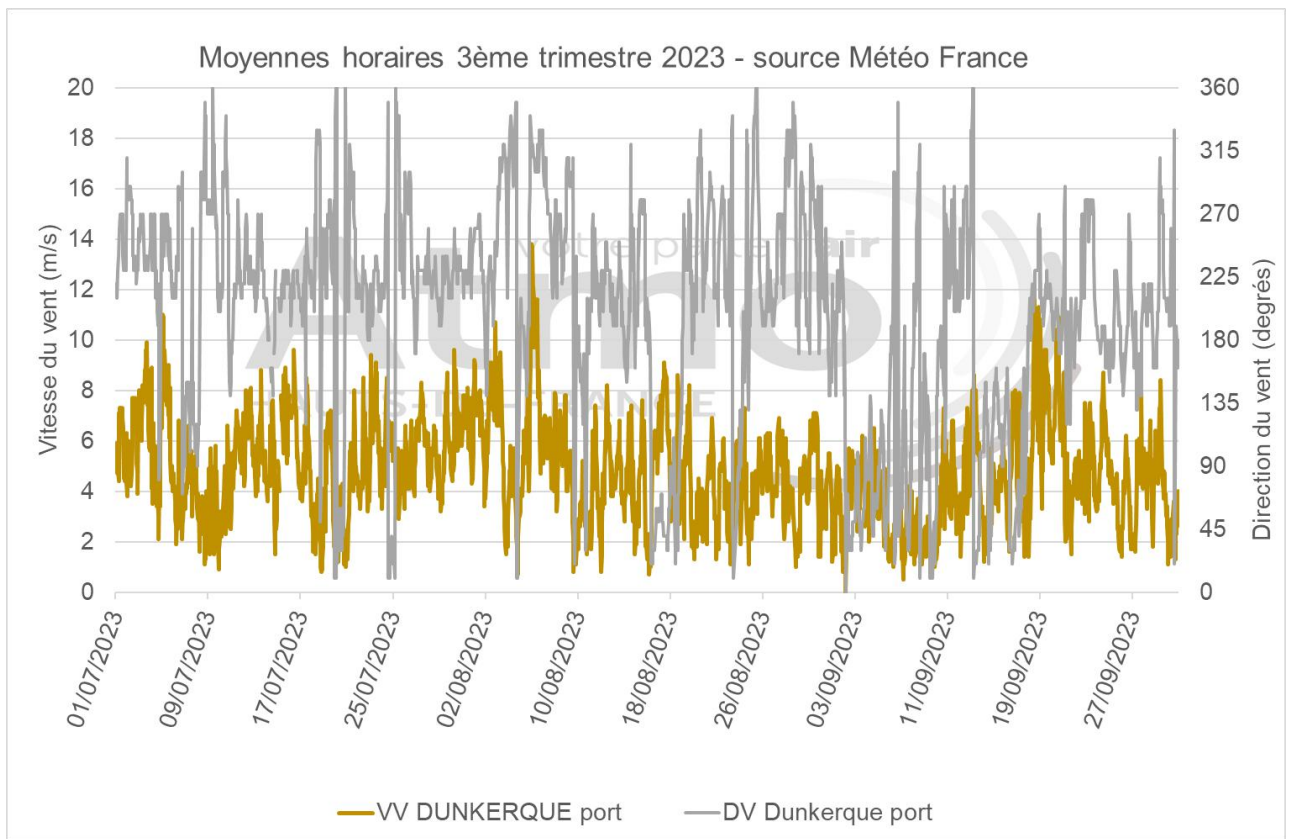
Atmo Hauts-de-France sous-traite les analyses à des laboratoires évalués et sélectionnés chaque année par ses soins à partir de cahiers des charges élaborés suivants des critères normatifs et réglementaires et tarifaires.

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 2023





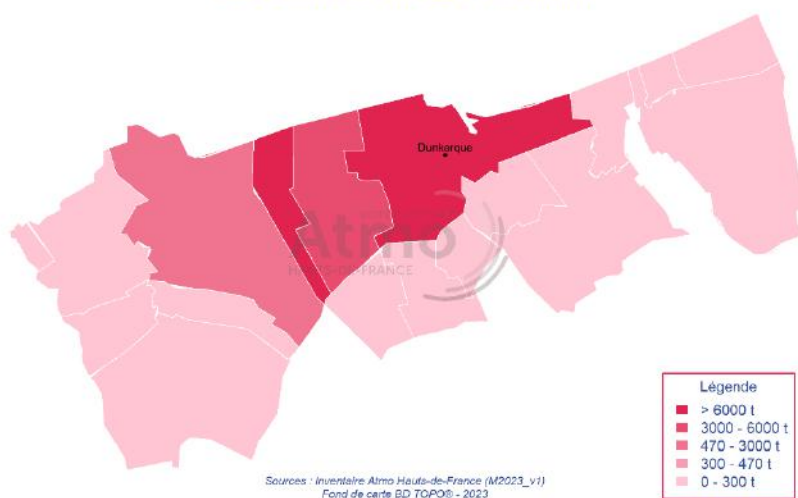
Annexe 5 : Fiches des émissions de polluants

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 :

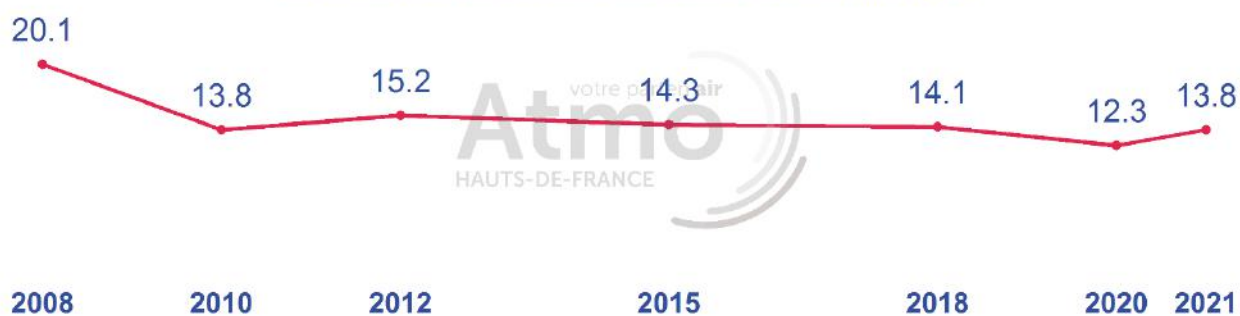
- l'extraction, la transformation et la distribution d'énergie d'une part,
- l'industrie manufacturière, le traitement des déchets et la construction d'autre part.

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



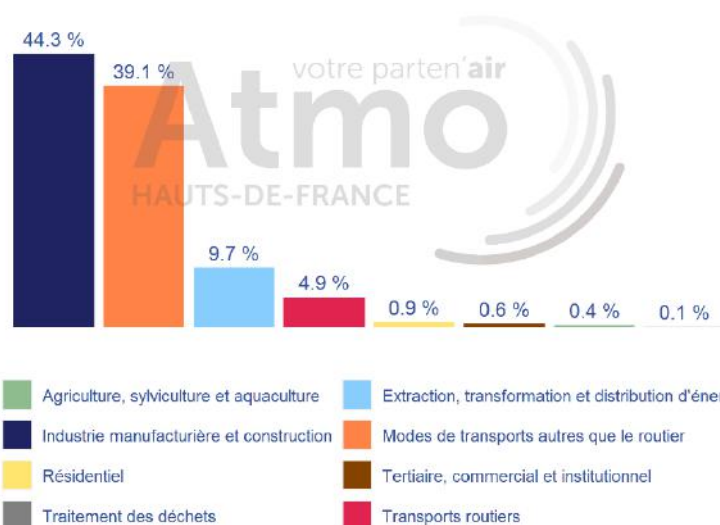
Evolution chronologique des émissions des NOx totales sur le territoire (en kilotonnes)

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

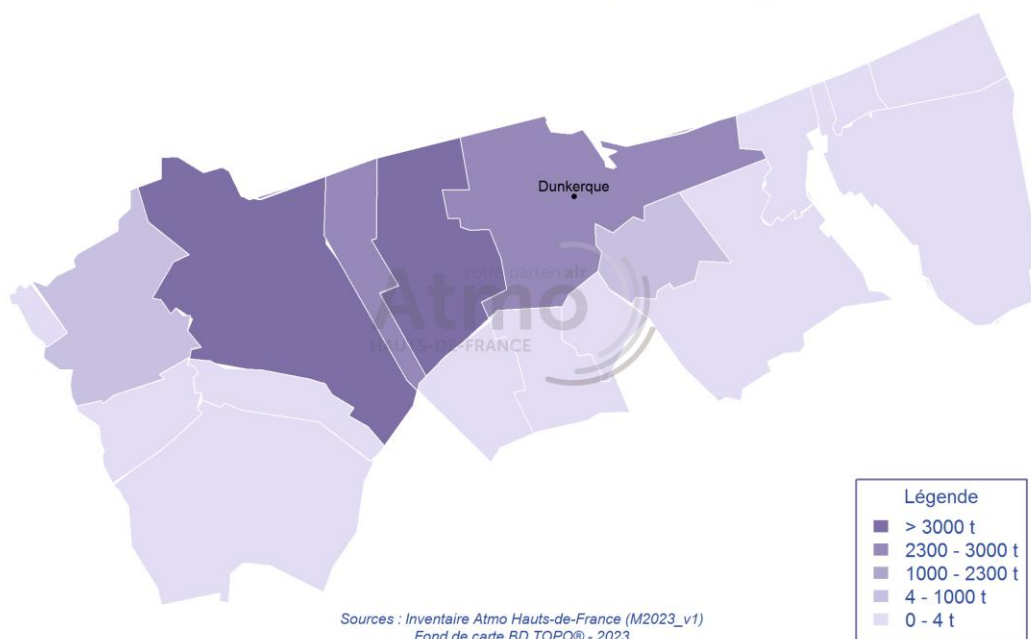


**CU de Dunkerque :
Répartition des émissions des NOx
par secteur d'activité en 2021 (en %)**

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



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



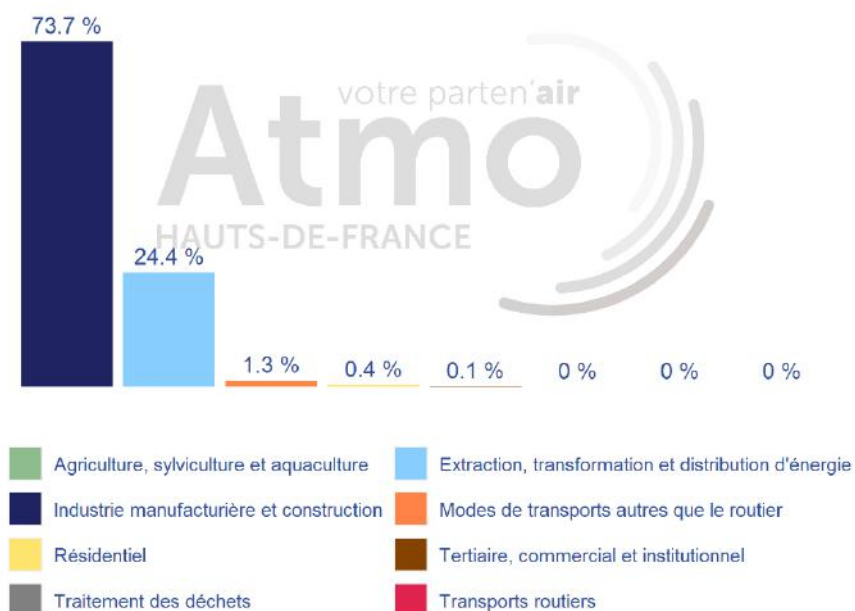
Evolution chronologique des émissions de SO2 totales sur le territoire (en kilotonnes)

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

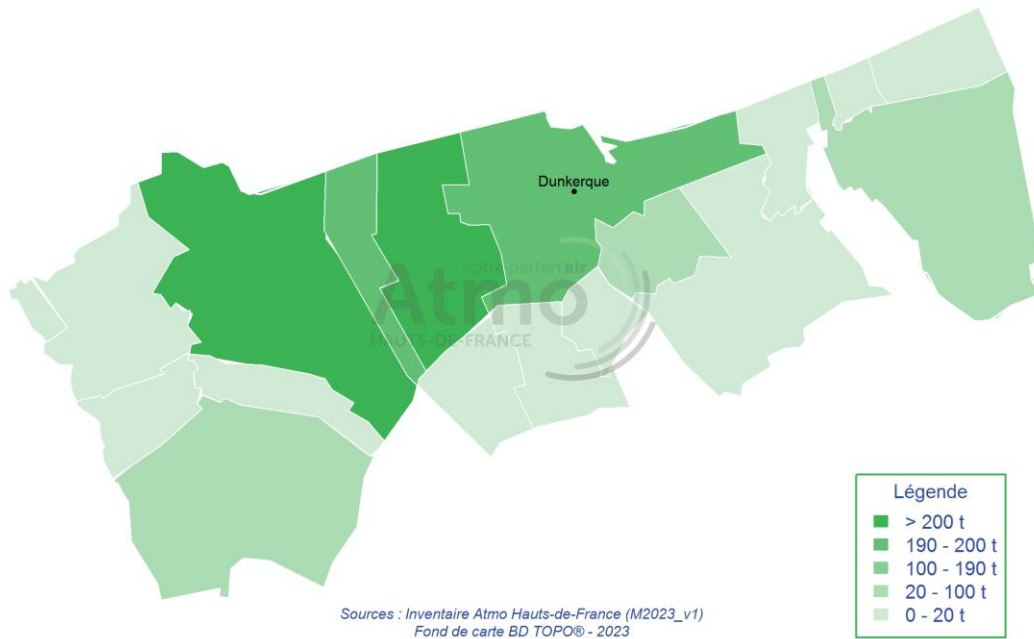


CU de Dunkerque : Répartition des émissions de SO2 par secteur d'activité en 2021 (en %)

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

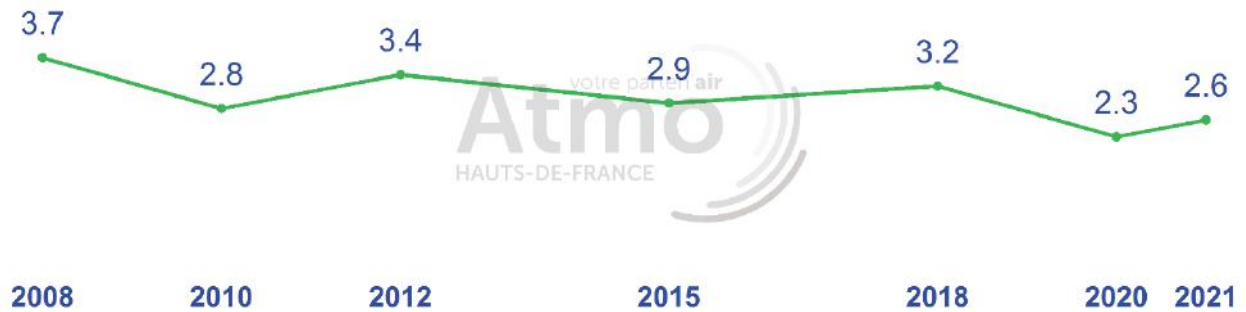


Emissions des PM10 réparties par communes sur le territoire en 2021 (en tonnes)



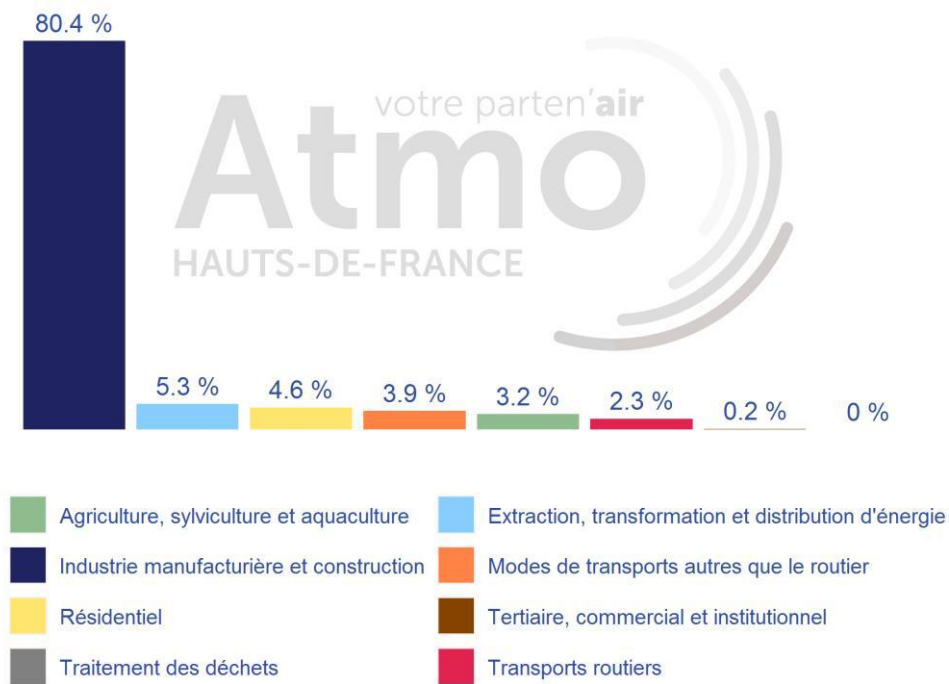
Evolution chronologique des émissions des PM10 totales sur le territoire (en kilotonnes)

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

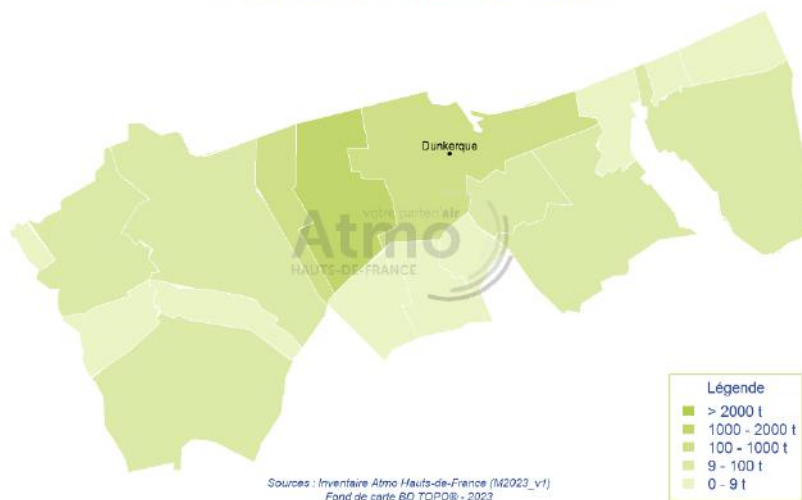


CU de Dunkerque : Répartition des émissions des PM10 par secteur d'activité en 2021 (en %)

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

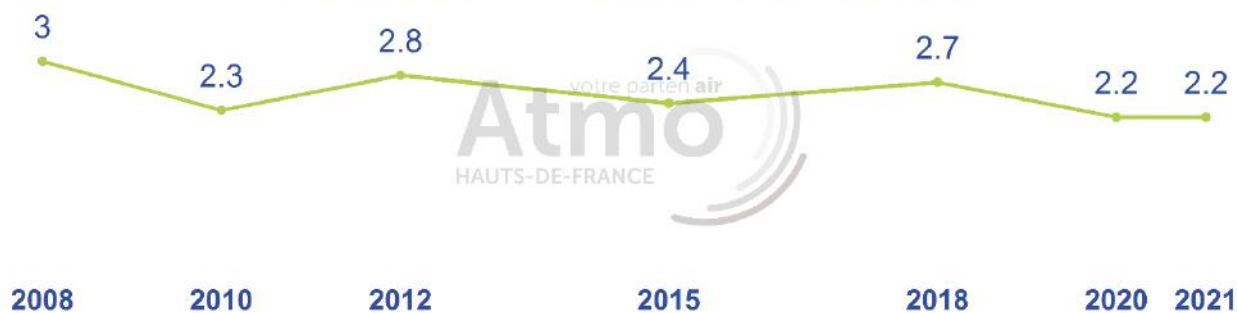


Emissions des PM2.5 réparties par communes sur le territoire en 2021 (en tonnes)



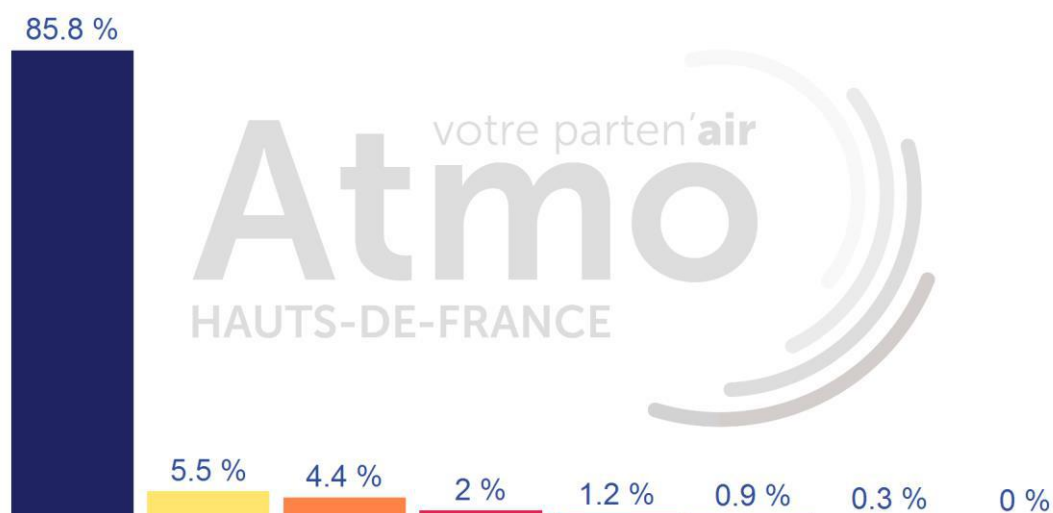
Evolution chronologique des émissions des PM2.5 totales sur le territoire (en kilotonnes)

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

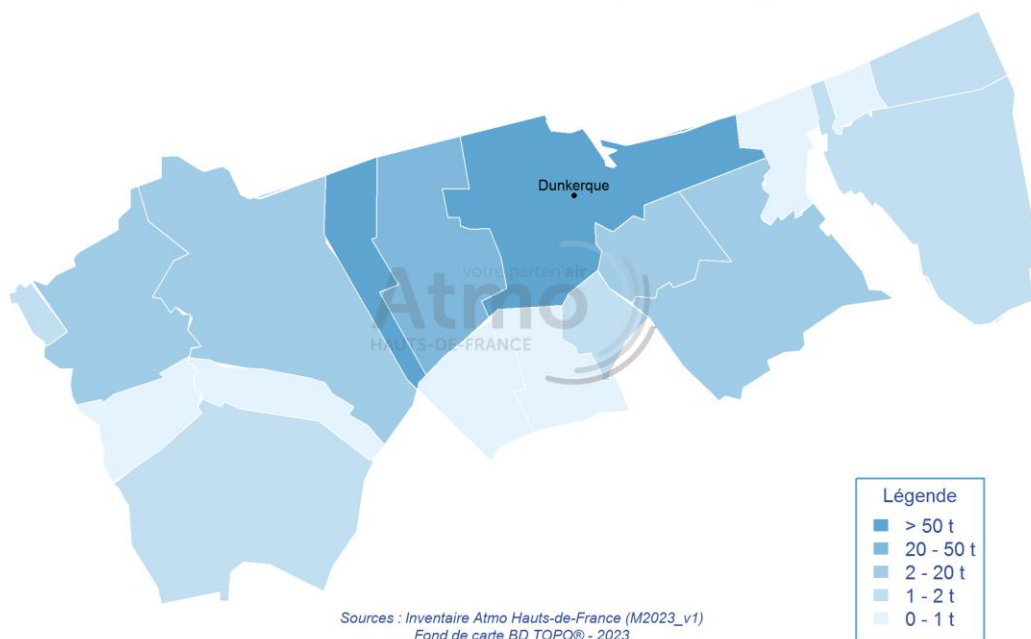


CU de Dunkerque : Répartition des émissions des PM2.5 par secteur d'activité en 2021 (en %)

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



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



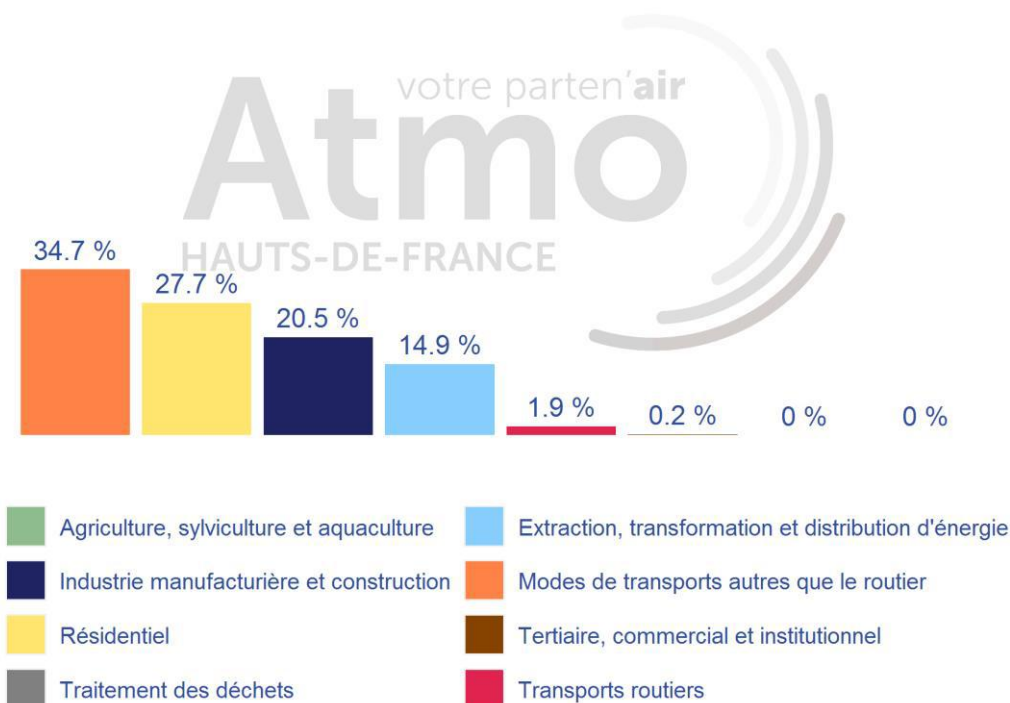
Evolution chronologique des émissions de C6H6 totales sur le territoire (en tonnes)

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

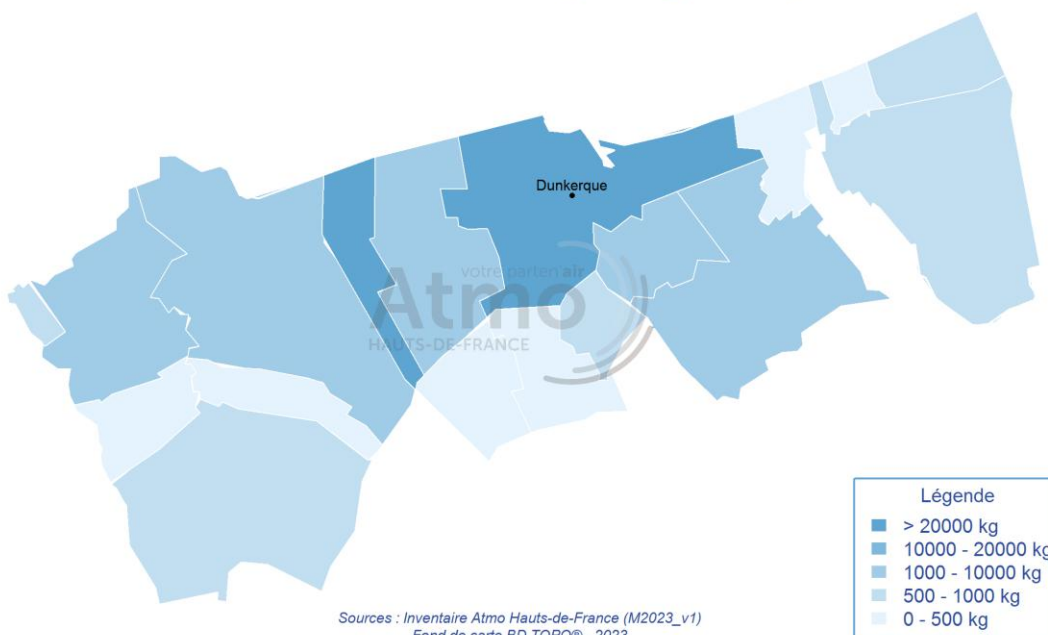


CU de Dunkerque : Répartition des émissions de C6H6 par secteur d'activité en 2021 (en %)

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

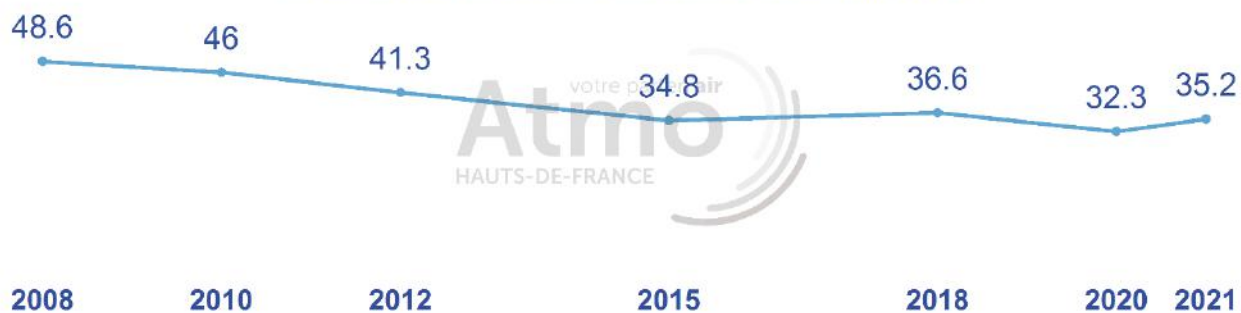


Emissions de Toluène réparties par communes sur le territoire en 2021 (en kilogrammes)



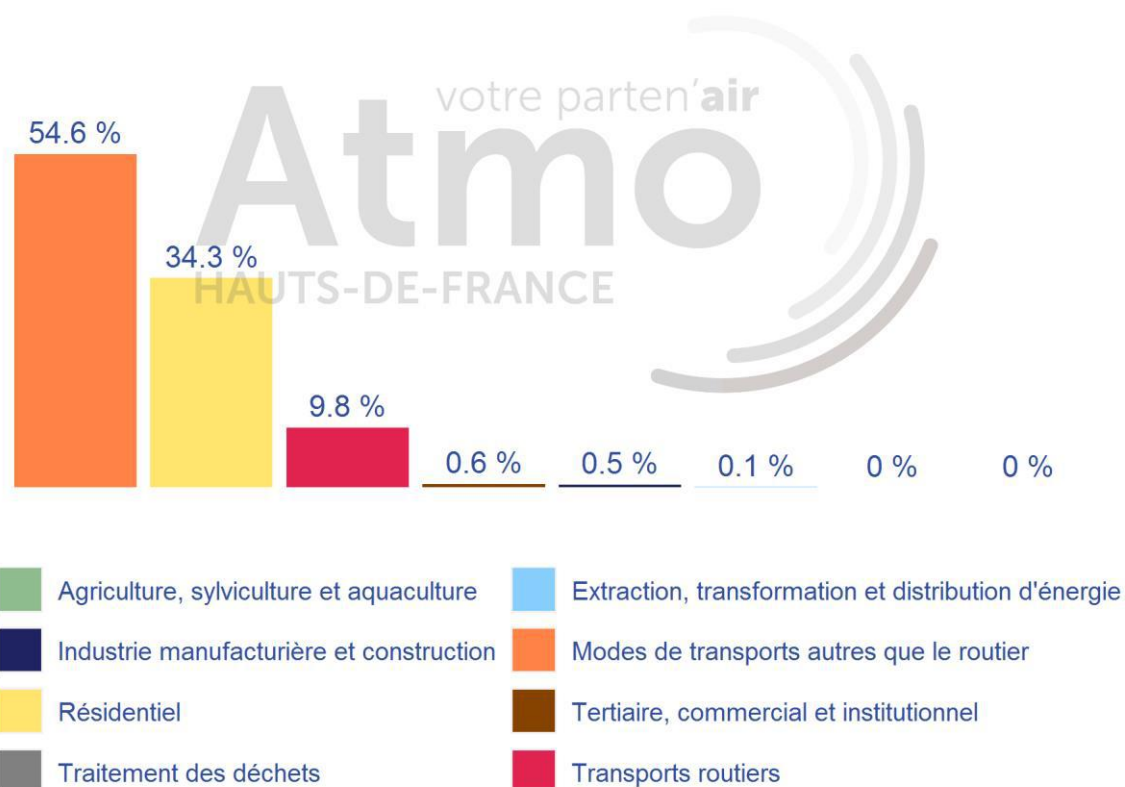
Evolution chronologique des émissions de Toluène totales sur le territoire (en tonnes)

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)



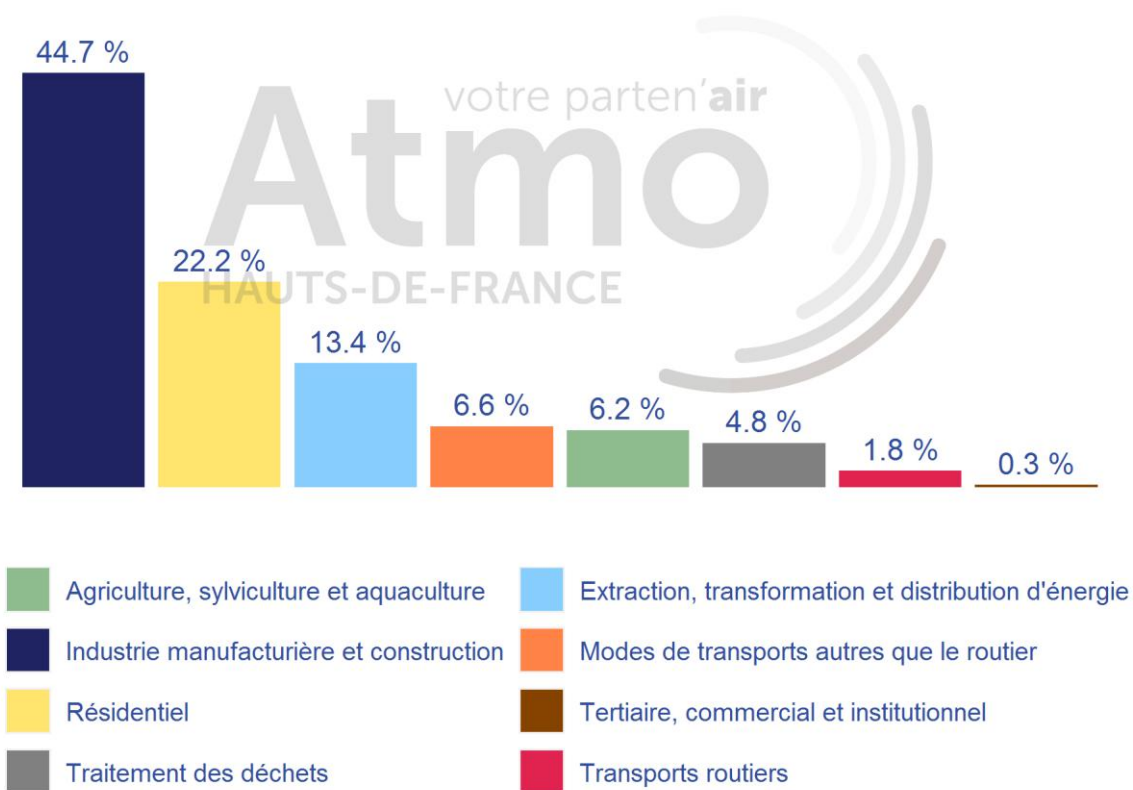
Evolution chronologique des émissions des COVnM totales sur le territoire (en kilotonnes)

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/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 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/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 <i>en moyenne annuelle</i>	0,25 µg/m³ <i>en moyenne annuelle</i>	-
Arsenic (As)	-	-	6 ng/m³ <i>en moyenne annuelle</i>
Cadmium (Cd)	-	-	5 ng/m³ <i>en moyenne annuelle</i>
Nickel (Ni)	-	-	20 ng/m³ <i>en moyenne annuelle</i>
B(a)P	-	-	1 ng/m³ <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 prélève	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

