

RAPPORT D'ETUDE

Suivi de la qualité de l'air en proximité industrielle

Mardyck (59)

Mesures réalisées en 2017



Auteur : Sandra Vermeesch
Vérificateur : Nathalie Dufour
Diffusion : Avril 2018

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 au 31 décembre 2019, 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°02/2017/SV/V0**. En cas de remarques sur les informations ou leurs conditions d'utilisation, prenez contact avec Atmo Hauts-de-France :

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

Réclamations

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

	Nom	Qualité	Visa
Approbation	Nathalie Dufour	Responsable du Service Etudes	

Version du document : V0 basé sur trame vierge : EN-ETU-30

Date d'application : 11 janvier 2018

Sommaire

1. Synthèse de l'étude.....	4
2. Enjeux et objectifs de l'étude	5
3. Matériels et méthodes.....	5
3.1 Dispositif de mesures de l'étude.....	5
3.2 Localisation.....	6
3.3 Dispositif de référence.....	7
4. Contexte environnemental	8
4.1 Emissions connues	8
4.2 Contexte météorologique	12
4.3 Episodes de pollution.....	13
5. Résultats de l'étude	14
5.1 Bilan météorologique.....	14
5.2 Le dioxyde de soufre (SO ₂).....	15
5.3 Le dioxyde d'azote (NO ₂).....	18
5.4 Le monoxyde d'azote (NO)	21
5.5 Les particules en suspension (PM10)	24
5.6 Les BTEX : le benzène (C ₆ H ₆).....	27
5.7 Les BTEX : le toluène (C ₇ H ₈).....	30
5.8 Les BTEX : l'éthylbenzène (C ₈ H ₁₀).....	32
5.9 Les BTEX : les (m+p)-xylènes (C ₈ H ₁₀)	34
5.10 Les BTEX : l'o-xylène (C ₈ H ₁₀)	36
6 Au regard des campagnes précédentes.....	38
7 Conclusion et perspectives.....	39

Annexes

Annexe 1 : Glossaire.....	40
Annexe 2 : Origines et impacts des polluants surveillés.....	41
Annexe 3 : Modalités de surveillance	43
Annexe 4 : Météorologie.....	46
Annexe 5 : Fiches des émissions de polluants	48
Annexe 6 : Taux de fonctionnement.....	51
Annexe 7 : Repères réglementaires.....	52

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 : Mardyck (59)

A Mardyck, la station fixe surveille depuis 2008 la qualité de l'air dans l'environnement de VERSALIS (fabricant de billes de polypropylène).



Dates des mesures : 1^{er} janvier au 31 décembre 2017

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

Résultats : l'ensemble des polluants investigués respectent les valeurs réglementaires

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

« ● » Valeurs réglementaires respectées

Globalement, le secteur d'études a bénéficié, en 2017, de bonnes conditions de dispersion, comme c'est généralement le cas grâce aux conditions de bordure de mer dont il dispose. La rose de vent annuelle montre que toutes les directions de vent ont été représentées.

Les concentrations obtenues à Mardyck pour le dioxyde de soufre restent caractéristiques d'une proximité industrielle mais non élevées en moyenne. Pour les oxydes d'azote, le constat diffère puisque les valeurs se confondent davantage avec ce qui peut être observé en milieu urbain. Les relevés caractérisant les particules en suspension montrent également des influences diverses, avec d'une part, le fait que les conditions météorologiques associées au vent de Nord-Est sont souvent favorables à des épisodes de pollution régionaux ; d'autre part, cette direction correspond à la présence de la zone sidérurgique émettrice de PM10. Des concentrations élevées sont également visibles par vent de la moitié sud, zone non industrialisée, plus urbaine. Concernant les mesures de BTEX, l'influence de Versalis France a été identifiée suite à une exploitation croisée Atmo/Versalis : des pics ont en effet atteint des valeurs ponctuellement élevées et sont liées à des évaporations partielles issues de fosses à ciel ouvert du site. Suite à ces dysfonctionnements et pour éviter les impacts extérieurs, l'industriel a ainsi décidé de mettre en place un système flottant à la surface qui permettra d'éviter l'évaporation des hydrocarbures. Ce système sera mis en place en 2018.

Le 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.

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 évalue la qualité de l'air dans l'environnement proche des deux industriels.

En 2017, la surveillance de la qualité de l'air s'est poursuivie en collaboration avec VERSALIS France uniquement. Atmo Hauts-de-France continue de mesurer les mêmes composés qu'auparavant, à savoir le dioxyde de soufre, les oxydes d'azote, les particules en suspension PM10 et les BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes). 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 2017 ont été comparés aux niveaux enregistrés par les stations fixes les plus proches et de typologies variées.

Ce rapport présente les résultats de mesures du 1^{er} janvier au 31 décembre 2017.

3. Matériels et méthodes

3.1 Dispositif de mesures de l'étude

Lors de cette 10^{ème} année de mesures à Mardyck, les mêmes polluants ont de nouveau été investigués, toujours à l'aide de la même station fixe, de façon à représenter au mieux la qualité de l'air en proximité industrielle.

Les techniques de mesures exploitées pour chaque polluant surveillé sont les suivantes :

Technique	Dioxyde de soufre (SO ₂)	Oxydes d'azote (NO _x)	Particules en suspension (PM10)	BTEX
Analyseur automatique	X	X	X	X

Les techniques 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 études statistiques de l'INSEE, la commune de Mardyck comptait 288 habitants en 2012 pour une superficie de 8,69 km², soit une densité de population de 33 habitants au km².

Localisation du site de mesures impliqué dans cette étude

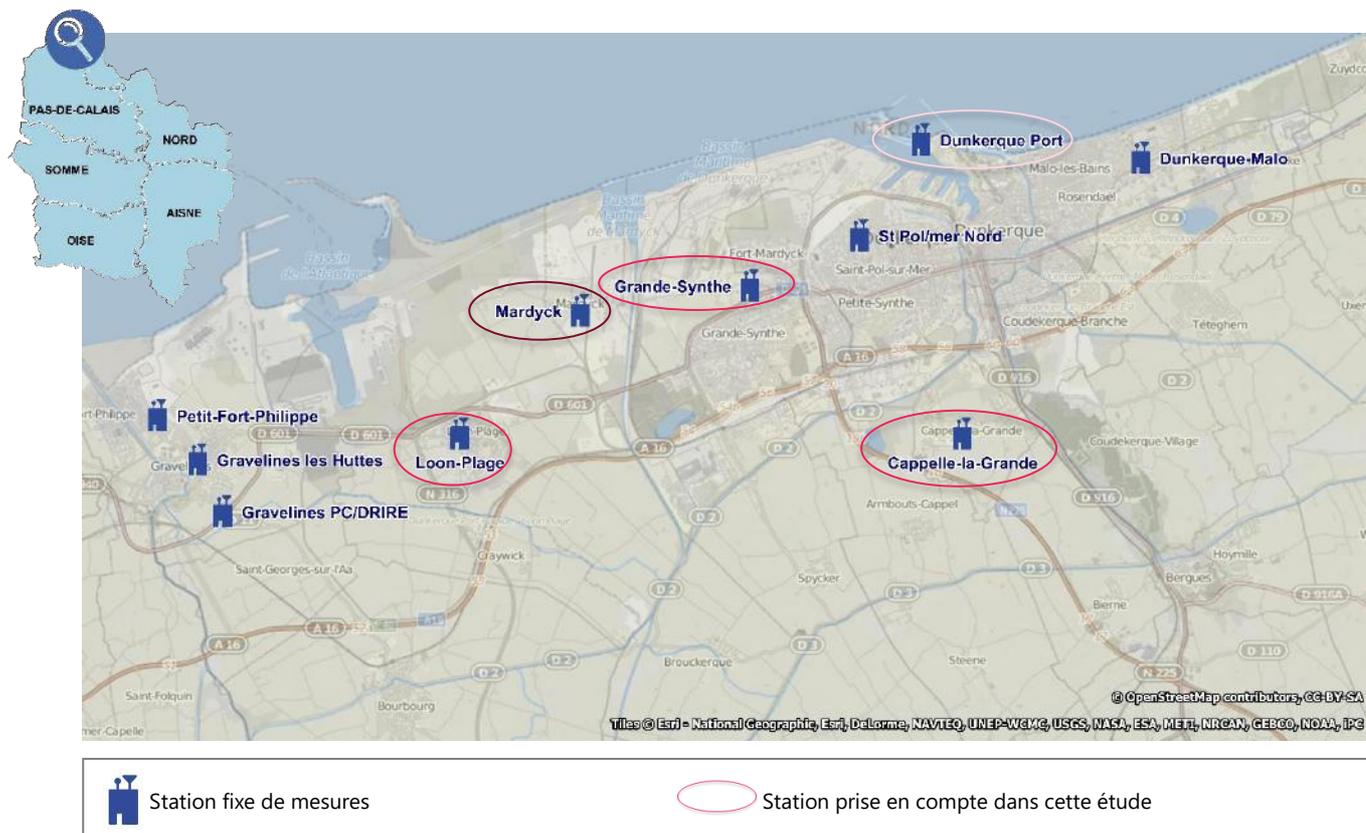


La station fixe est installée dans la cour de l'école Pollet, rue de l'Eglise.



3.3 Dispositif de référence

Afin de valider les résultats, les données issues de la station fixe vont être comparées aux stations de mesures fixes les plus proches mesurant les mêmes paramètres, sur des typologies variées. La carte ci-dessous permet de localiser les stations fixes par rapport à la zone d'étude.



Selon leurs critères d'implantation et les caractéristiques environnementales, les stations fixes ne mesurent pas systématiquement les mêmes polluants. Le tableau ci-dessous reprend les polluants mesurés par chacune des stations fixes de référence utilisées dans cette étude :

Station fixe	Dioxyde de soufre	Oxydes d'azote	Particules en suspension PM10	BTEX	Mesure paramètres météorologiques
Mardyck	■	■	■	■	
Grande-Synthe	■		■		
Loon-Plage	■				
Cappelle-la-Grande		■			
Dunkerque Port					■

4. Contexte environnemental

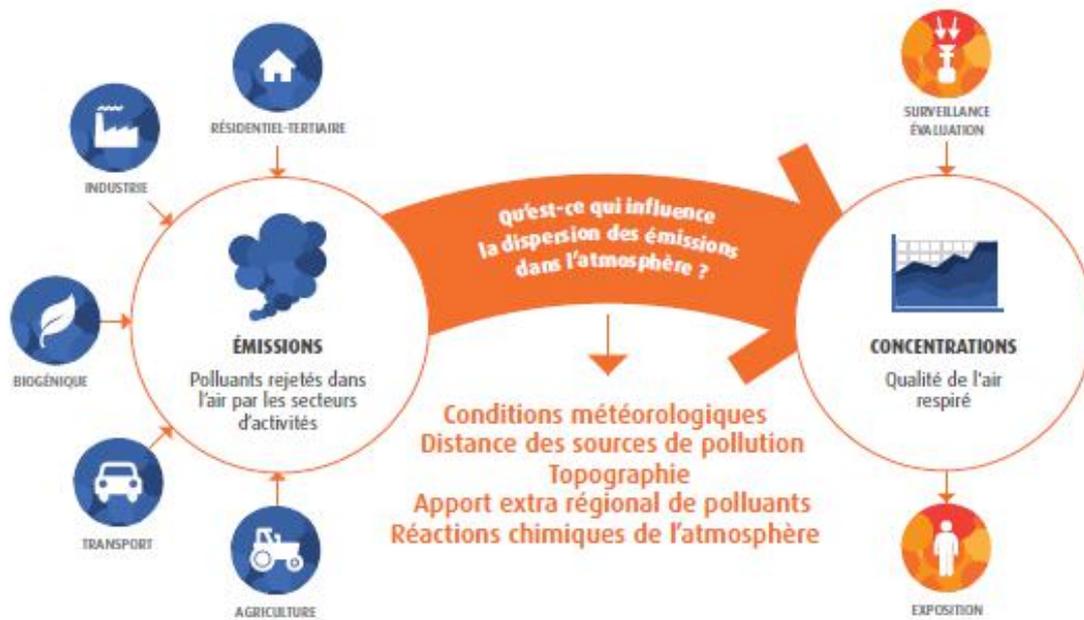
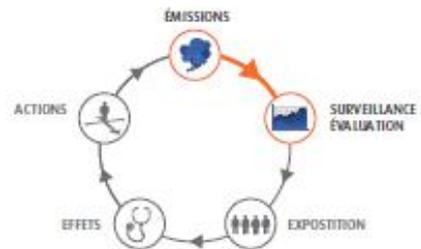
Ce paragraphe recense des éléments liés à la qualité de l'air permettant d'interpréter les résultats de l'étude et pouvant avoir un impact sur celle-ci, tels que : les émissions, la météorologie et les épisodes de pollution.

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.).

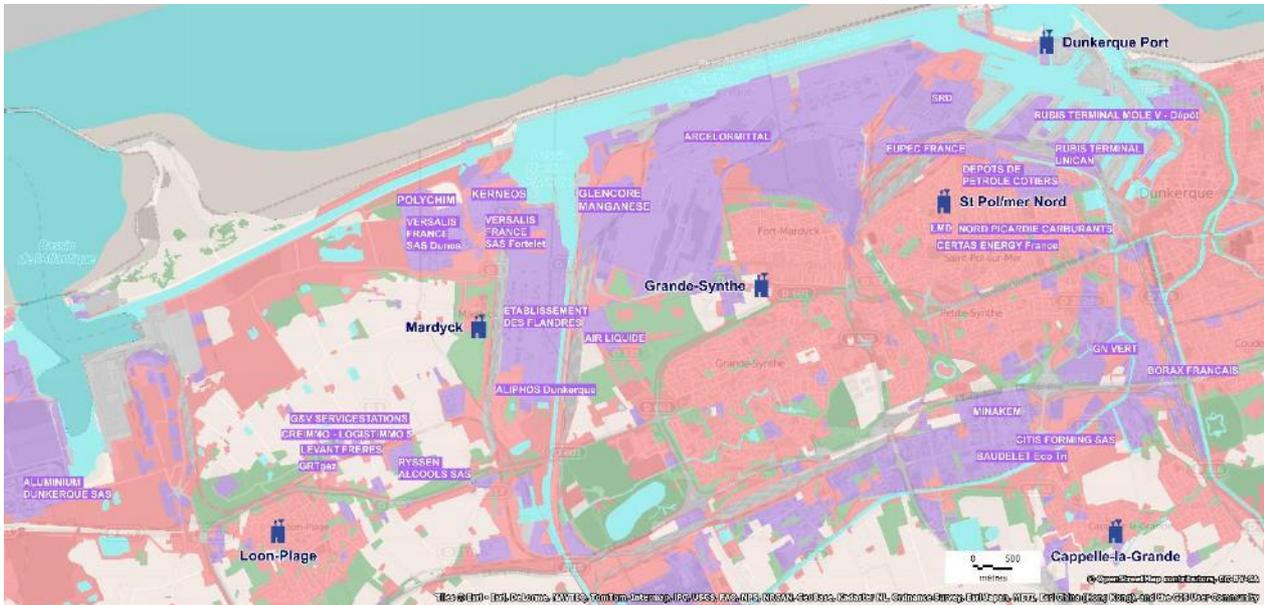
DES ÉMISSIONS AUX CONCENTRATIONS DE POLLUANTS DANS L'ATMOSPHÈRE



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'études

La carte ci-dessous représente les principaux émetteurs pouvant influencer la qualité de l'air locale (activités économiques industrielles et agricoles, routiers et autres transports, urbanisation).



Occupation des sols (SIGALE)

- Forêts et milieux semi-naturels
- Réseaux de communication
- Territoires agricoles
- Zones humides et surfaces en eau
- Zones industrielles ou commerciales; mines, décharges et chantiers
- Zones urbanisées



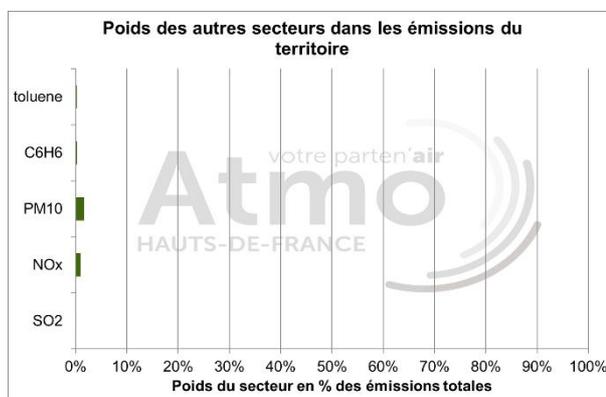
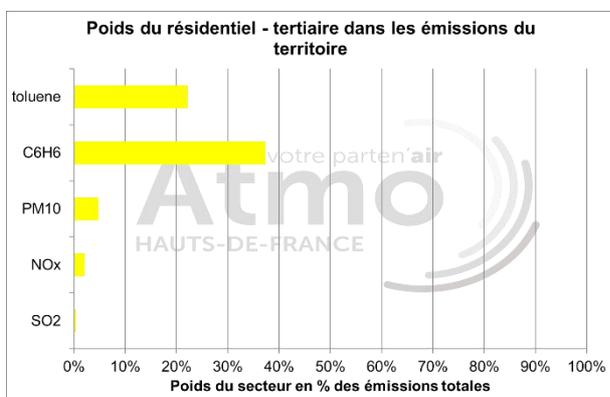
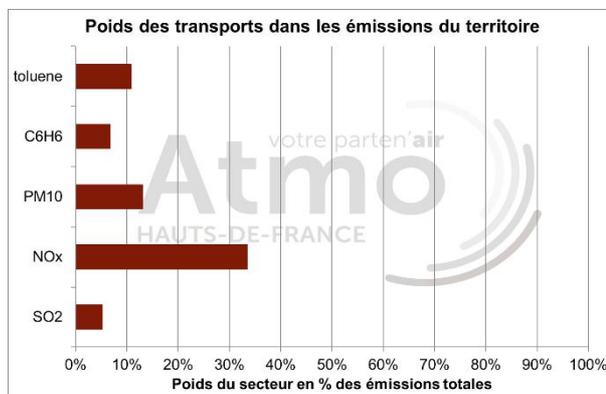
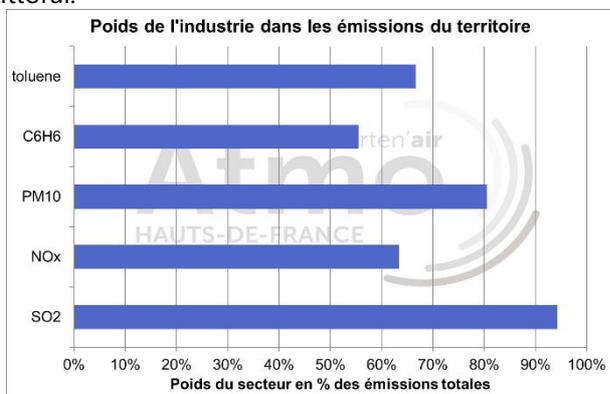
Station fixe de mesures

Au regard de l'occupation des sols, il apparaît que le territoire étudié ici est une zone à la fois très industrialisée et urbanisée, située en bordure de mer.

La partie présentée page suivante présente les principales caractéristiques de ce territoire en termes d'émissions.

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

Les données utilisées et présentées dans les graphes suivants sont issues de l'inventaire des émissions de l'année 2012, réalisé par Atmo Hauts-de-France, selon la méthodologie définie en 2012 (source Base_A2012_M2012_V4). Elles sont présentées à l'échelle de la Communauté de Urbaine de Dunkerque Grand Littoral.



Les secteurs représentés sont :

- Le secteur industriel comprenant les émissions issues de l'extraction, la transformation et la distribution d'énergie ainsi que celles issues de l'industrie manufacturière, le traitement des déchets et la construction.
- Le secteur transports comprenant 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 tertiaire comprenant les émissions issues des secteurs résidentiel, tertiaire, commercial et institutionnel.

Le pourcentage est exprimé par rapport au total des émissions intercommunales. Les fiches en [annexe](#) sont réalisées sur un découpage ciblant les six principaux secteurs SECTEN définis par le CITEPA. Pour en savoir plus voir <http://www.atmo-hdf.fr/accéder-aux-données/émissions-de-polluants.html>

Ainsi, à l'échelle de la **Communauté Urbaine de Dunkerque Grand Littoral**, les polluants étudiés à travers cette étude sont tous majoritairement issus du secteur industriel. Le territoire est en effet l'un des plus industrialisés de la région Hauts-de-France. Le secteur résidentiel tertiaire représente quant à lui une part non négligeable des émissions de toluène et de benzène dans l'air : respectivement 22% et 37% de ces émissions proviennent de ce secteur et sont essentiellement dues à l'utilisation du chauffage au bois. Le transport, fortement présent avec le passage de l'autoroute A16 au sein de l'agglomération et le trafic maritime lié au port de Dunkerque, représente 34% des émissions d'oxydes d'azote.

Précisions sur les principaux émetteurs industriels locaux

La surveillance conventionnée en 2017 porte sur les activités des sites de stockage et de production de Versalis.

Emissions industrielles recensées par l'IREP dans un rayon de 5 km autour de la station de mesures pour l'année 2016 (dernière année disponible)

Etablissement	Polluant	Quantité	Unité
Etablissement des Flandres	Benzène	1 800	kg
	Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)	180 000	kg
Versalis France SAS (route du fortelet – site de stockage)	Benzène	5 730	kg
	Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)	176 000	kg
Versalis France SAS (route des dunes – site de production)	Benzène	6 760	kg
	Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)	616 000	kg
	Oxydes d'azote (NOx - NO + NO ₂) (en eq. NO ₂)	486 000	kg
	Oxydes de soufre (SOx - SO ₂ + SO ₃) (en eq. SO ₂)	172 000	kg
ARCELORMITTAL ATLANTIQUE et LORRAINE SITE DE DUNKERQUE	Benzène	27 800	kg
	Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)	303 000	kg
	Oxydes de soufre (SOx - SO ₂ + SO ₃) (en eq. SO ₂)	5 510 000	kg
	Oxydes d'azote (NOx - NO + NO ₂) (en eq. NO ₂)	6 750 000	kg
	Poussières totales (TSP)	2 930 000	kg
KERNEOS- Usine de Dunkerque	Oxydes de soufre (SOx - SO ₂ + SO ₃) (en eq. SO ₂)	301 000	kg
	Oxydes d'azote (NOx - NO + NO ₂) (en eq. NO ₂)	195 000	kg
Glencore Manganèse France	Oxydes de soufre (SOx - SO ₂ + SO ₃) (en eq. SO ₂)	374 000	kg
	Oxydes d'azote (NOx - NO + NO ₂) (en eq. NO ₂)	237 000	kg
POLYCHIM INDUSTRIE	Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)	38 400	kg

Les émissions déclarées ici pour l'année 2016 (dans l'hypothèse où celles-ci soient restées similaires en 2017), permettent de cibler l'origine potentielle des concentrations mesurées. Elles permettent d'établir si des influences d'origines industrielles sur les concentrations observées à Mardyck, selon les polluants et les directions de vents relevées, sont possibles ou non.

Ainsi, si, à travers l'exploitation des résultats, l'on observe des concentrations élevées de benzène, il est possible que celles-ci soient liées à des émissions issues de l'Etablissement des Flandres, de Versalis, ou d'ArcelorMittal. Celles-ci pourront également être issues du secteur résidentiel-tertiaire (chauffage bois).

L'analyse croisée de ces informations, des roses de vent/pollution, des données météorologiques ainsi qu'un regard sur la chronologie des événements permettront de dégager avec un peu plus de précisions l'origine de la pollution. Dans certains cas, il est également possible qu'aucune source spécifique ne soit identifiée.

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 détail des paramètres vitesses de vents et températures est précisé [annexe 4](#).

Le graphe suivant représente la rose des vents issue de la station de la station de Dunkerque Port en 2017.

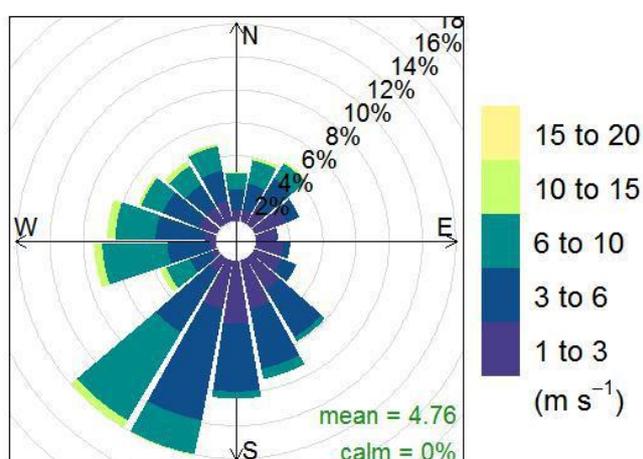
66

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 ils ne sont pas significatifs.

99



**Rose des vents de Dunkerque Port
[2017]**

Sur l'ensemble de l'année 2017, le territoire a été soumis à des vents majoritairement issus du secteur sud-sud-ouest. Régulièrement, des vents provenant également de la moitié nord (nord-ouest à nord-est) ont été relevés.

Le ¼ sud-est est aussi représenté mais avec des vents dont la vitesse est toujours restée faible à modérée.

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).

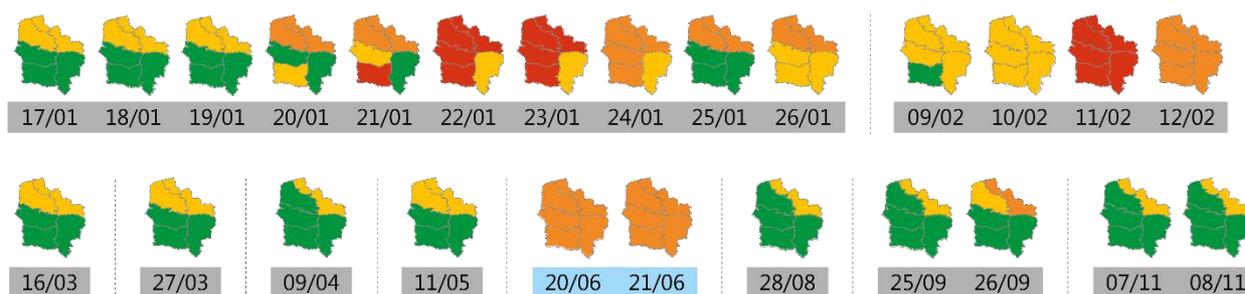
Facteurs favorisant la formation des épisodes de pollution

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 2017 au niveau des départements de la région Hauts-de-France.

2017 10 épisodes de pollution dans les 5 départements des Hauts-de-France



Polluants concernés :

- ozone (O₃)
- particules en suspension PM10 < 10 µm (PM10)

Niveau déclenché :

- pas d'épisode de pollution
- information et recommandation
- alerte sur persistance
- alerte

Légende carte :



Concernant le secteur investigué dans cette étude, le Dunkerquois a été touché par les 10 épisodes de pollution, majoritairement dus aux PM10, recensés en 2017.

Seul l'épisode du mois de juin a concerné l'ozone et non les particules.

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 à la fin de campagne. Une fois les données validées, un taux de fonctionnement est calculé pour chaque paramètre mesuré. Il s'agit du pourcentage de données valides d'un appareil de mesures, sur une période définie (année civile, phase de mesures, semaine...).

Un taux de fonctionnement inférieur à 85% signifie que la concentration moyenne du polluant n'est pas représentative sur le temps d'exposition (ici équivalent à une phase de mesures). Aucune comparaison avec les valeurs réglementaires du polluant pour l'année de l'étude n'est alors possible.

Dans cette étude tous les taux de fonctionnement sont supérieurs à 85% (Voir le détail des taux de fonctionnement en [annexe 6](#)).

Les limites de détection (plus petites concentrations pouvant être détectées par les appareils de mesures) pour les polluants étudiés sont indiquées dans le tableau ci-contre.

Polluant	Limite de détection ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Monoxyde d'azote	2,494
Dioxyde d'azote	3,824
Dioxyde de soufre	5,32
Particules en suspension PM10	3

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

5.2 Le dioxyde de soufre (SO₂)

5.2.1 Concentrations moyennes

Dans le tableau ci-après, sont résumés les résultats de la campagne de mesure pour le dioxyde de soufre.

Site de mesures		Influence de la mesure	Dioxyde de soufre (SO ₂)		
			Concentration moyenne (µg/m ³)	Valeur journalière maximale (µg/m ³)	Valeur horaire maximale (µg/m ³)
Année civile 2017	Grande-Synthe	Industrielle	<LD	25	112
	Loon-Plage	Industrielle	<LD	28	75
	Mardyck	Industrielle	<LD	25	134
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)

< LD : Résultat inférieur à la limite de détection

Avis et interprétation :

Au regard des résultats obtenus, toutes les valeurs réglementaires concernant le dioxyde de soufre ont été respectées à Mardyck. Sur l'année 2017, la concentration moyenne est inférieure à la limite de détection des appareils, ce qui signifie que les niveaux sont restés très faibles.

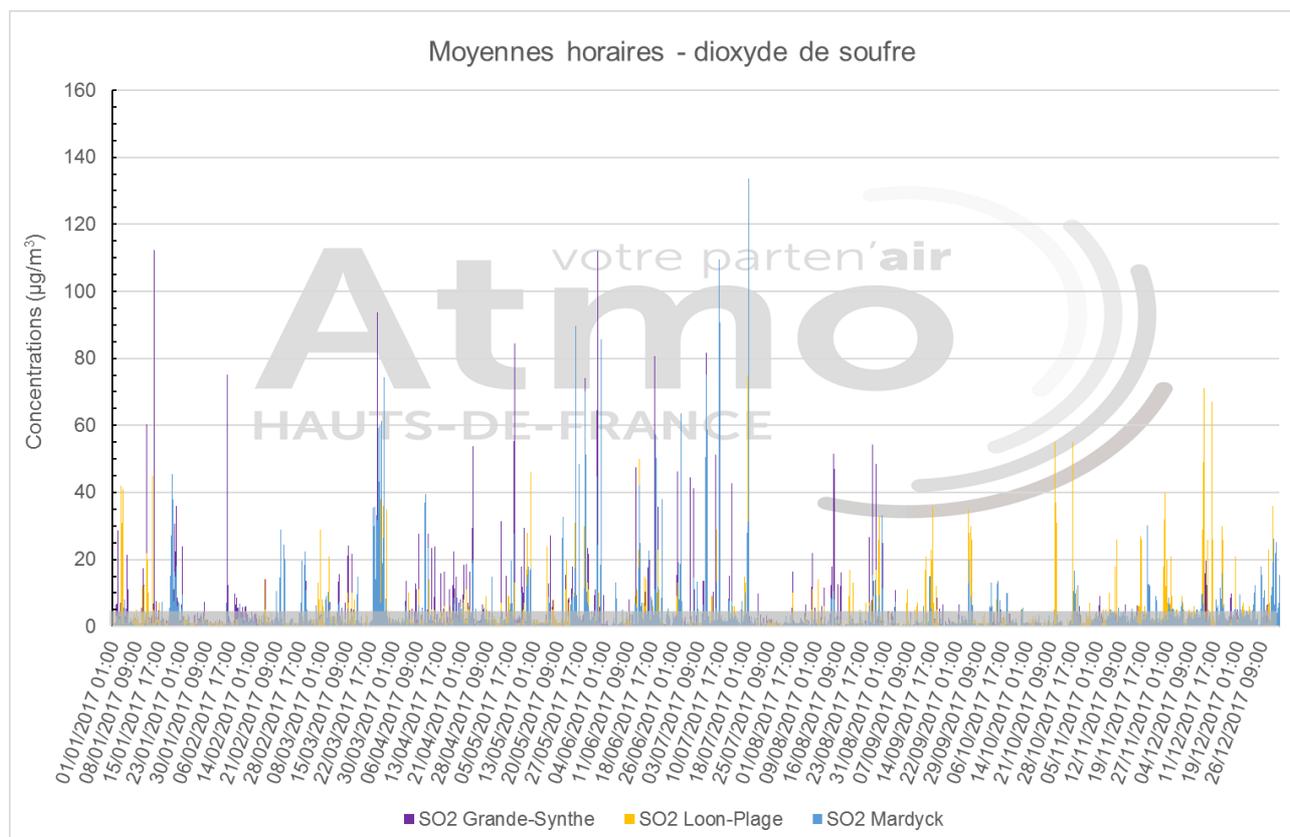
Globalement, depuis une quinzaine d'années, les concentrations en dioxyde de soufre relevées en milieux urbain et périurbain ont considérablement diminué et atteignent régulièrement des concentrations moyennes très faibles, proches de la limite de détection (hors proximité de zones industrielles spécifiques). Ce que l'on peut constater pour l'année 2017 sur bon nombres de stations fixes y compris pour des mesures placées sous influence industrielle. Cette évolution s'explique principalement par l'amélioration des combustibles et carburants (dont la teneur en soufre est de plus en plus faible), mais aussi par la désulfurisation des fumées des grandes installations de combustion, le traitement des fumées des usines d'incinération d'ordures ménagères, l'émergence des énergies renouvelables ou n'utilisant pas de fuel au détriment des anciennes centrales thermiques.

Valeurs réglementaires respectées à Mardyck pour le SO₂

Comparativement aux résultats obtenus depuis d'autres stations du secteur, les valeurs maximales de Mardyck s'approchent des valeurs obtenues à Grande-Synthe.

5.2.2 Evolution des concentrations horaires

Le graphique ci-après montre l'évolution des concentrations moyennes horaires du dioxyde de soufre (SO₂).



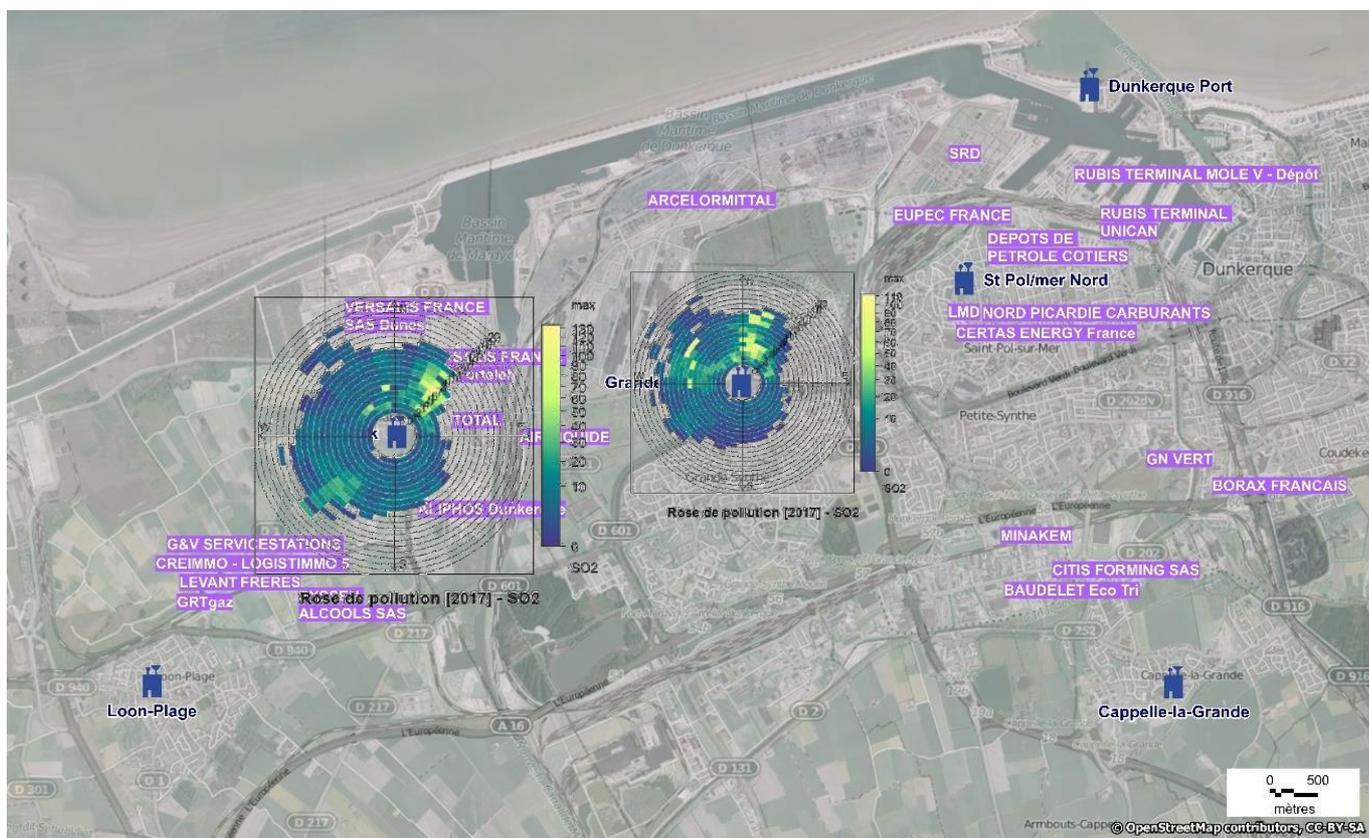
La bande grise sur le graphique correspond aux limites de la mesure de ce polluant (limites de détection des appareils). Les données situées dans cette bande grise sont moins significatives, mais restent néanmoins exploitables et sont prises en compte dans le calcul des moyennes.

Avis et interprétation :

Les concentrations en dioxyde de soufre observées à Mardyck sont globalement, sur l'ensemble de l'année, basses. Les pics de concentrations relevés à Mardyck sont cependant plus importants qu'à Loon-Plage. La non simultanéité des pics entre les différentes stations de mesures atteste d'influences différentes et isolées, selon l'endroit où l'on se situe.

5.2.3 Rose de pollution

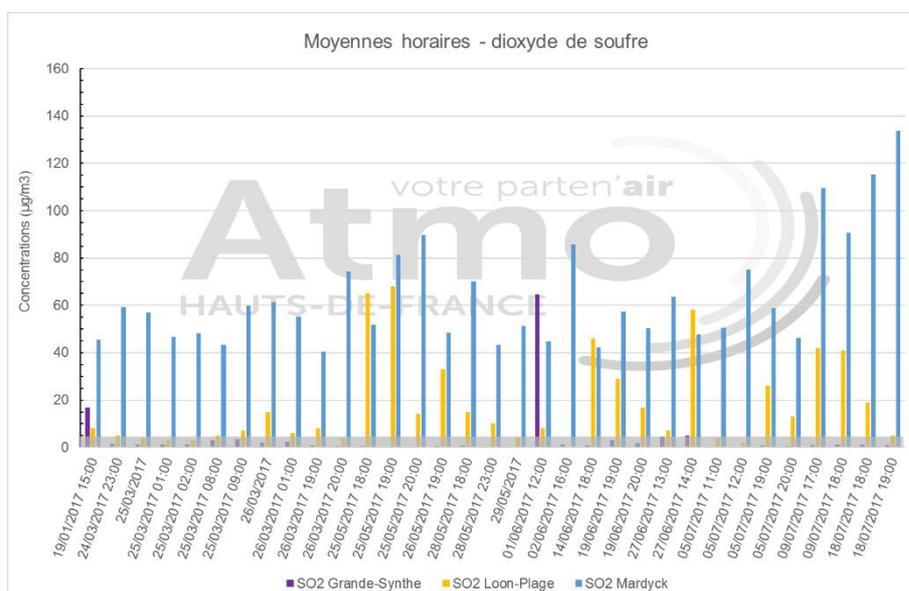
Les roses ci-après montrent la répartition des concentrations moyennes horaires du dioxyde de soufre (SO₂) pour Mardyck et Grande-Synthe, en fonction de la vitesse et de la direction du vent de la station de Dunkerque Port.



Avis et interprétation :

Les valeurs maximales correspondant aux dates définies plus haut sont représentées par les cellules jaunes dans la rose de pollution. Au regard des deux roses de pollution représentées, il apparaît que les valeurs élevées de dioxyde de soufre sont davantage liées à la zone sidérurgique plutôt qu'à Versalis. Si Versalis était à l'origine de ces pics, les concentrations maximales auraient été relevées par vent d'ouest à Grande-Synthe, or elles sont bien plus souvent relevées par vent de nord-nord-est. De plus, par rapport à ce qui est indiqué dans le relevé des émissions annuelles des industriels, la zone sidérurgique émet davantage de dioxyde de soufre que Versalis.

Le graphe ci-contre reprend la chronologie des pointes remarquables à Mardyck.



5.3 Le dioxyde d'azote (NO₂)

5.3.1 Concentrations moyennes

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

		Dioxyde d'azote (NO ₂)		
Site de mesures	Influence de la mesure	Concentration moyenne (µg/m ³)	Valeur horaire maximale (µg/m ³)	Nombre d'heure où la moyenne horaire a été supérieure à 200 µg/m ³
Cappelle-la-Grande	sans influence, mesure de fond	14,7	90,5 le 22/01 à 19h	0
Mardyck	industrielle	15,2	127,1 le 18/07 à 19h	0
Valeurs réglementaires		40 (valeur limite)	200 à ne pas dépasser plus de 18 heures par an (valeur limite)	

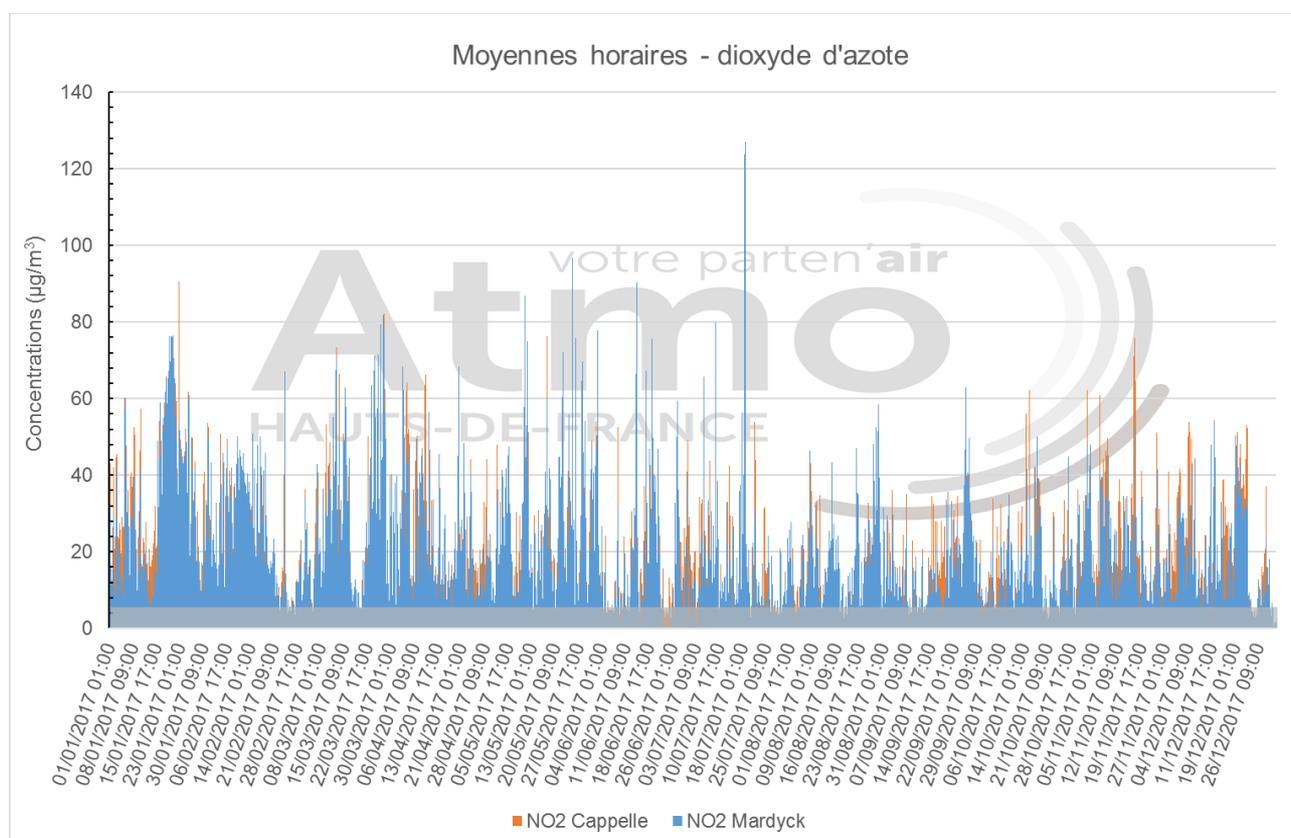
Avis et interprétation :

Au regard des résultats obtenus, toutes les valeurs réglementaires concernant le dioxyde d'azote ont été respectées à Mardyck. Comparativement aux résultats obtenus depuis d'autres stations du secteur, la concentration moyenne de Mardyck s'approche de la valeur moyenne obtenue à Cappelle-la-Grande, mesure non soumise à une influence quelconque (d'origine industrielle ou issue des transports). Pour ce qui est du maximum horaire relevé, celui de Mardyck est plus élevé que celui de Cappelle-la-Grande, en accord avec la typologie de la station de mesures.

Valeurs réglementaires respectées à Mardyck pour le NO₂

5.3.2 Evolution des concentrations horaires

Le graphique ci-après montre l'évolution des concentrations moyennes horaires du dioxyde de d'azote (NO₂) pour la station de Mardyck et la station fixe de 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.

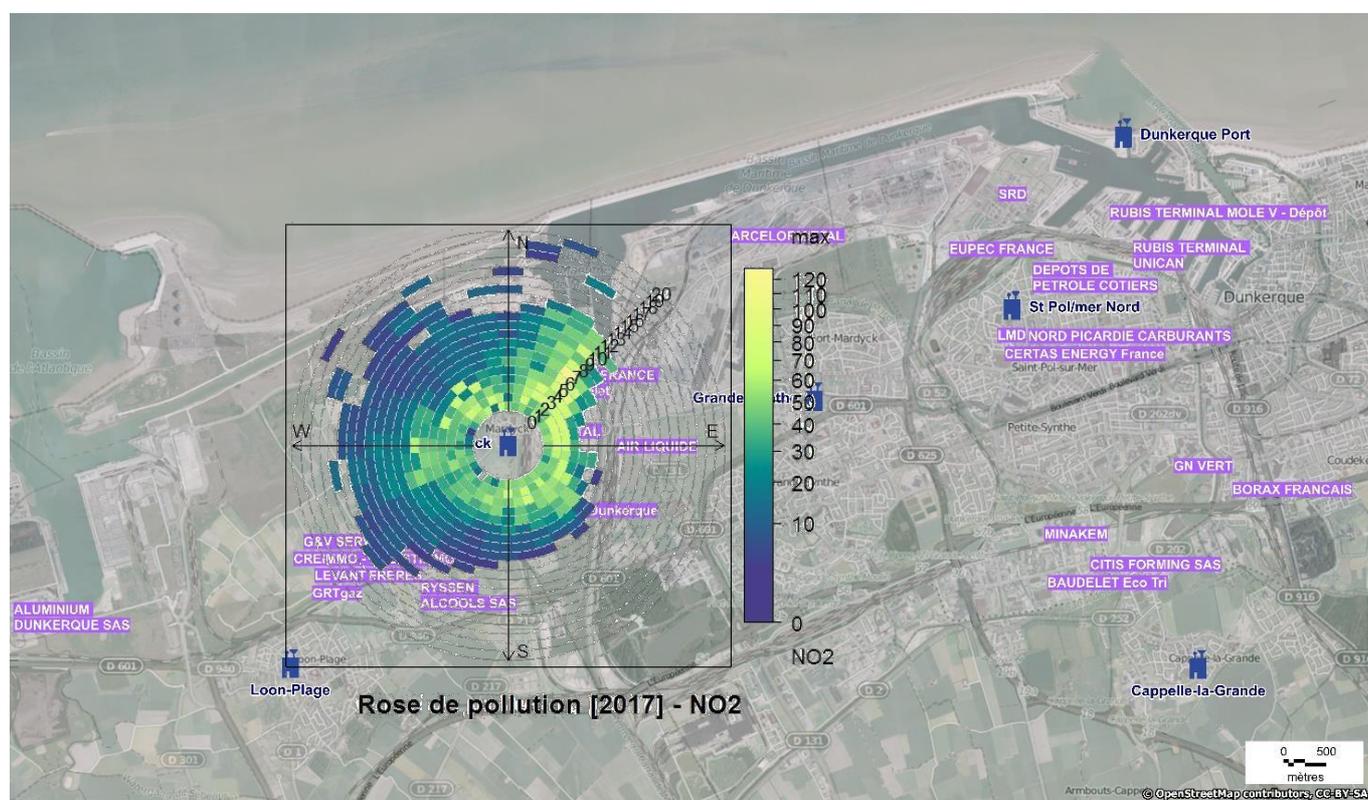
Avis et interprétation :

Si les concentrations en dioxyde d'azote observées à Mardyck respectent les valeurs réglementaires, elles ont cependant régulièrement affiché des pointes sur l'ensemble de l'année, notamment lors des épisodes de pollution (période où les conditions météorologiques sont défavorables à une bonne qualité de l'air).

Les valeurs maximales sont représentées par les cellules jaunes dans la rose de pollution présentée à la suite.

5.3.3 Rose de pollution

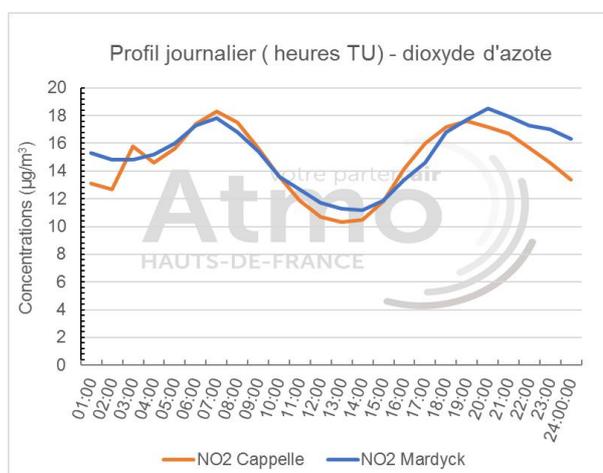
La rose ci-après montre la répartition des concentrations moyennes horaires du dioxyde d'azote (NO₂) en fonction de la vitesse et de la direction du vent.



Avis et interprétation :

La rose de pollution montre des concentrations maximales en dioxyde d'azote issues de tous les secteurs de vent par vent faible, et cible davantage la zone sidérurgique par vent plus fort (secteur est-nord-est). Le dioxyde d'azote peut ainsi avoir, à Mardyck, une origine à la fois très locale (urbaine et automobile) et plus lointaine (industrielle).

Les profils journaliers¹ des concentrations se trouvant ci-contre montre que les profils de Mardyck et de Cappelle-la-Grande sont quasi identiques (même ordre de grandeur de concentration et même évolution avec des maxima au moment des pointes de circulation journalières). C'est pourquoi l'on peut déduire que la présence de ce polluant est ici davantage lié aux conditions de fond urbain de la station de mesures qu'à la présence d'autres sources.



¹ Les heures indiquées sont ici les heures TU (en hiver il faut y ajouter 1h pour avoir l'heure locale, en été +2h), étant donné que le profil journalier a été établi en fonction de l'ensemble des données obtenues sur l'année 2017.

5.4 Le monoxyde d'azote (NO)

5.4.1 Concentrations moyennes

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

Site de mesures	Influence de la mesure	Monoxyde d'azote (NO)	
		Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valeur horaire maximale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Cappelle-la-Grande	sans influence, mesure de fond	2,7	134,8 le 06/11 à 19h
Mardyck	industrielle	2,8	135,8 le 28/03 à 7h

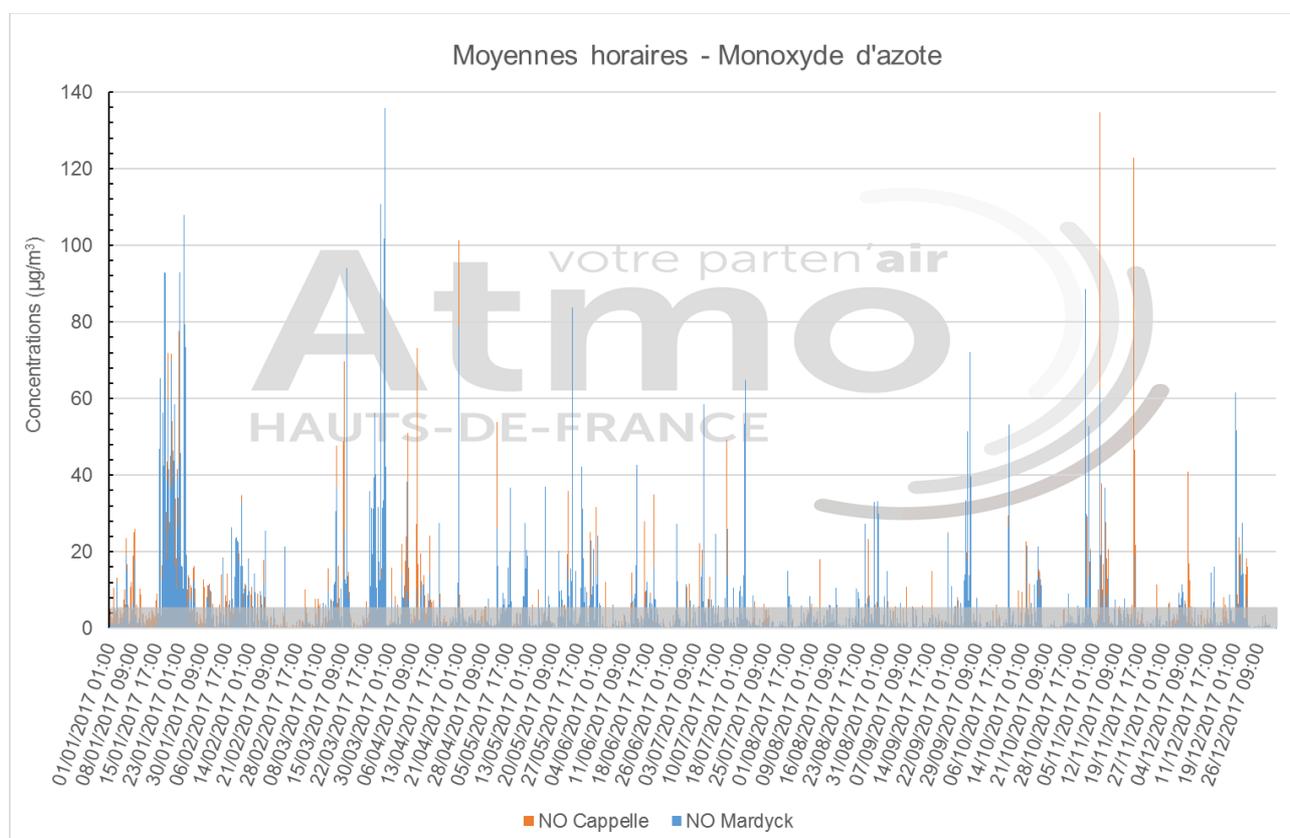
Remarque : le monoxyde d'azote n'est pas réglementé en air extérieur

Avis et interprétation :

Comme pour le dioxyde d'azote, les valeurs obtenues à Mardyck s'approchent des valeurs obtenues à Cappelle-la-Grande, mesure non soumise à une influence quelconque (d'origine industrielle ou issue des transports).

5.4.2 Evolution des concentrations horaires

Le graphique ci-après montre l'évolution des concentrations moyennes horaires du monoxyde d'azote (NO) pour la station de Mardyck et la station fixe de Cappelle-la-Grande.



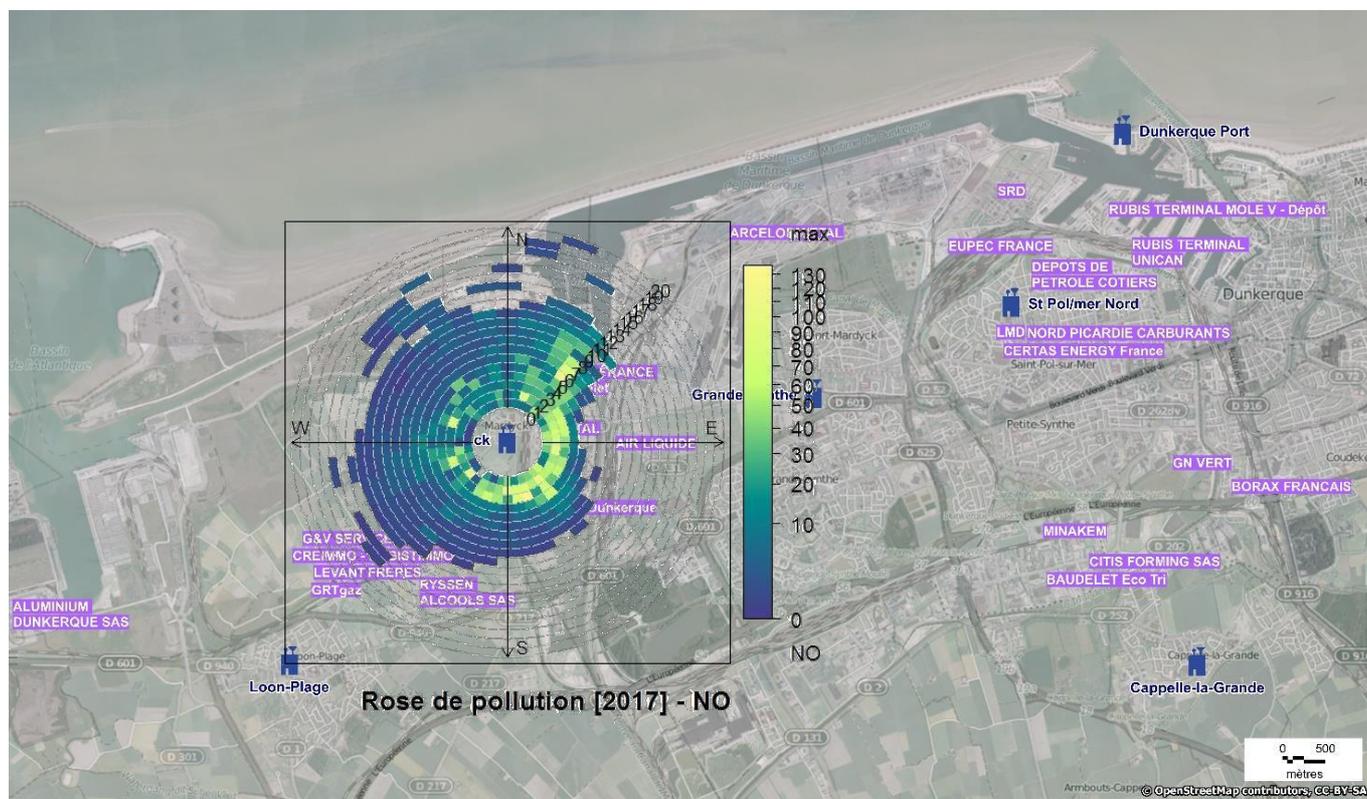
La bande grise sur le graphique correspond aux limites de la mesure de ce polluant (limites de détection des appareils). Les données situées dans cette bande grise sont moins significatives, mais restent néanmoins exploitables et sont prises en compte dans le calcul des moyennes.

Avis et interprétation :

En général, le monoxyde d'azote est lié à des sources de proximité, et les variations de concentrations sont très accentuées en fonction de ces sources et de leurs distances au point de mesure. Sur l'évolution des deux stations de mesures fixes, on constate cette variabilité qui entraîne des comportements du polluant différents d'un site à l'autre dans l'amplitude des pics observés. Par ailleurs, il est fréquent de voir les concentrations s'élever lors des épisodes de pollution, où les conditions météorologiques sont défavorables à une bonne qualité de l'air.

5.4.3 Rose de pollution

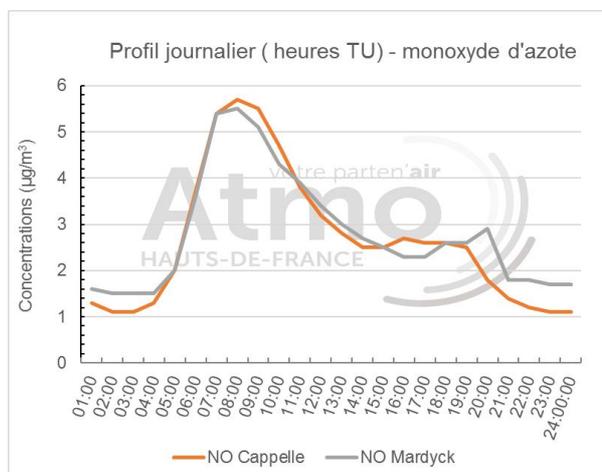
La rose ci-après montre la répartition des concentrations moyennes horaires du monoxyde d'azote (NO) en fonction de la vitesse et de la direction du vent.



Avis et interprétation :

La rose de pollution de la station de Mardyck indique une influence par vents plus forts d'est-nord-est, où l'on observe l'apport des émissions de la zone sidérurgique. Néanmoins, ce ne sont pas les concentrations maximales qui sont représentées selon cette direction. Ainsi, les niveaux les plus élevés de monoxyde d'azote sur la station de Mardyck proviennent du sud-est, direction dont les vents sont restés très faibles en termes de vitesse tout au long de l'année.

Le profil journalier ci-contre confirme et atteste quant à une mesure non soumise à l'influence industrielle sur les niveaux pouvant être relevés en 2017 : profil de Mardyck identique à celui de Cappelle-la-Grande.



5.5 Les particules en suspension (PM10)

5.5.1 Concentrations moyennes

Dans le tableau ci-après, sont résumés les résultats de mesures pour les particules en suspension PM10.

Site de mesures	Influence de la mesure	Particules en suspension (PM10)		
		Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valeur journalière maximale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nombre de jours où la moyenne journalière a été supérieure à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Grande-Synthe	industrielle	21,7	79,5 le 22/01	15
Mardyck	Industrielle	20,9	104,4 le 25/03	22
Valeurs réglementaires		40 (valeur limite)	50 à ne pas dépasser plus de 35 jours par an (valeur limite)	

Avis et interprétation :

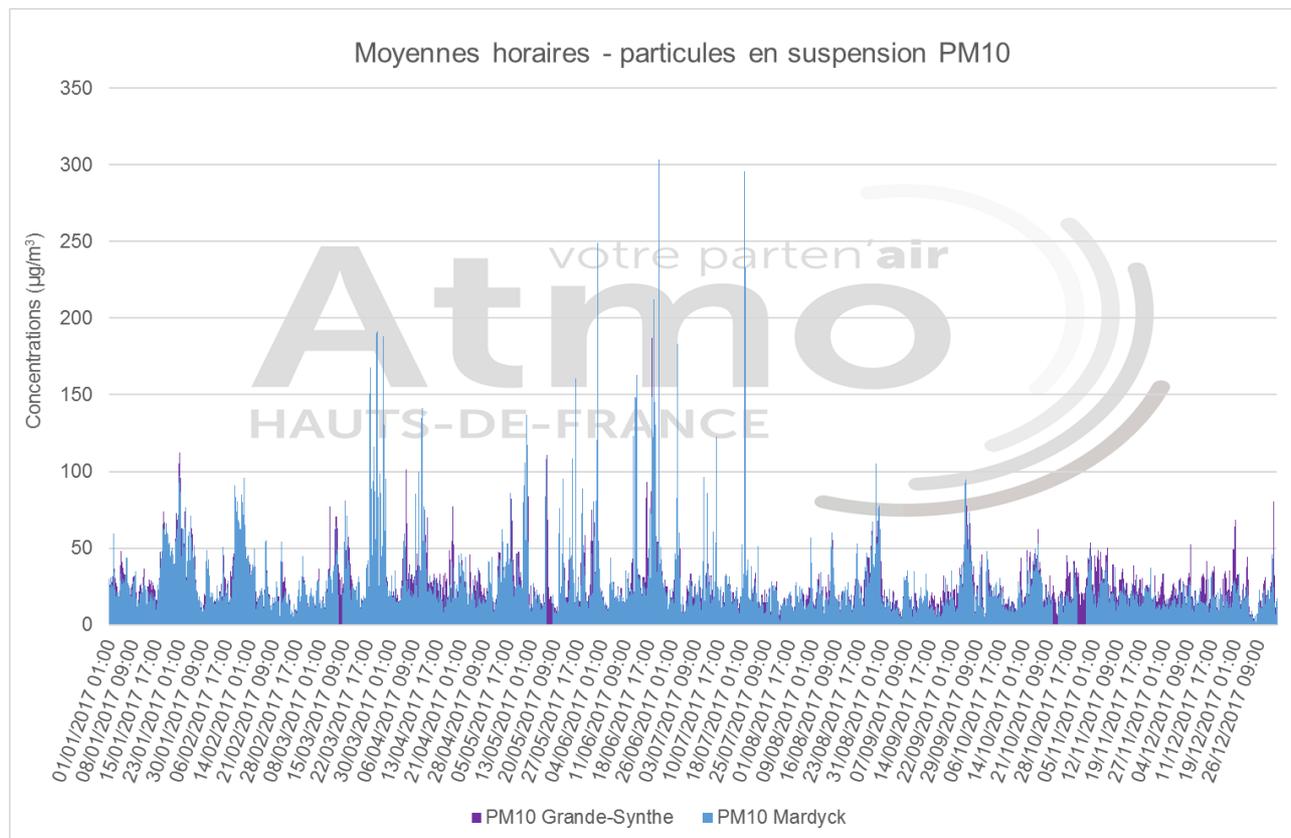
Toutes les valeurs réglementaires ont été respectées pour les particules PM10 à Mardyck. Cependant, la station a tout de même enregistré 22 moyennes journalières supérieures à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur l'ensemble de l'année 2017.

La concentration moyenne annuelle de particules en suspension PM10, relevée à Mardyck, est du même ordre de grandeur que celle relevée à Grande-Synthe (mesure également sous influence industrielle). Pour ce qui est des moyennes journalières, l'écart se creuse davantage entre les stations de Mardyck et de Grande-Synthe : la valeur maximale enregistrée et le nombre de jours où les $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ont été dépassés sont ici bien plus élevés à Mardyck qu'à Grande-Synthe.

5.5.2 Evolution des concentrations

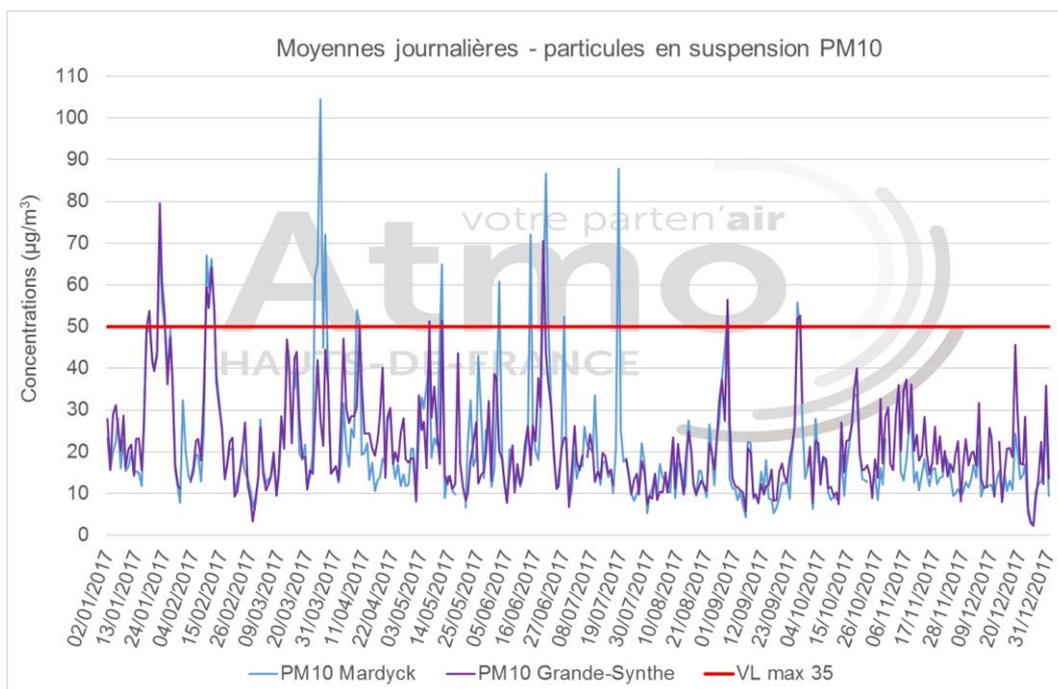
Le graphique ci-après montre l'évolution des concentrations moyennes des particules en suspension PM10 pour la station de Mardyck et la station de Grande-Synthe.

Concentrations moyennes horaires



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.

Concentrations moyennes journalières



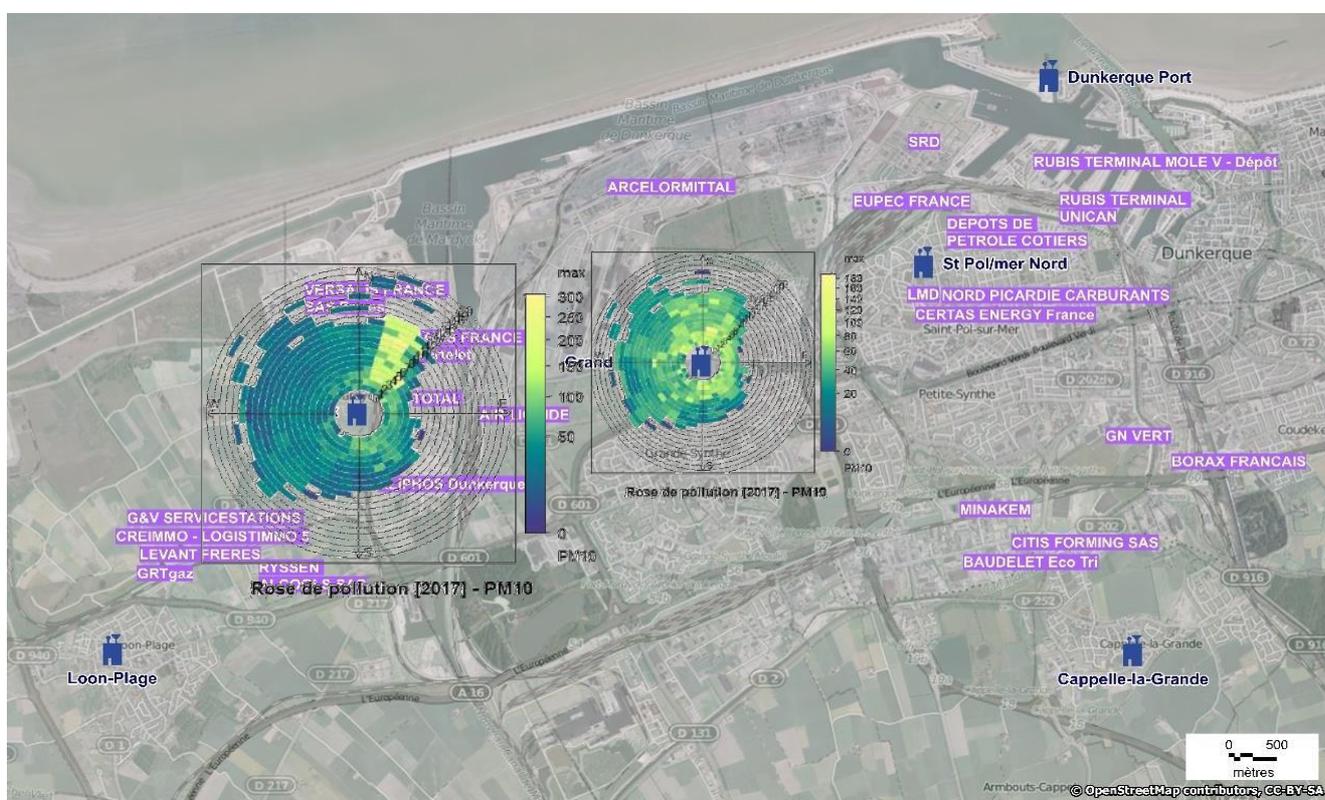
Avis et interprétation :

Les concentrations de PM10 montrent des variations similaires d'un site à l'autre. Les fluctuations des niveaux de fond sont liées à l'influence des conditions de dispersion atmosphérique globale : les concentrations sont faibles lorsque la météorologie est particulièrement pluvieuse ou venteuse. A ces augmentations du niveau de fond s'ajoute une part des émissions locales à Mardyck, qui conduisent à des pics de concentrations plus marqués.

Des pics horaires très élevés ont été relevés à Mardyck en cette année 2017, dépassant les 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ les 2 et 21 juin et le 18 juillet, ayant entraîné des moyennes journalières supérieures à 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

5.5.3 Rose de pollution

La rose ci-après montre la répartition des concentrations moyennes horaires de particules (PM10) en fonction de la vitesse et de la direction du vent.



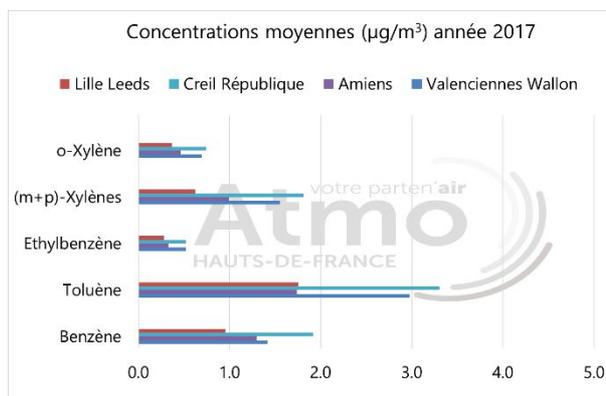
Avis et interprétation :

La rose de pollution de Mardyck illustre, pour 2017, des concentrations plus élevées observées par vents de Nord-Est. Deux facteurs peuvent en être à l'origine. D'une part, les conditions météorologiques associées au vent de Nord-Est sont souvent favorables à des épisodes de pollution régionaux : on voit également sur la rose de Grande-Synthe des concentrations plus élevées sur ce secteur, d'autre part, cette direction correspond à la présence de la zone sidérurgique émettrice de PM10 (dont l'impact est également observable sur la station de Grande-Synthe par vent de Nord). Une influence issue des sites de stockage ou des déchargements de minerai, transporté par les bateaux, pourrait se retrouver ponctuellement sur les teneurs en PM10.

Pour les PM10, la rose de Grande-Synthe illustre également la diversité des sources de poussières (industries, mais aussi trafic, résidentiel/tertiaire, agricole...) : des concentrations élevées sont également visibles par vent de la moitié sud, zone non industrialisée, plus urbaine.

Les BTEX : le benzène (C₆H₆)

En 2017, hormis la station fixe de Mardyck, aucune autre station du littoral n'a mesuré les BTEX. Afin d'avoir cependant quelques repères chiffrés, voici les moyennes obtenues pour les sites des Hauts-de-France où les BTEX ont été mesurés. Pour ces stations, il s'agit de mesures indicatives, non continues, c'est pourquoi elles ont eu lieu par tubes et non par analyseur automatique. Les tubes ont été analysés par le laboratoire LASAIR – AIRPARIF (Paris).



5.5.4 Concentrations moyennes

Dans le tableau ci-après, sont résumés les résultats de la campagne de mesure pour le benzène.

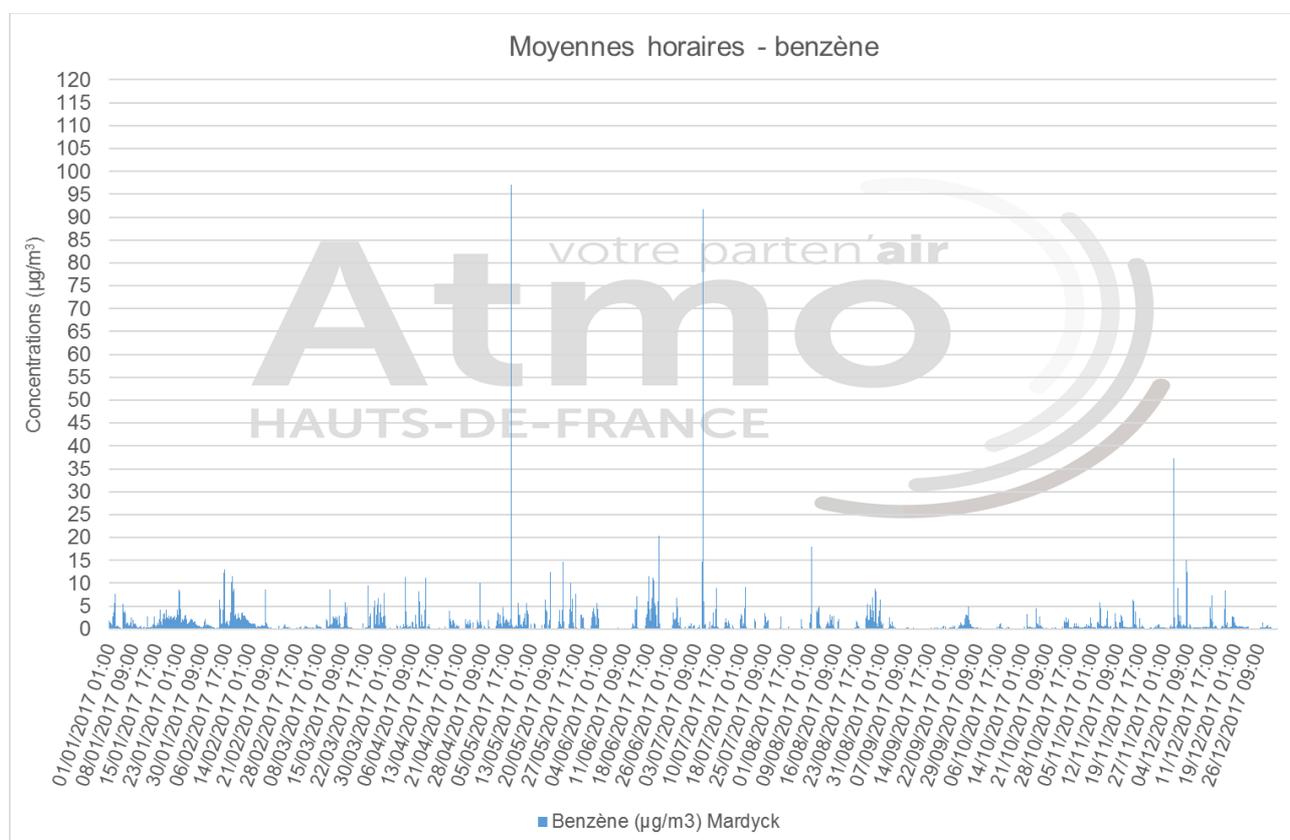
Site de mesures		Influence de la mesure	Benzène (C ₆ H ₆)	
			Concentration moyenne (µg/m ³)	Valeur horaire maximale (µg/m ³)
Année civile 2017	Mardyck	Industrielle	0,7	97,1 le 06/05 à 15h
Valeurs réglementaires			5 (valeur limite)	-

En moyenne, la concentration de benzène pouvant être enregistrée en proximité industrielle reste très faible, inférieure à 1 µg/m³.

Valeurs réglementaires respectées à Mardyck pour le benzène.

5.5.5 Evolution des concentrations horaires

Le graphique ci-après montre l'évolution des concentrations moyennes horaires du benzène pour la station fixe de Mardyck.



Avis et interprétation :

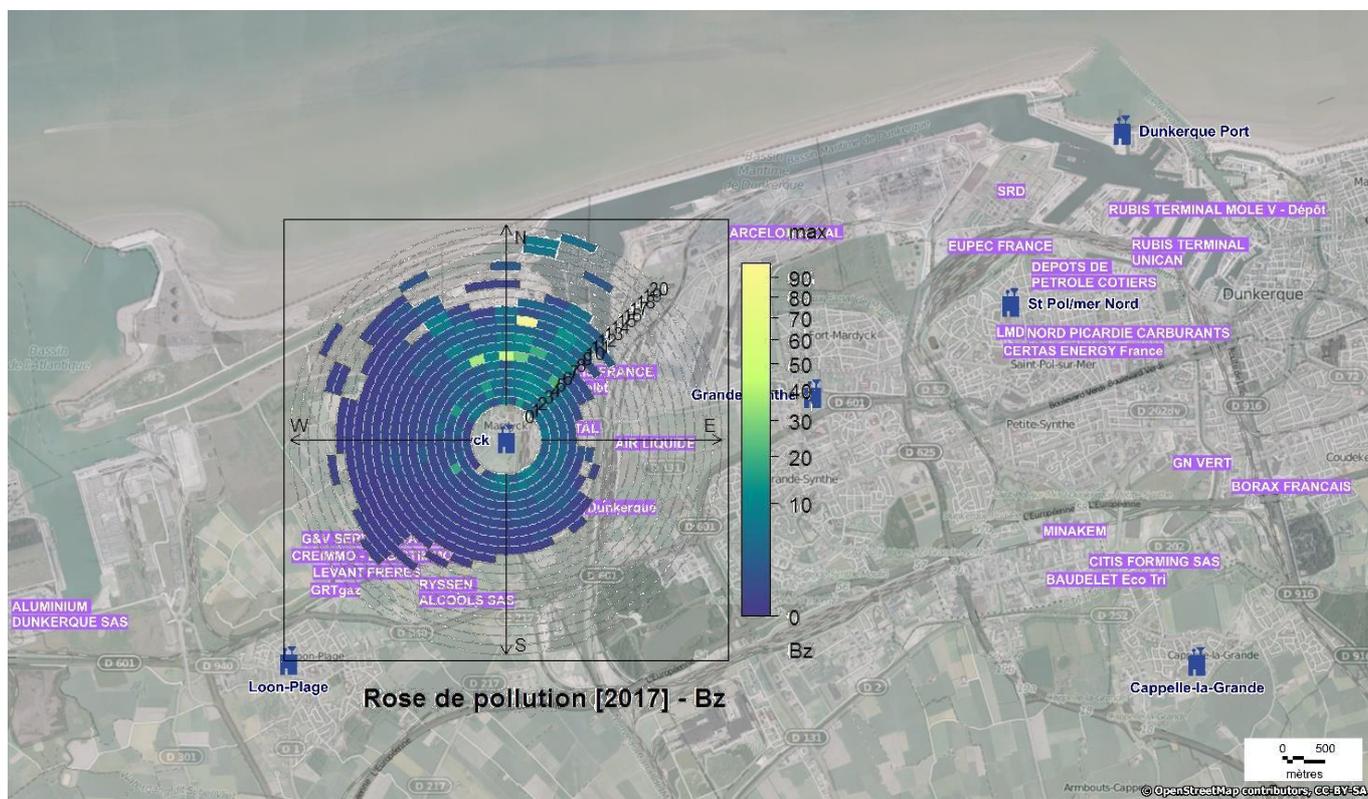
Les concentrations moyennes horaires obtenues en benzène en 2017 sont du même ordre de grandeur que ce qui est régulièrement observé à Mardyck, néanmoins quelques pics significatifs ont été relevés :

- le 06/05 à 15h et 16h
- le 05/07 à 13h et 14h
- le 29/11 à 16h

Pour aller plus loin, les graphes trimestriels des moyennes horaires sont présentés en [annexe 6](#).

5.5.6 Rose de pollution

La rose ci-après montre la répartition des concentrations moyennes horaires de benzène en fonction de la vitesse et de la direction du vent.



Avis et interprétation :

La rose de pollution présentée montre que les valeurs maximales de concentrations se dégagent des autres valeurs obtenues et indiquent également que globalement, le benzène, en 2017, a été issu en majorité selon un angle allant du nord-nord-ouest au nord-nord-est (cellules plus claires), là où se situent les établissements Versalis et Polychim (tous deux émetteurs de COV).

Le premier pic a ainsi été observé par vent fort issu du nord : la direction du vent indique un angle de 3 à 6° et la vitesse est de 9-10 m/s (moyenne horaire). Les autres pics ont été observés dans des conditions similaires : vitesse de vent de 5 à 6 m/s, avec un angle à 340° à 2°.

Suite aux échanges avec Versalis, il s'avère que le 6 mai sur le site du Fortelet (stockage), il y a eu une vanne fuyarde sur une purge du circuit de coupe C6 (coupe d'hydrocarbure contenant 65% de benzène). Le dysfonctionnement a été rapidement identifié et le circuit isolé. Néanmoins, de la coupe C6 s'est écoulée vers la fosse intermédiaire de collecte des égouts qui est une fosse à ciel ouvert (les effluents arrivant dans cette fosse sont envoyés vers une station de traitement des eaux polluées). Il est donc possible, compte tenu des vents, qu'une évaporation partielle d'hydrocarbure ait été détectée par l'analyseur de Mardyck.

Pour le pic du 5 juillet, des travaux ont eu lieu sur le bac de stockage de coupe C6 sur le site du Fortelet : l'ouverture et le nettoyage du bac avant travaux a pu entraîner une évaporation partielle d'hydrocarbure résiduel situé dans le fond du bac ayant provoqué un pic de benzène au niveau de l'analyseur.

Le secteur résidentiel tertiaire et les transports participent eux aussi aux émissions de benzène, et plus largement de BTEX, à l'échelle de la Communauté Urbaine de Dunkerque. Leur influence sur les concentrations relevées à Mardyck n'est cependant pas observable par rapport aux sources industrielles du secteur.

Les BTEX : le toluène (C₇H₈)

5.5.7 Concentrations moyennes

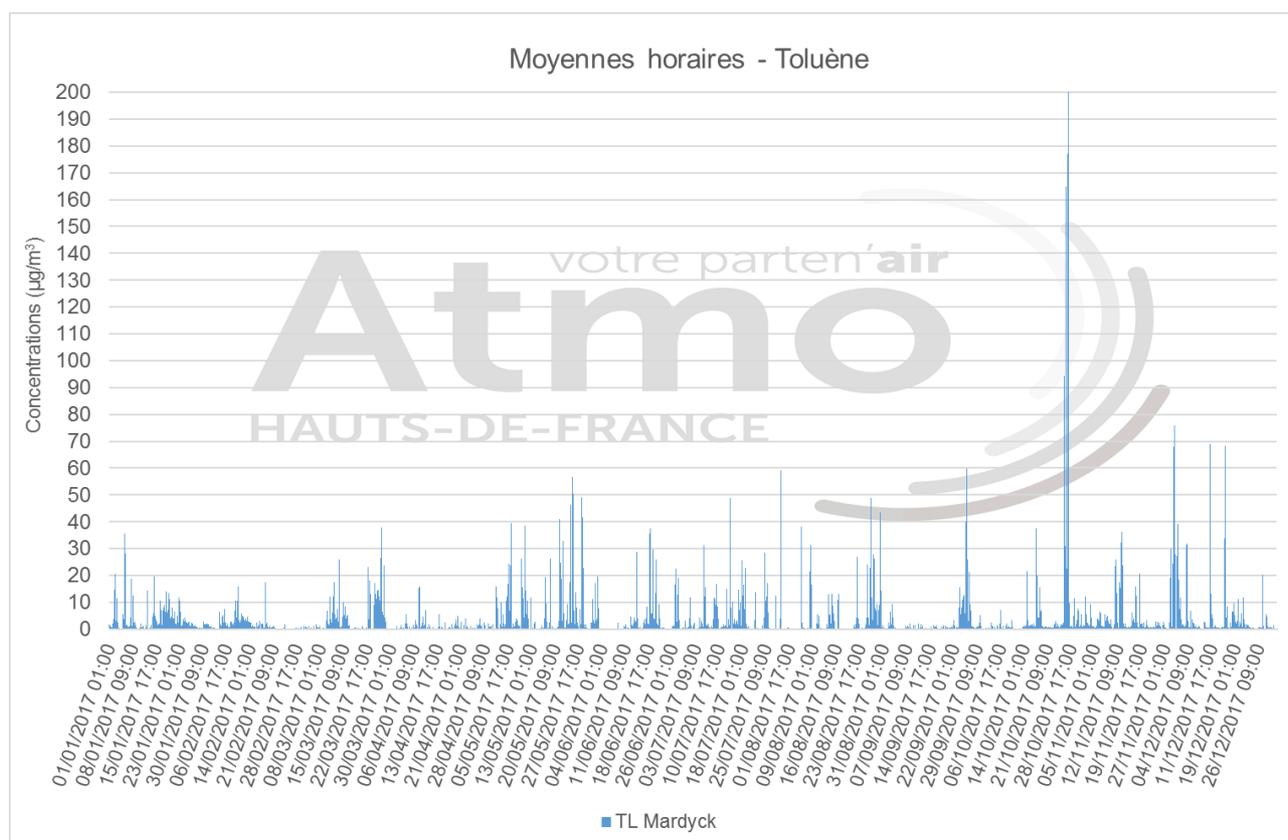
Dans le tableau ci-après, sont résumés les résultats de la campagne de mesure pour le toluène.

Site de mesures		Influence de la mesure	Toluène (C ₇ H ₈)	
			Concentration moyenne (µg/m ³)	Valeur horaire maximale (µg/m ³)
Année civile 2017	Mardyck	Industrielle	2,0	199,9 le 27/10 à 17h

Remarque : ce polluant n'est pas réglementé en air extérieur

5.5.8 Evolution des concentrations horaires

Le graphique ci-après montre l'évolution des concentrations moyennes horaires du toluène pour la station fixe de Mardyck.

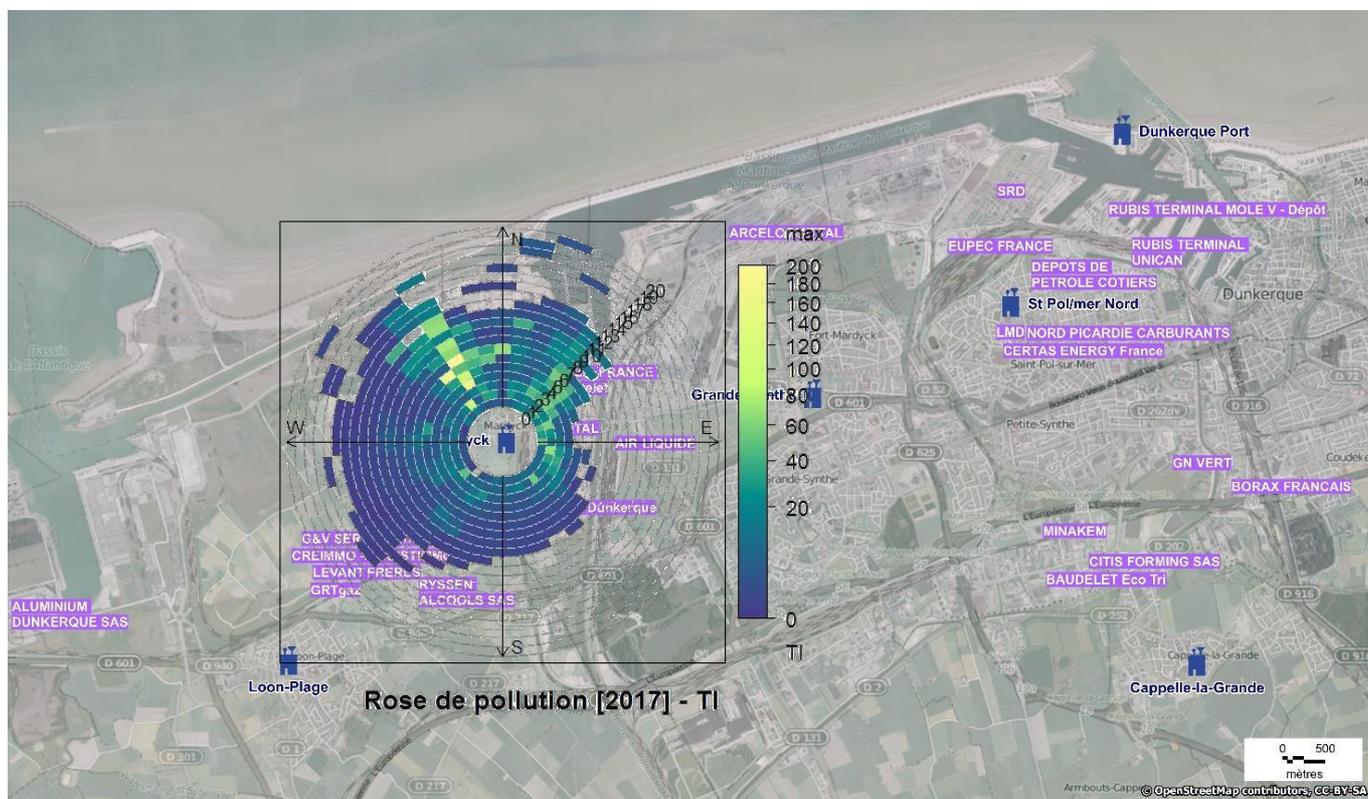


Avis et interprétation :

Les concentrations moyennes horaires obtenues pour le toluène connaissent une plus grande variabilité dans le temps que celles du benzène, même si les échelles utilisées sont différentes.

5.5.9 Rose de pollution

La rose ci-après montre la répartition des concentrations moyennes horaires de toluène en fonction de la vitesse et de la direction du vent.



Avis et interprétation :

La rose de pollution présentée montre que les concentrations les plus élevées de toluène, en 2017, ont été issues en majorité depuis la direction nord-ouest, puis nord-est, mettant en évidence un secteur d'émissions englobant les deux sites de Versalis, et également Polychim.

Concernant le pic relevé le 27/10, une purge a eu lieu vers le réseau d'égout du circuit de coupe C7 au stockage, sur le site du Fortelet (coupe d'hydrocarbures contenant environ 30% de toluène). Le produit a été récupéré dans une fosse intermédiaire de collecte des égouts qui est une fosse à ciel ouvert. Compte tenu de la direction des vents, ceci peut expliquer le pic de toluène constaté sur l'analyseur de Mardyck.

5.6 Les BTEX : l'éthylbenzène (C₈H₁₀)

5.6.1 Concentrations moyennes

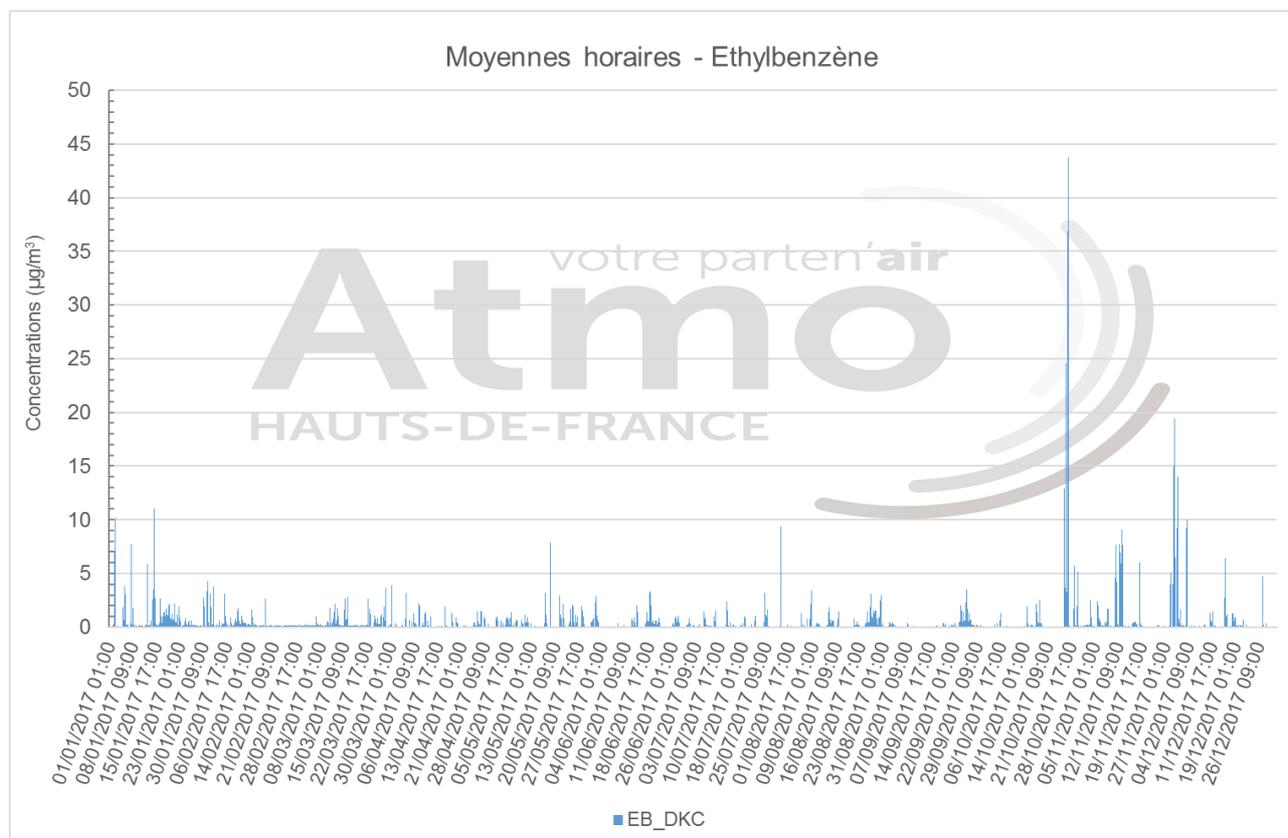
Dans le tableau ci-après, sont résumés les résultats de la campagne de mesure pour l'éthylbenzène.

Site de mesures		Influence de la mesure	Ethylbenzène (C ₈ H ₁₀)	
			Concentration moyenne (µg/m ³)	Valeur horaire maximale (µg/m ³)
Année civile 2017	Mardyck	Industrielle	0,3	43,8 le 27/10 à 17h

Remarque : ce polluant n'est pas réglementé en air extérieur

5.6.2 Evolution des concentrations horaires

Le graphique ci-après montre l'évolution des concentrations moyennes horaires de l'éthylbenzène pour la station fixe de Mardyck.

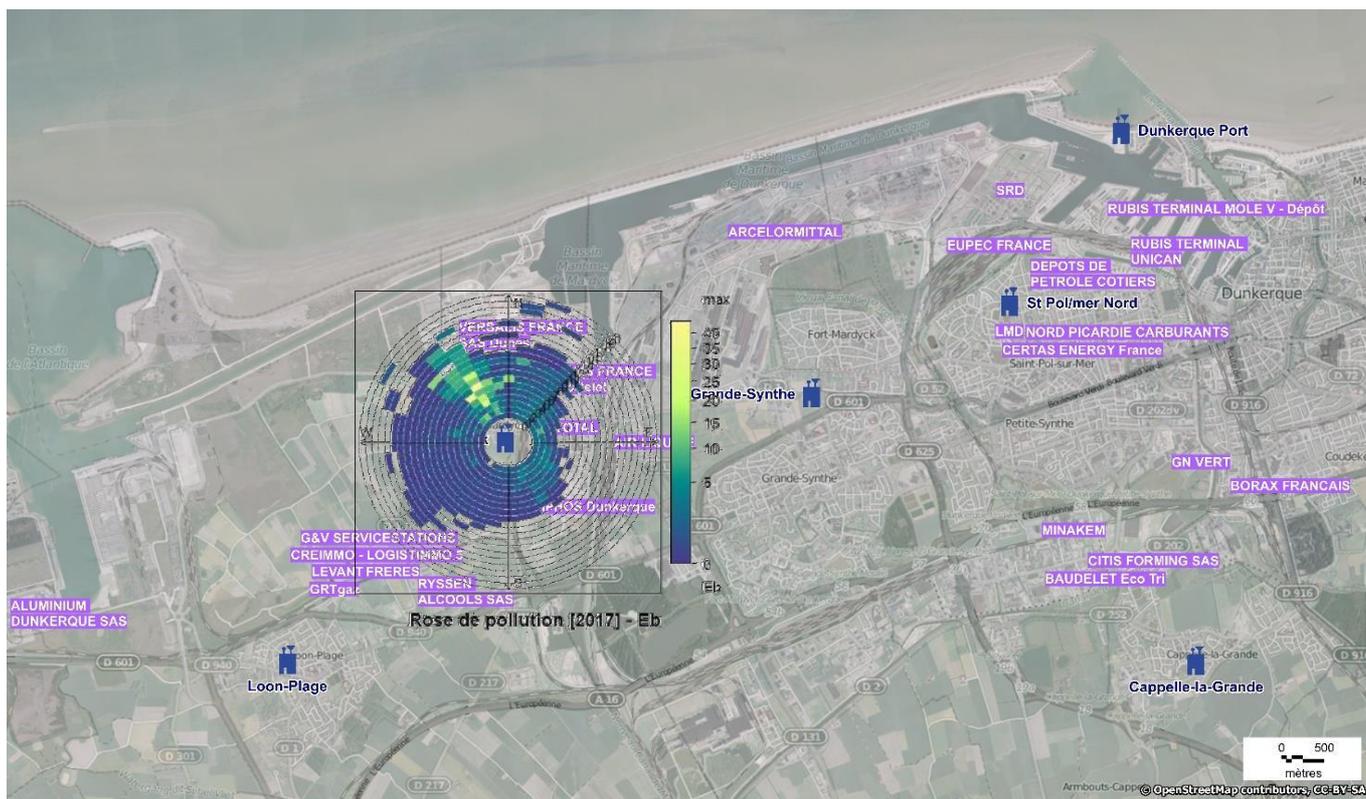


Avis et interprétation :

Les concentrations en éthylbenzène observées à Mardyck sont restées globalement basses sur l'ensemble de l'année. Le maximum horaire a été relevé le même jour que pour le toluène, à savoir le 27/10.

5.6.3 Rose de pollution

La rose ci-après montre la répartition des concentrations moyennes horaires d'éthylbenzène en fonction de la vitesse et de la direction du vent.



Avis et interprétation :

La rose de pollution présentée montre que les concentrations les plus élevées d'éthylbenzène, en 2017, ont été issues en majorité depuis la direction nord-ouest, mettant en évidence un secteur d'émissions englobant le site de production de Versalis, et Polychim.

5.7 Les BTEX : les (m+p)-xylènes (C₈H₁₀)

5.7.1 Concentrations moyennes

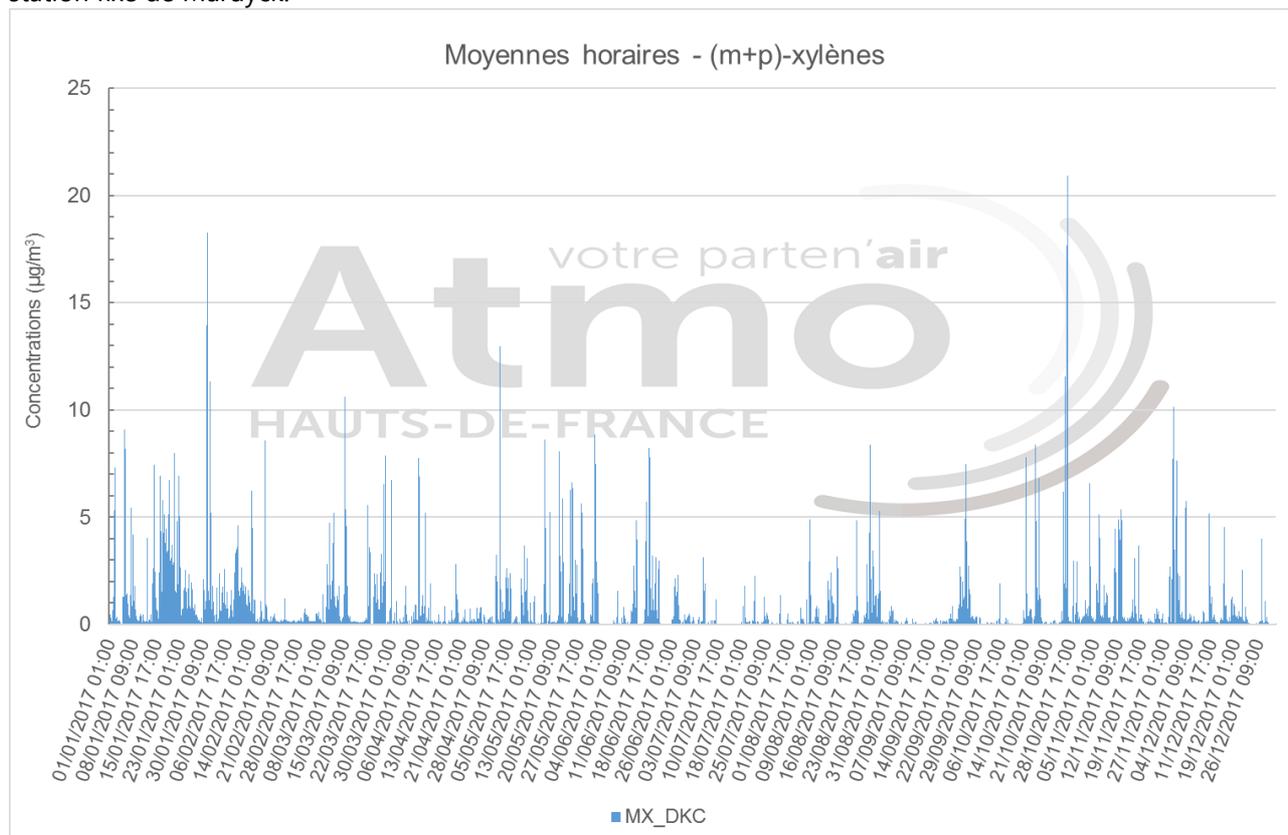
Dans le tableau ci-après, sont résumés les résultats de la campagne de mesure pour les (m+p)-xylènes.

Site de mesures		Influence de la mesure	(m+p)-xylènes (C ₈ H ₁₀)	
			Concentration moyenne (µg/m ³)	Valeur horaire maximale (µg/m ³)
Année civile 2017	Mardyck	Industrielle	0,5	20,9 le 27/10 à 17h

Remarque : ce polluant n'est pas réglementé en air extérieur

5.7.2 Evolution des concentrations horaires

Le graphique ci-après montre l'évolution des concentrations moyennes horaires des (m+p)-xylènes pour la station fixe de Mardyck.

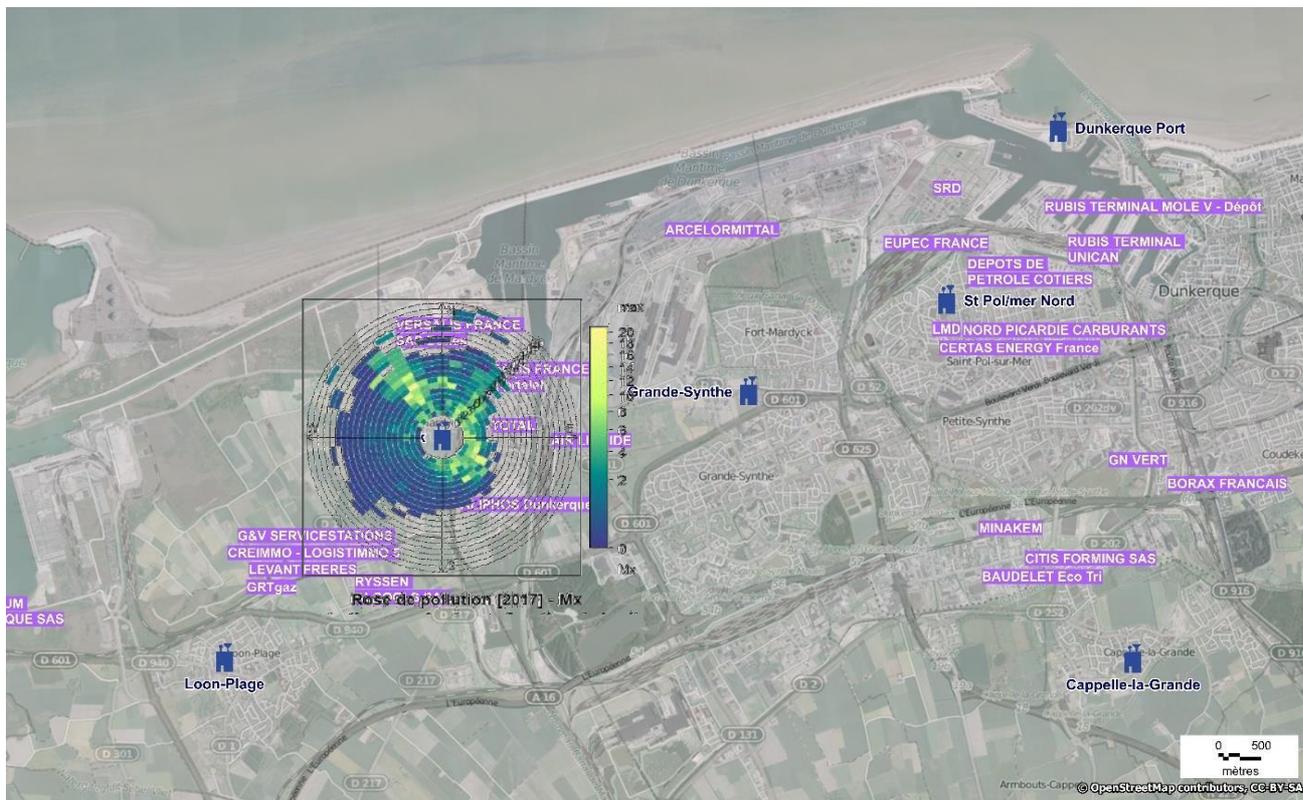


Avis et interprétation :

Les concentrations en (m+p)-xylènes observées à Mardyck ont été variables tout au long de l'année. La valeur horaire maximale a été relevée le 27/10, à l'identique des pics de toluène et d'éthylbenzène.

5.7.3 Rose de pollution

La rose ci-après montre la répartition des concentrations moyennes horaires des (m+p)-xylènes en fonction de la vitesse et de la direction du vent.



Avis et interprétation :

La rose de pollution présentée montre que les concentrations les plus élevées de (m+p)-xylènes, en 2017, ont été issues en majorité depuis la direction nord-ouest, mettant en évidence un secteur d'émissions englobant le site de production de Versalis. Des pointes ont également été recensées par vent d'est-sud-est, sous une direction favorisant l'apport des émissions de l'Etablissement des Flandres vers la station de mesures.

5.8 Les BTEX : l'o-xylène (C₈H₁₀)

5.8.1 Concentrations moyennes sur l'ensemble de la campagne

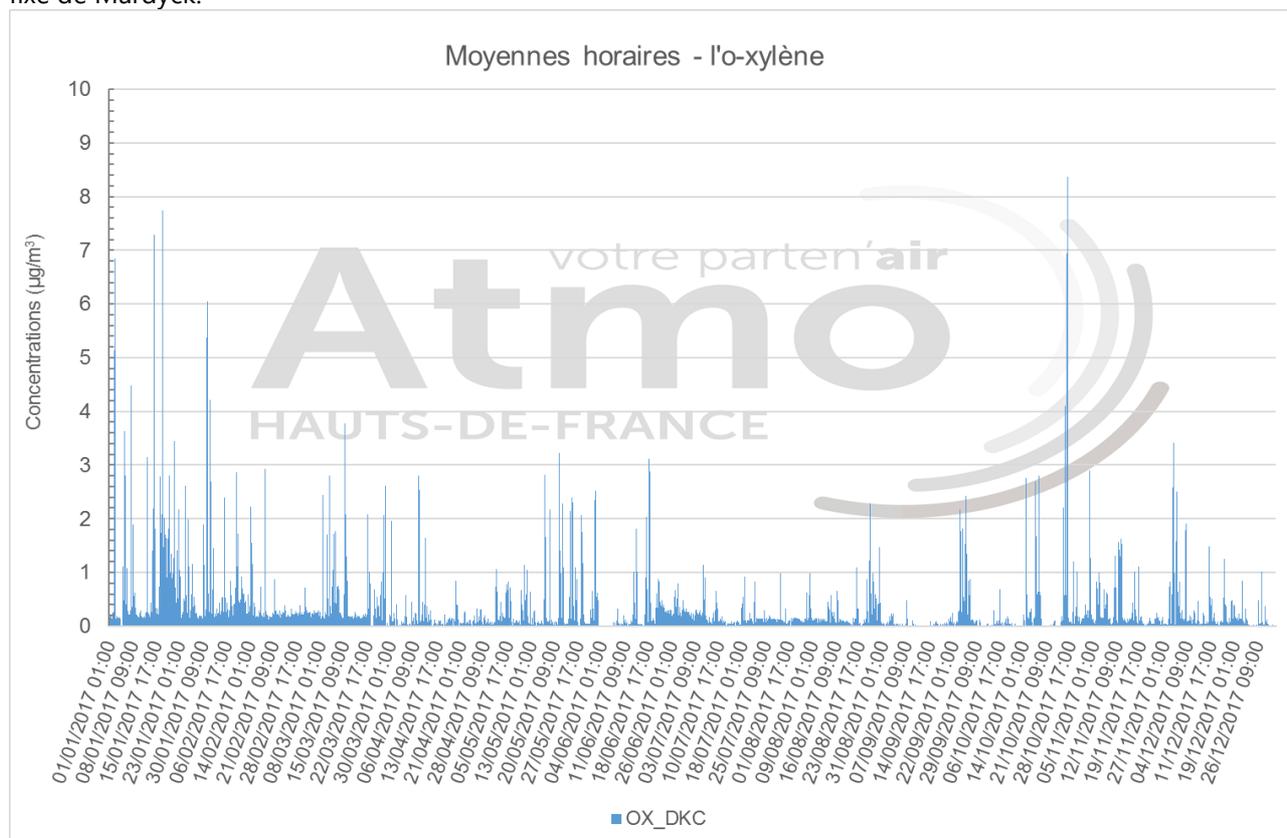
Dans le tableau ci-après, sont résumés les résultats de la campagne de mesure pour ce polluant.

Site de mesures		Influence de la mesure	o-xylène (C ₈ H ₁₀)	
			Concentration moyenne (µg/m ³)	Valeur horaire maximale (µg/m ³)
Année civile 2017	Mardyck	Industrielle	0,2	8,4 le 27/10 à 17h

Remarque : ce polluant n'est pas réglementé en air extérieur

5.8.2 Evolution des concentrations horaires

Le graphique ci-après montre l'évolution des concentrations moyennes horaires de l'o-xylène pour la station fixe de Mardyck.

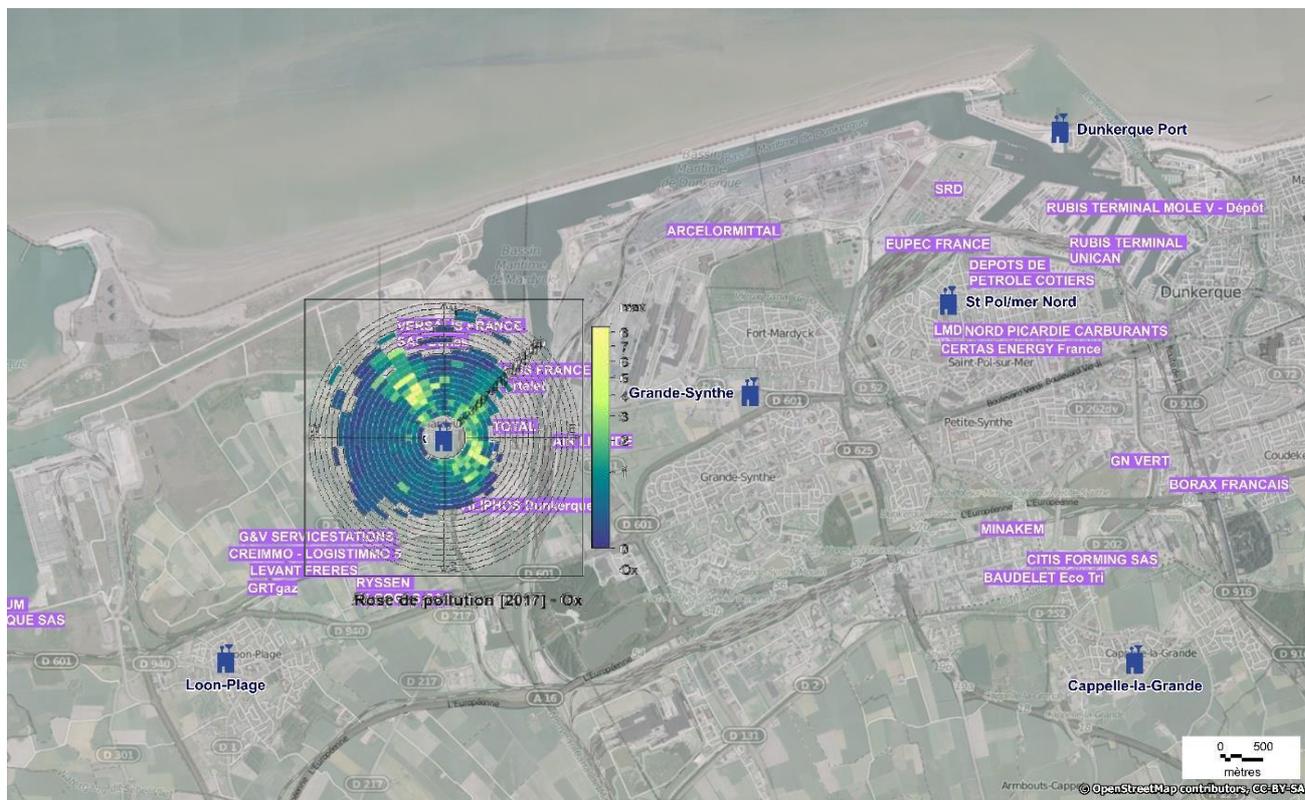


Avis et interprétation :

Les concentrations en o-xylène à Mardyck montre une évolution proche de ce qui a été observé pour les (m+p)-xylènes.

5.8.3 Rose de pollution

La rose ci-après montre la répartition des concentrations moyennes horaires de l'o-xylène en fonction de la vitesse et de la direction du vent.



Avis et interprétation :

D'après la rose de pollution ci-dessous, les concentrations les plus élevées recensées en fin d'année, sont issues du secteur nord-ouest, où se trouve le site de Versalis. Comme pour les (m+p)-xylènes, certaines pointes ont été aussi enregistrées par vent d'est-sud-est, où se trouve l'Etablissement des Flandres.

6 Au regard des campagnes précédentes

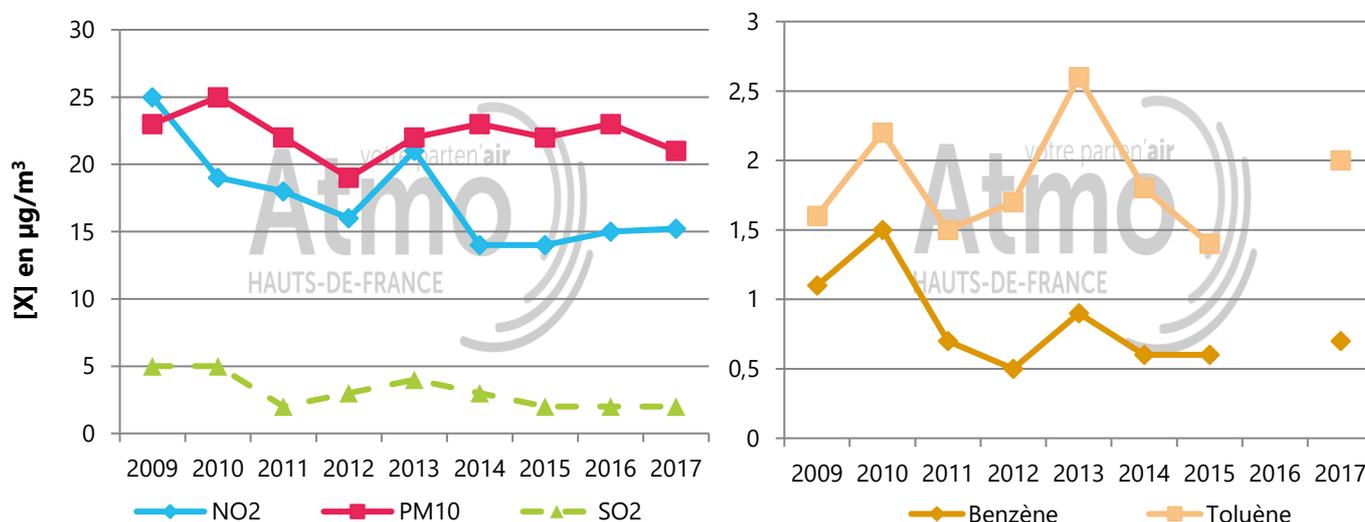
Respect des valeurs réglementaires (station de Mardyck)									
Polluants réglementés	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Dioxyde d'azote	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Particules en suspension PM10	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Dioxyde de soufre	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Benzène	●	●	●	●	●	●	●	NR	●

NR » Mesures non représentatives

« ● » Oui

« ● » Non

En 2017, les concentrations en particules en suspension PM10, en dioxyde d'azote, en dioxyde de soufre et en benzène respectent les valeurs réglementaires à Mardyck.



Les concentrations tendent à se stabiliser depuis 2014 pour le NO₂ et depuis 2013 pour les particules.

Les teneurs en dioxyde de soufre sont toujours très faibles, inférieures à la limite de détection des appareils de mesures (courbe en pointillée).

Les niveaux de benzène sont restés stables depuis 2014. En revanche, les concentrations de toluène sont quant à elles plus variables, et ont réaugmenté en 2017 par rapport à ce que l'on pouvait observer en 2014 ou 2015.

7 Conclusion et perspectives

Cette nouvelle année de suivi de la qualité de l'air à Mardyck, en proximité industrielle, dans l'environnement proche du site de Versalis France complète les résultats obtenus par la station de mesures de Mardyck depuis une dizaine d'années.

Globalement, le secteur d'études a bénéficié, en 2017, de bonnes conditions de dispersion, comme c'est généralement le cas grâce aux conditions de bordure de mer dont il dispose. La rose de vent annuelle montre que toutes les directions de vent ont été représentées. Des épisodes de pollution, essentiellement liés aux particules en suspension PM10, ont néanmoins été déclenchés sur le territoire (comme sur le reste de la région).

Comparativement aux autres stations fixes de référence du territoire, les concentrations obtenues à Mardyck pour le dioxyde de soufre restent caractéristiques d'une proximité industrielle mais faibles en moyenne. Pour les oxydes d'azote, le constat diffère puisque les valeurs moyennes, la rose de pollution et l'évolution des concentrations se confondent davantage avec ce qui peut être observé en milieu urbain. Les relevés caractérisant les particules en suspension PM10 montrent également des influences diverses, avec d'une part, le fait que les conditions météorologiques associées au vent de Nord-Est sont souvent favorables à des épisodes de pollution régionaux ; d'autre part, cette direction correspond à la présence de la zone sidérurgique émettrice de PM10. De plus, la rose de pollution de Grande-Synthe illustre également la diversité des sources de poussières (industries, mais aussi trafic, résidentiel/tertiaire, agricole...) : des concentrations élevées sont également visibles par vent de la moitié sud, zone non industrialisée, plus urbaine.

Concernant les mesures de benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes, l'influence de Versalis France se retrouve, en particulier sur les concentrations maximales observées. Ces pics ont en effet atteint des valeurs ponctuellement élevées et sont liées à des évaporations partielles issues de fosses à ciel ouvert du site. Suite à ces dysfonctionnements et pour éviter les impacts extérieurs, Versalis France a ainsi décidé de commander et mettre en place un système d'hexaèdre flottant à la surface qui permettra d'éviter l'évaporation des hydrocarbures pouvant être présents en surface. Ce système sera mis en place en 2018.

Toutes les valeurs réglementaires ont été respectées, une fois de plus, en 2017, pour ces polluants à Mardyck.

La surveillance de la qualité de l'air se poursuit en 2018 à Mardyck, en collaboration avec Versalis France.

Annexes

Annexe 1 : Glossaire

µg/m³ : 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.

BTEX : Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylènes

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...).

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

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

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 : SO₂, NO₂, O₃ et PM10.

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

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

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

NO₂ : dioxyde d'azote.

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

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

SECTEN : SECTeurs Economiques et éNergie.

SO₂ : dioxyde de soufre.

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.

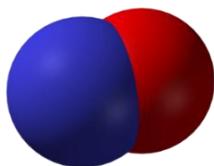
Il participe au phénomène des pluies acides perturbant voire détruisant les écosystèmes fragiles. Il peut également acidifier les sols et les océans. Il contribue à la dégradation de la pierre et des matériaux des monuments.

99

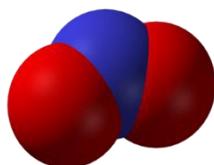
Les oxydes d'azote (NO_x)

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.

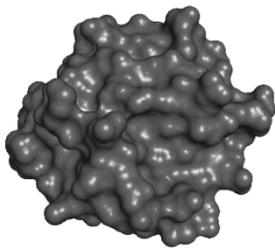
Les NO_x participent au phénomène des pluies acides et à l'accroissement de l'effet de serre.

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 μm . 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.

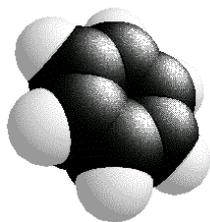
Les effets de salissure des bâtiments et monuments sont les atteintes à l'environnement les plus évidentes. Certaines particules contribueraient au réchauffement climatique.

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 2017, la région Hauts-de-France comptait **53 sites de mesures fixes de la qualité de l'air** (cf. site atmo-hdf.fr²) et **6 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 (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/accéder-aux-données/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).

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 :

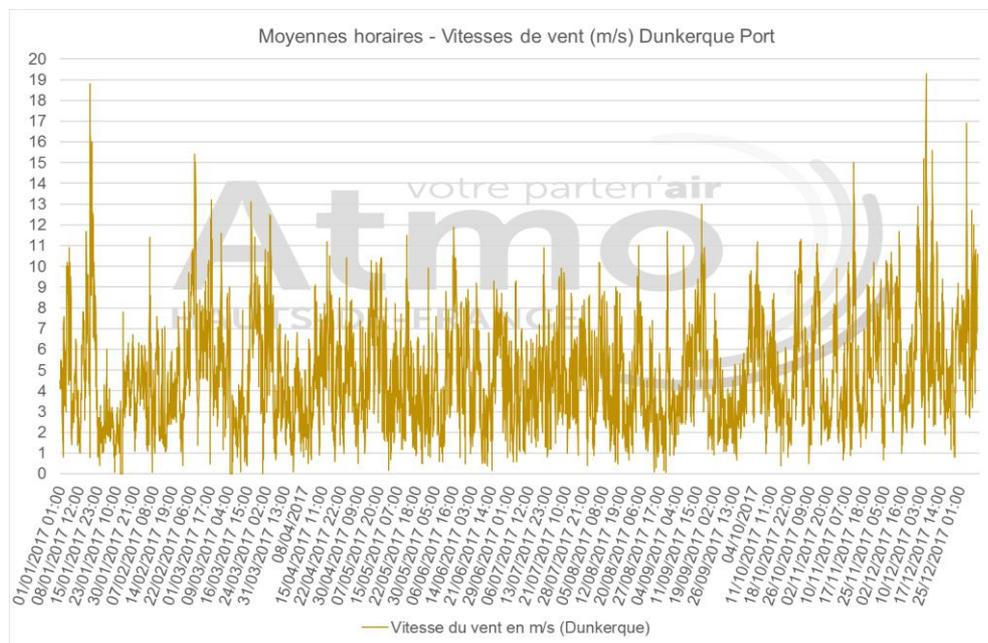
- par **tubes passifs** : les polluants sont piégés au passage de l'air par simple diffusion moléculaire sur un milieu absorbant ou adsorbant en fonction de la nature du polluant. Cette méthode permet de mesurer divers polluants : dioxyde d'azote, aldéhydes, ammoniac, composés organiques volatils, BTEX 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 : Courbes météorologiques et complémentaires

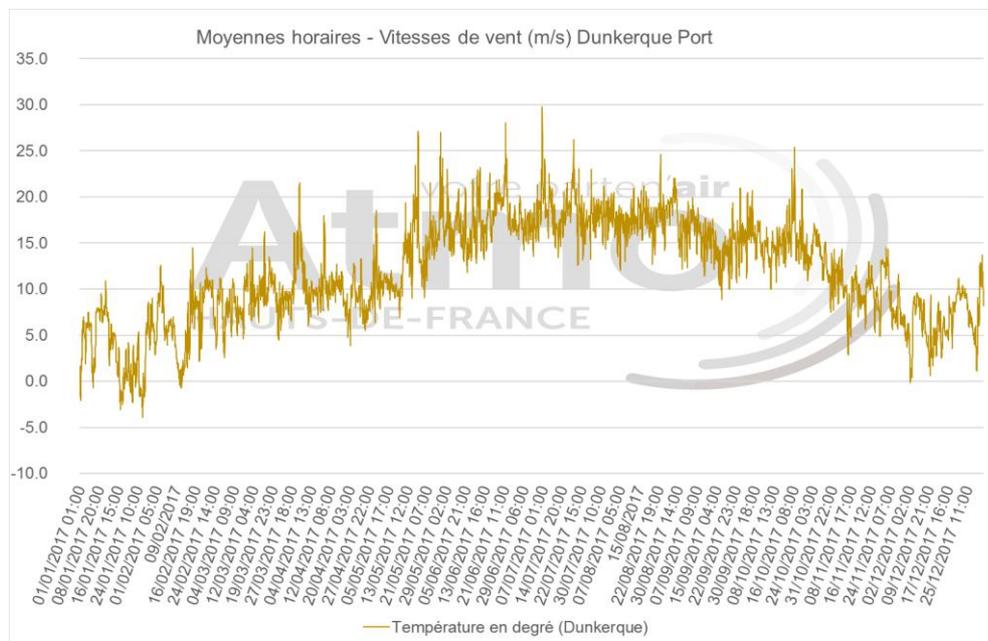
Vents



Journées tempétueuses
de l'année 2017 à
Dunkerque

12/01, tempête Egon
23/02, tempête Thomas
11/12

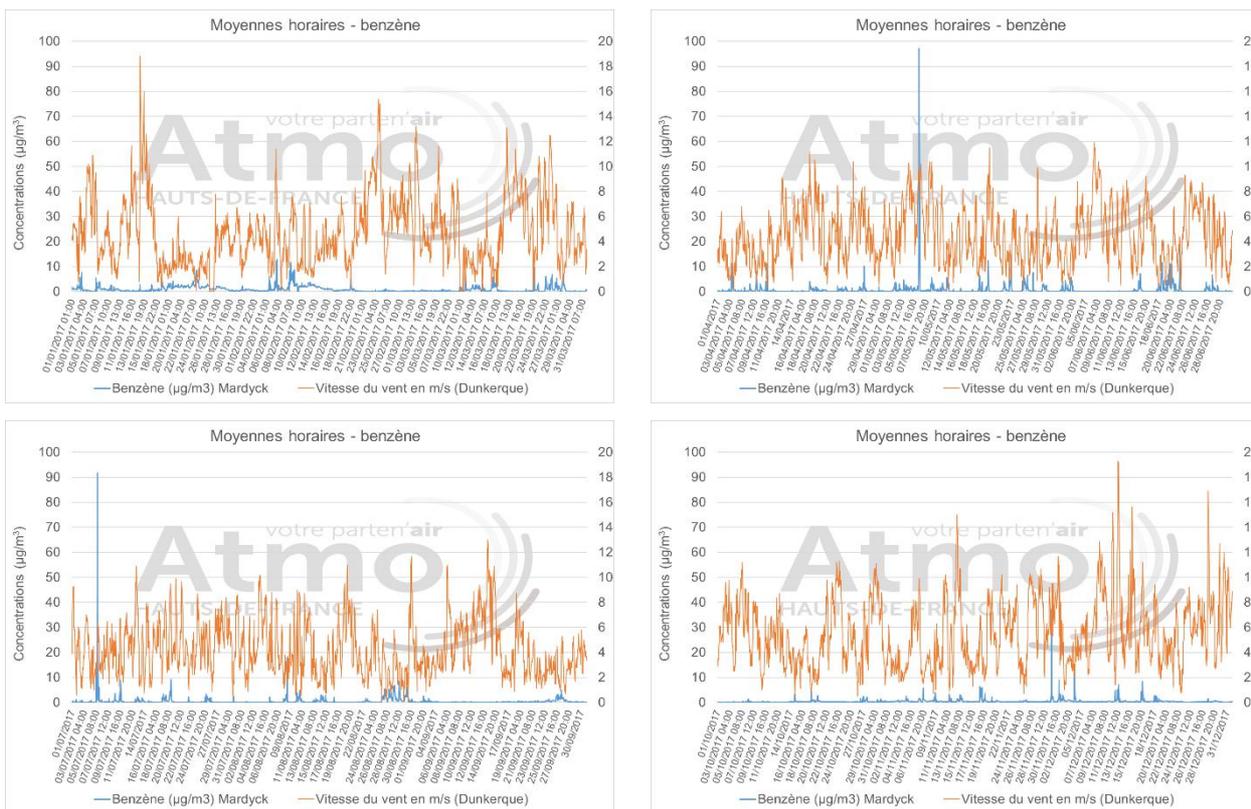
Températures



Périodes les plus
chaudes de l'année
2017 à Dunkerque

26 mai – 27°C
21 juin – 28°C
6 juillet – 29,8°C

Relation vitesse de vent et concentration de benzène



Ces graphes peuvent permettre d'affiner le lien entre la concentration de benzène obtenue depuis la station de Mardyck et la vitesse du vent.

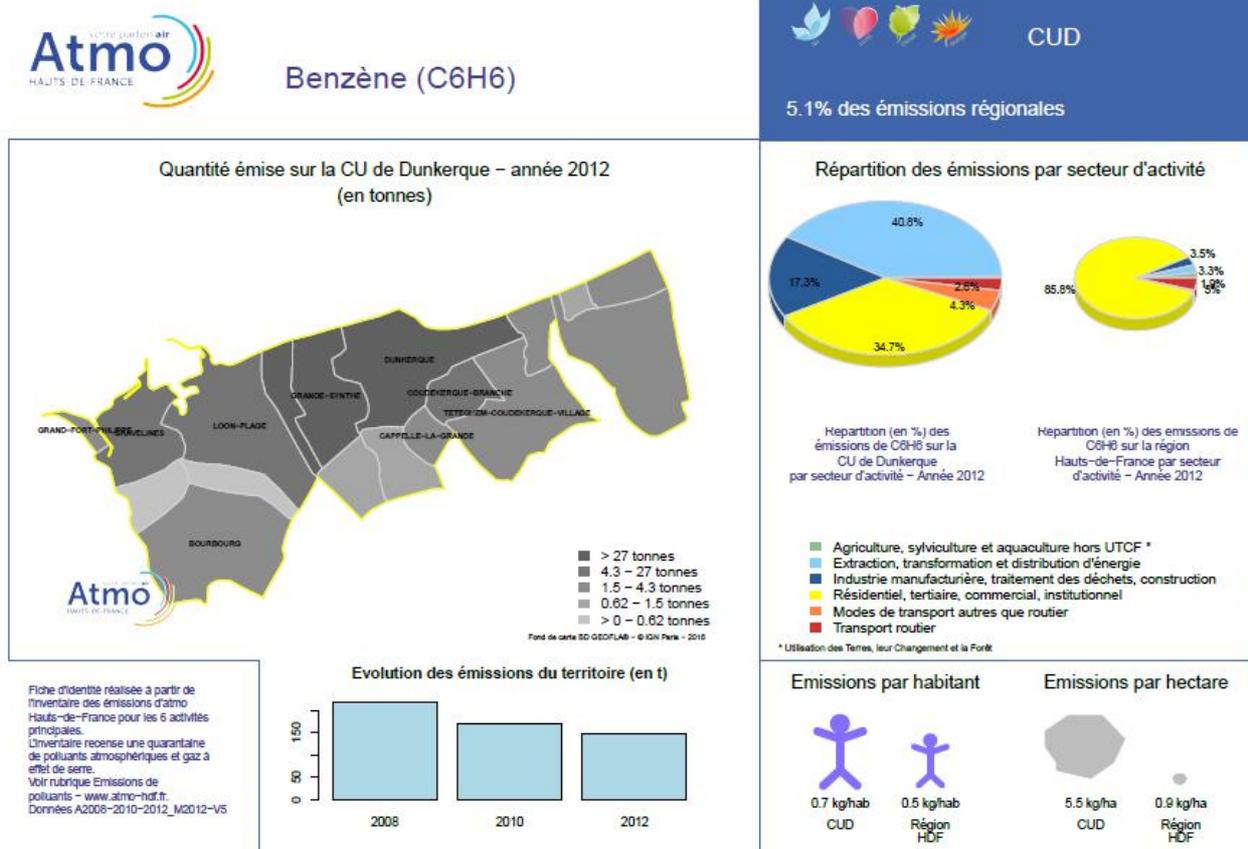
D'après ces graphes, il semblerait que les concentrations les plus basses soient observées lorsque la vitesse de vent est plutôt forte et constante sur une période assez longue. A l'inverse, quand le vent faiblit, les concentrations ont tendance à s'élever, sans pour autant atteindre de hauts niveaux.

Annexe 5 : Fiches des émissions de polluants

Les émissions totales 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). Pour en savoir plus voir le guide méthodologique⁴.

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

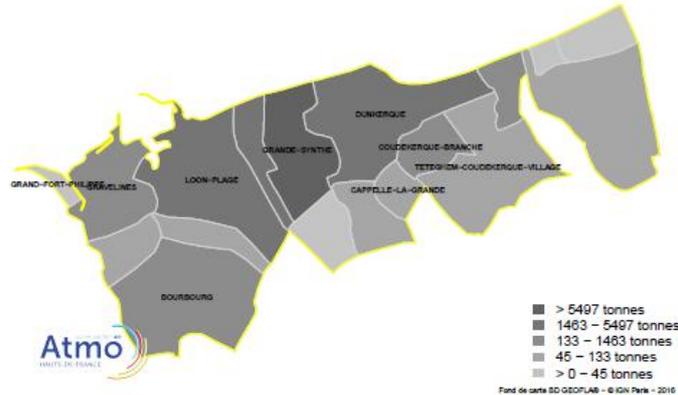
- l'extraction, la transformation et la distribution d'énergie d'une part,
- l'industrie manufacturière, le traitement des déchets et la construction d'autre part.



⁴ http://www.atmo-hdf.fr/joomlatools-files/docman-files/Autre/rapport_methodo_inventaire_061015.pdf

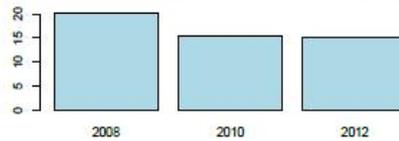
Oxydes d'azote (NOx)

Quantité émise sur la CU de Dunkerque – année 2012
(en tonnes)



Fiche d'identité réalisée à partir de l'inventaire des émissions Atmo Hauts-de-France pour les 6 activités principales. L'inventaire recense une quarantaine de polluants atmosphériques et gaz à effet de serre. Voir rubrique Emissions de polluants - www.atmo-hdf.fr. Données A2008-2010-2012_M2012-V5

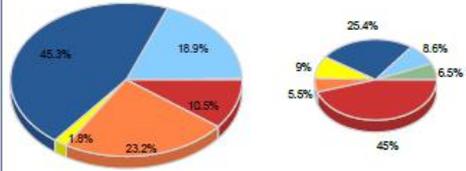
Evolution des émissions du territoire (en kt)



CUD

12.8% des émissions régionales

Répartition des émissions par secteur d'activité



Hépartition (en %) des émissions de NOx sur la CU de Dunkerque par secteur d'activité - Année 2012

Hépartition (en %) des émissions de NOx sur la région Hauts-de-France par secteur d'activité - Année 2012

- Agriculture, sylviculture et aquaculture hors UTCF *
- Extraction, transformation et distribution d'énergie
- Industrie manufacturière, traitement des déchets, construction
- Résidentiel, tertiaire, commercial, institutionnel
- Modes de transport autres que routier
- Transport routier

* Utilisation des Terres, leur Changement et la Forêt

Emissions par habitant



74.6 kg/hab
CUD



19.6 kg/hab
Région HDF

Emissions par hectare



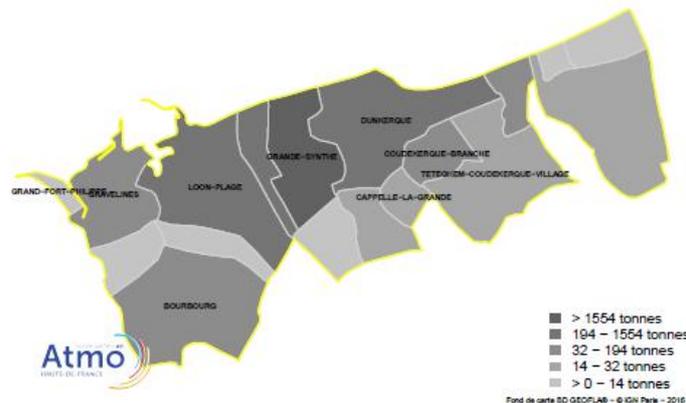
565.6 kg/ha
CUD



36.8 kg/ha
Région HDF

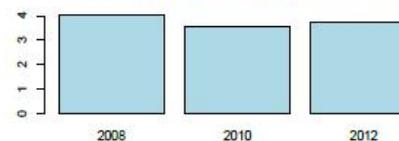
Particules (PM10)

Quantité émise sur la CU de Dunkerque – année 2012
(en tonnes)



Fiche d'identité réalisée à partir de l'inventaire des émissions Atmo Hauts-de-France pour les 6 activités principales. L'inventaire recense une quarantaine de polluants atmosphériques et gaz à effet de serre. Voir rubrique Emissions de polluants - www.atmo-hdf.fr. Données A2008-2010-2012_M2012-V5

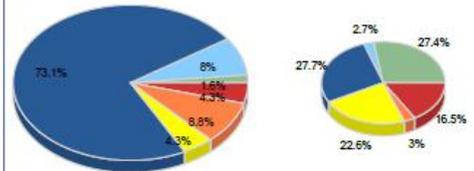
Evolution des émissions du territoire (en kt)



CUD

10.3% des émissions régionales

Répartition des émissions par secteur d'activité



Hépartition (en %) des émissions de PM10 sur la CU de Dunkerque par secteur d'activité - Année 2012

Hépartition (en %) des émissions de PM10 sur la région Hauts-de-France par secteur d'activité - Année 2012

- Agriculture, sylviculture et aquaculture hors UTCF *
- Extraction, transformation et distribution d'énergie
- Industrie manufacturière, traitement des déchets, construction
- Résidentiel, tertiaire, commercial, institutionnel
- Modes de transport autres que routier
- Transport routier

* Utilisation des Terres, leur Changement et la Forêt

Emissions par habitant



18.8 kg/hab
CUD



6.1 kg/hab
Région HDF

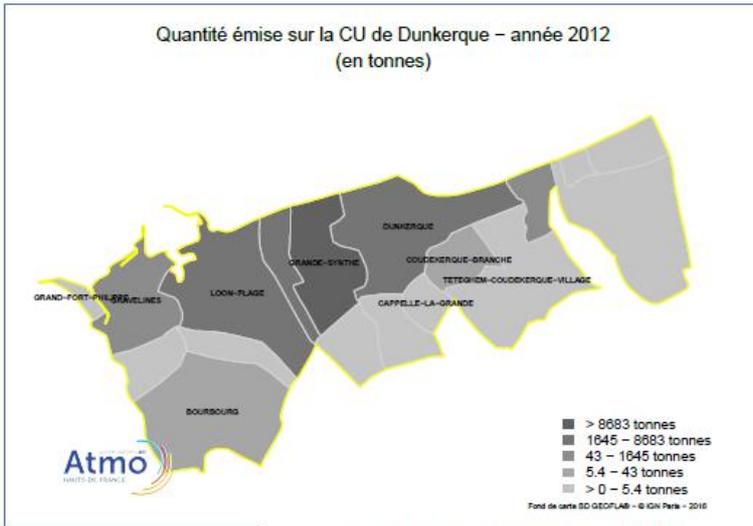
Emissions par hectare



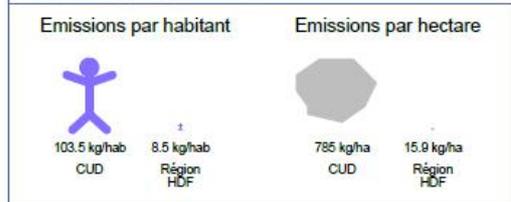
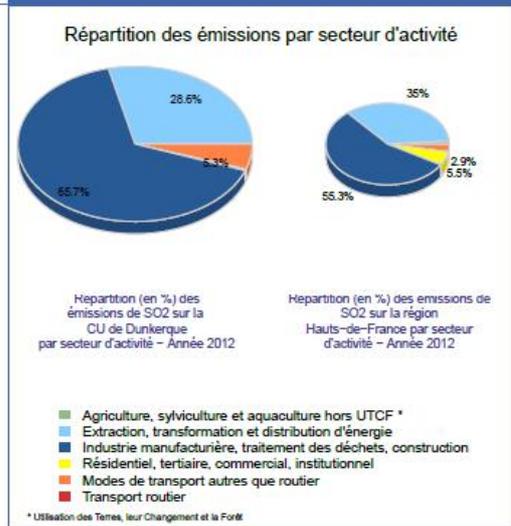
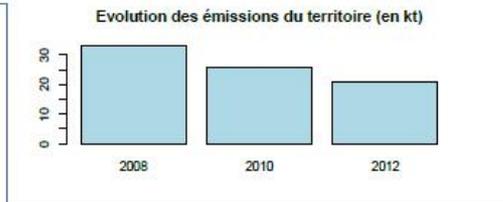
142.2 kg/ha
CUD



11.5 kg/ha
Région HDF



Fiche d'identité réalisée à partir de l'inventaire des émissions d'atmo Hauts-de-France pour les 6 activités principales. L'inventaire recense une quarantaine de polluants atmosphériques et gaz à effet de serre. Voir rubrique Emissions de polluants – www.atmo-hdf.fr. Données A2008-2010-2012_M2012-V5



Annexe 6 : Taux de fonctionnement

Taux de fonctionnement obtenus pour les mesures automatiques pour l'ensemble de l'année 2017.

	Site de Mesures	Influence	Taux de fonctionnement
PM10	Mardyck	Industrielle	98 %
	Grande-Synthe	Industrielle	98 %
SO2	Mardyck	Industrielle	98 %
	Loon-Plage	Industrielle	92 %
	Grande-Synthe	Industrielle	94 %
NOx	Mardyck	Industrielle	98 %
	Cappelle-la-Grande	Sans influence, mesure de fond	97 %
BTEX	Mardyck	Industrielle	97 %

Annexe 7 : 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	-
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	-	-
Benzène	5 µg/m³ en moyenne annuelle	2 µg/m³ en moyenne annuelle	-

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

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

Atmo Haut-de-France

Observatoire de l'Air

55, place Rihour

59044 Lille Cedex

