

RAPPORT D'ETUDE

Suivi de la qualité de l'air en proximité industrielle

Mardyck (59)

Mesures réalisées en 2016



Auteur : Sandra Vermeesch

Vérificateur : Arabelle Patron - Anquez

Diffusion : Juillet 2017

Observatoire de l'Air
55, place Rihour
59044 Lille Cedex
Tél. : 03 59 08 37 30
contact@atmo-hdf.fr

	Nom	Qualité	Visa
Approbation	Nathalie Dufour	Responsable Etudes	

Avant-propos

Atmo Hauts-de-France est une association de type « loi 1901 » agréée par le Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire (décret 98-361 du 6 mai 1998) 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.

Suite à la réforme des régions introduite par la Nouvelle Organisation Territoriale de la République (loi NOTRe du 16 juillet 2015), les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air de la Picardie et du Nord – Pas-de-Calais ont fusionné le 1^{er} janvier 2017 pour former Atmo Hauts-de-France.

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.

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°02/2016/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](#)
- par mail : contact@atmo-hdf.fr
- par téléphone : 03 59 08 37 30

Réclamations

Les réclamations sur la non-conformité de la livraison exécutée en regard de la demande 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, la résolution de celui-ci s'effectuera sous l'arbitrage des autorités compétentes.

Sommaire

Synthèse de l'étude	4
Enjeux et objectifs de l'étude	5
Matériels et méthodes	5
1.1. Dispositif de mesures de l'étude	5
1.2. Localisation.....	6
1.3. Dispositif de référence	7
1.4. Origines et impacts des polluants surveillés.....	8
Contexte environnemental	10
1.1. Emissions connues	10
1.2. Contexte météorologique.....	14
1.3. Episodes de pollution	16
Résultats de l'étude	17
1.1. Exploitation des résultats de mesures	17
1.2. Le dioxyde de soufre (SO ₂)	18
1.3. Le dioxyde d'azote (NO ₂)	21
1.4. Le monoxyde d'azote (NO)	24
1.5. Les particules en suspension (PM10)	27
1.6. Les BTEX : le benzène (C ₆ H ₆)	30
1.7. Les BTEX : le toluène (C ₇ H ₈)	33
1.8. Les BTEX : l'éthylbenzène (C ₈ H ₁₀)	35
1.9. Les BTEX : les (m+p)-xylènes (C ₈ H ₁₀)	37
1.10. Les BTEX : l'o-xylène (C ₈ H ₁₀)	39
Au regard des campagnes précédentes	41
Conclusion et perspectives	42
Annexes	43
Annexe 1 : Glossaire	43
Annexe 2 : Modalités de surveillance	44
Annexe 3 : Fiches des émissions de polluants	47
Annexe 4 : Résultats métrologiques	50
Annexe 5 : Repères réglementaires	55
Annexe 6 : Courbes complémentaires	56

Illustrations

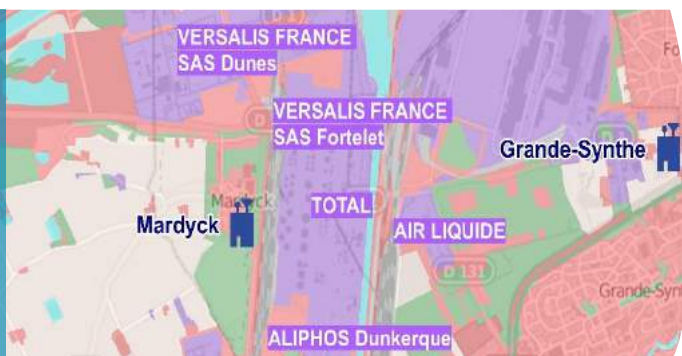
Figure 1 Moyennes horaires des vitesses de vent.....	14
Figure 2 Rose de vents annuelle	14
Figure 3 Cumul journalier des précipitations horaires	15
Figure 4 Températures moyennes journalières.....	15
Figure 5 Frise des épisodes de pollution	16
Figure 6 Concentrations moyennes horaires de dioxydes de soufre	19
Figure 7 Rose de pollution du dioxyde de soufre selon les concentrations relevées à Mardyck en 2016.....	20
Figure 8 Concentrations moyennes horaires de dioxyde d'azote	22
Figure 9 Rose de pollution du dioxyde d'azote selon les concentrations relevées à Mardyck en 2016.....	23
Figure 10 Profil journalier des concentrations du dioxyde d'azote.....	23
Figure 11 Concentrations moyennes horaires de monoxyde d'azote	25
Figure 12 Rose de pollution du monoxyde d'azote selon les concentrations relevées à Mardyck en 2016 ...	26
Figure 13 Profil journalier des concentrations de monoxyde d'azote	26
Figure 14 Concentrations moyennes horaires de particules en suspension PM10	28
Figure 15 Concentrations moyennes journalières de particules en suspension PM10	28
Figure 16 Rose de pollution des particules PM10 selon les concentrations relevées à Mardyck et à St-Pol-sur-Mer en 2016	29
Figure 17 Concentrations moyennes horaires de benzène.....	31
Figure 18 Rose de pollution du benzène selon les concentrations relevées à Mardyck en 2016.....	32
Figure 19 Concentrations moyennes horaires de toluène.....	33
Figure 20 Rose de pollution du toluène selon les concentrations relevées à Mardyck en 2016	34
Figure 21 Concentrations moyennes horaires d'éthylbenzène.....	35
Figure 22 Rose de pollution de l'éthylbenzène selon les concentrations relevées à Mardyck en 2016	36
Figure 23 Concentrations moyennes horaires de (m+p)-xylènes.....	37
Figure 24 Rose de pollution des (m+p)- xylènes selon les concentrations relevées à Mardyck en 2016	38
Figure 25 Concentrations moyennes horaires de l'o-xylène.....	39
Figure 26 Rose de pollution de l'o-xylène selon les concentrations relevées à Mardyck en 2016	40
Figure 27 Evolution des concentrations moyennes depuis 2009.....	41

Synthèse de l'étude

Objectif des mesures : évaluer la qualité de l'air dans l'environnement proche des industries Etablissement des Flandres (Total) et VERSALIS

Lieu des mesures : Mardyck (59)

A Mardyck, la station fixe surveille depuis 2008 la qualité de l'air dans l'environnement proche des industries TOTAL (dépôt pétrolier) et VERSALIS (fabricant de billes de polypropylène).



Dates des mesures : 1^{er} janvier au 31 décembre 2016

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 – la mesure de benzène n'a pu être confrontée à la valeur réglementaire en raison d'un taux de fonctionnement insuffisant sur l'année 2016.

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

« NR » Mesure non représentative « ● » Valeurs réglementaires respectées

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 contraste est plus marqué, les concentrations se confondent avec ce qui peut être observé en milieu urbain. Les relevés caractérisant les particules en suspension montrent des influences diverses, avec notamment un apport issu de la zone sidérurgique. Les mesures de benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes, ne sont pas représentatives en 2016, néanmoins, sur les 70% de mesures exploitables, l'influence de Versalis se retrouve ainsi que celle de l'Etablissement des Flandres, dans une moindre mesure.

La surveillance de la qualité de l'air se poursuit en 2017, uniquement en collaboration avec Versalis France. Atmo Hauts-de-France mesurera les mêmes composés qu'auparavant, grâce notamment à la mise en place d'un nouvel analyseur de BTEX de dernière génération.



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.

Enjeux et objectifs de l'étude

En 2016 et 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 évalué la qualité de l'air dans l'environnement proche des deux industriels. La station fixe, installée place de l'Eglise à Mardyck, a ainsi permis de mesurer les concentrations des polluants suivants à l'aide d'analyseurs automatiques : le dioxyde de soufre, les oxydes d'azote, les particules en suspension PM10, les BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes). Les résultats de mesures de la station fixe de Mardyck ont été comparés aux niveaux enregistrés par les stations fixes les plus proches et de typologies variées.

Ce rapport présente les résultats de mesures de la station fixe de Mardyck, du 1^{er} janvier au 31 décembre 2016.

Matériels et méthodes

1.1. Dispositif de mesures de l'étude

Lors de cette 9^{ème} année de mesures à Mardyck, les mêmes polluants ont de nouveau été investigués. Les mesures ont été effectuées 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 2](#).

1.2. 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.




1.3. 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.



 Station fixe de mesures

 Station prise en compte dans cette étude : en rose pâle la station météo, en rouge les stations de référence, et en bordeaux la station étudiée

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	■	■	■	■	
St Pol-sur-Mer	■	■	■		
Loon-Plage	■				
Cappelle-la-Grande		■			
Dunkerque Malo	■		■	■	
Dunkerque Port					■

1.4. 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).

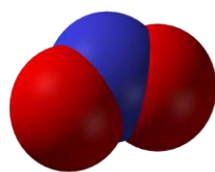
Il irrite les muqueuses, la peau et les voies respiratoires supérieures (toux, gêne respiratoire). Il agit en synergie avec d'autres substances, notamment les particules fines. Ses effets peuvent être amplifiés par le tabagisme. Il participe au phénomène des pluies acides perturbant voire détruisant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

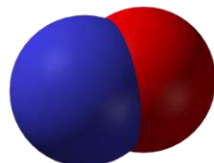
66

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.

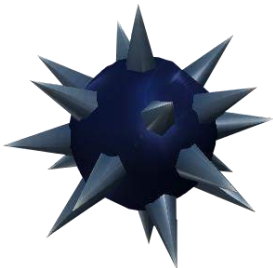
99

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.

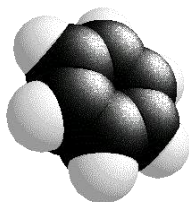
99

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

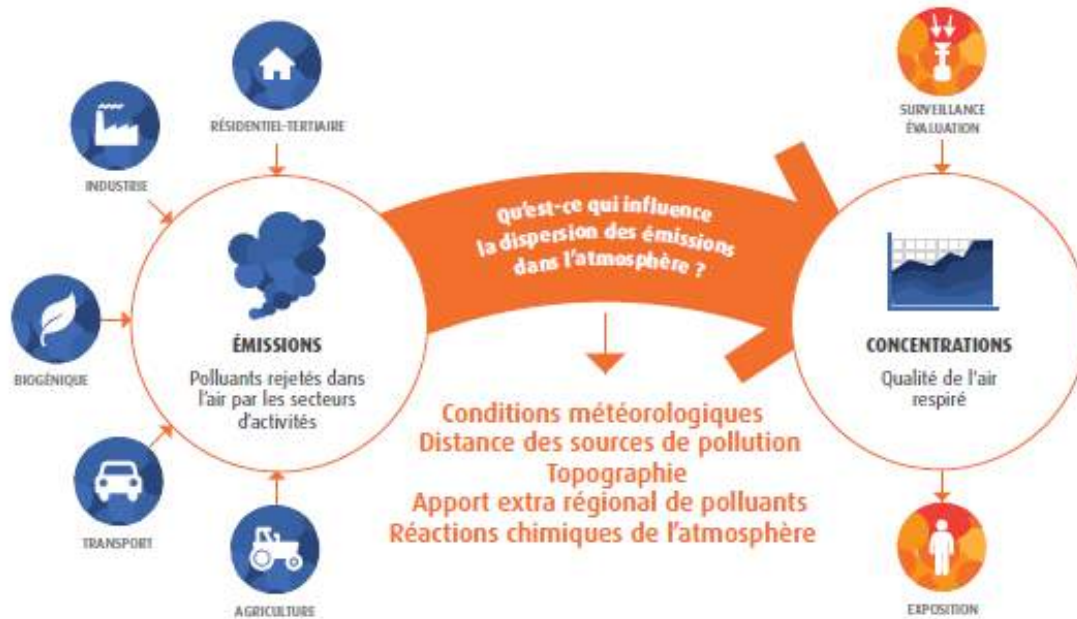
Contexte environnemental

1.1. 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.).

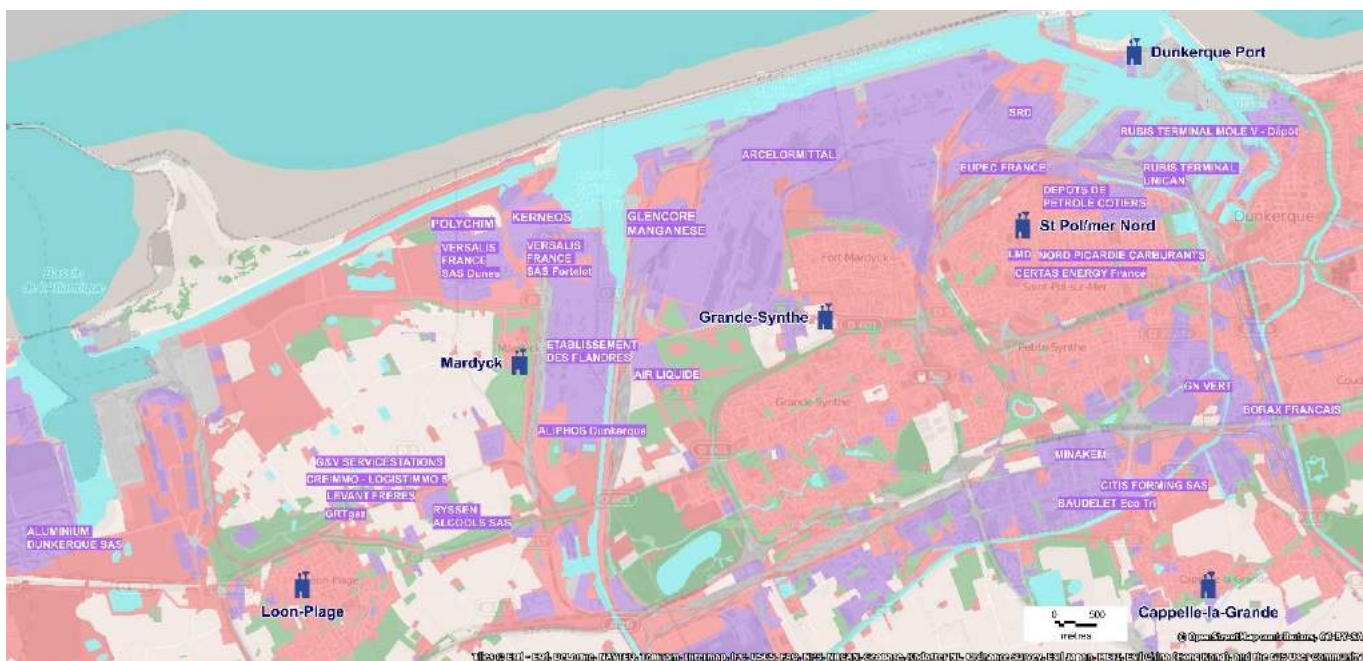
DES ÉMISSIONS AUX CONCENTRATIONS DE POLLUANTS DANS L'ATMOSPHÈRE



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.

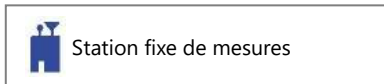
1.1.1. Localisation des principaux émetteurs anthropiques de la zone d'études

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)

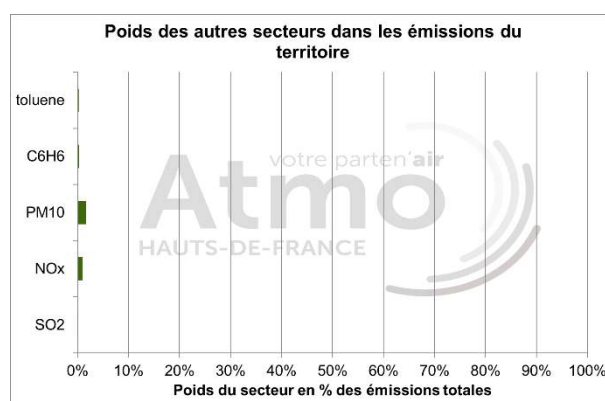
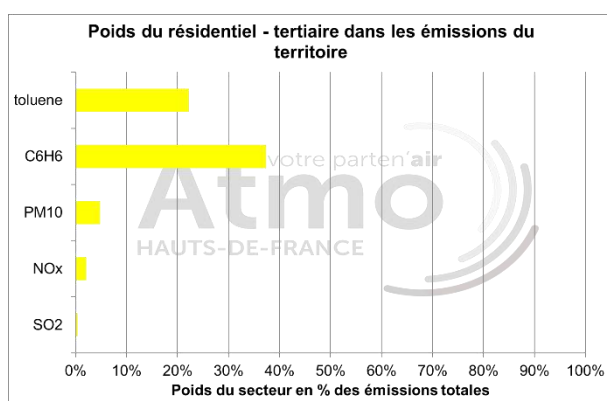
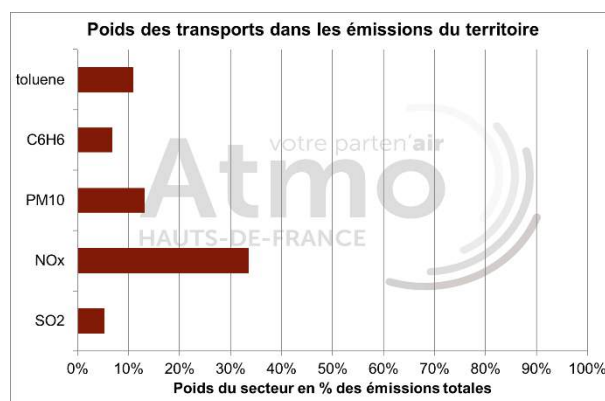
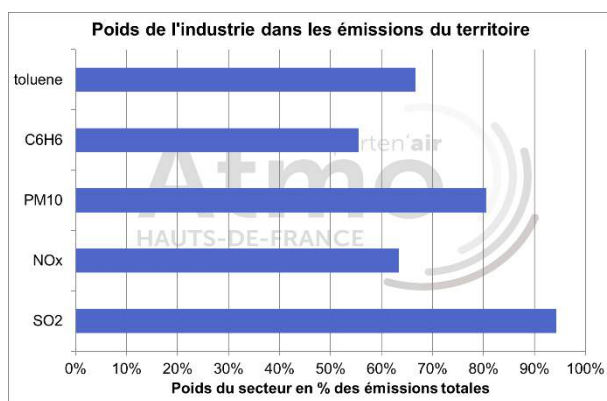
- Forêts et milieux semi-naturels
- Réseaux de communication
- Territoires agricoles
- Zones humides et surfaces en eau
- Zones industrielles ou commerciales; mines, décharges et chantiers
- Zones urbanisées



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

1.1.2. 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-donnees/emissions-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 2016 porte sur les activités des sites de stockage et de production de Versalis, ainsi que celles de Etablissement des Flandres (exploité par Total Raffinage France).

Emissions industrielles recensées par l'IREP dans un rayon de 5 km autour de la station de mesures pour l'année 2015 (dernière année disponible)

Etablissement	Polluant	Quantité	Unité
Etablissement des Flandres	Benzène	1 700	kg
	Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)	198 000	kg
Versalis France SAS (route du fortelet – site de stockage)	Benzène	5 250	kg
	Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)	84 900	kg
Versalis France SAS (route des dunes – site de production)	Benzène	10 200	kg
	Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)	686 000	kg
	Oxydes d'azote (NOx - NO + NO ₂) (en eq. NO ₂)	571 000	kg
	Oxydes de soufre (SOx - SO ₂ + SO ₃) (en eq. SO ₂)	191 000	kg
ARCELORMITTAL ATLANTIQUE et LORRAINE SITE DE DUNKERQUE	Benzène	24 500	kg
	Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)	338 000	kg
	Oxydes de soufre (SOx - SO ₂ + SO ₃) (en eq. SO ₂)	7 510 000	kg
	Oxydes d'azote (NOx - NO + NO ₂) (en eq. NO ₂)	6 600 000	kg
	Poussières totales (TSP)	2 660 000	kg
KERNEOS- Usine de Dunkerque	Oxydes de soufre (SOx - SO ₂ + SO ₃) (en eq. SO ₂)	416 000	kg
	Oxydes d'azote (NOx - NO + NO ₂) (en eq. NO ₂)	238 000	kg
Glencore Manganèse France	Oxydes de soufre (SOx - SO ₂ + SO ₃) (en eq. SO ₂)	328 000	kg
	Oxydes d'azote (NOx - NO + NO ₂) (en eq. NO ₂)	247 000	kg
POLYCHIM INDUSTRIE	Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)	58 600	kg

Les émissions déclarées ici pour l'année 2015 (dans l'hypothèse où celles-ci soient restées similaires en 2016), 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.

1.2. Contexte météorologique

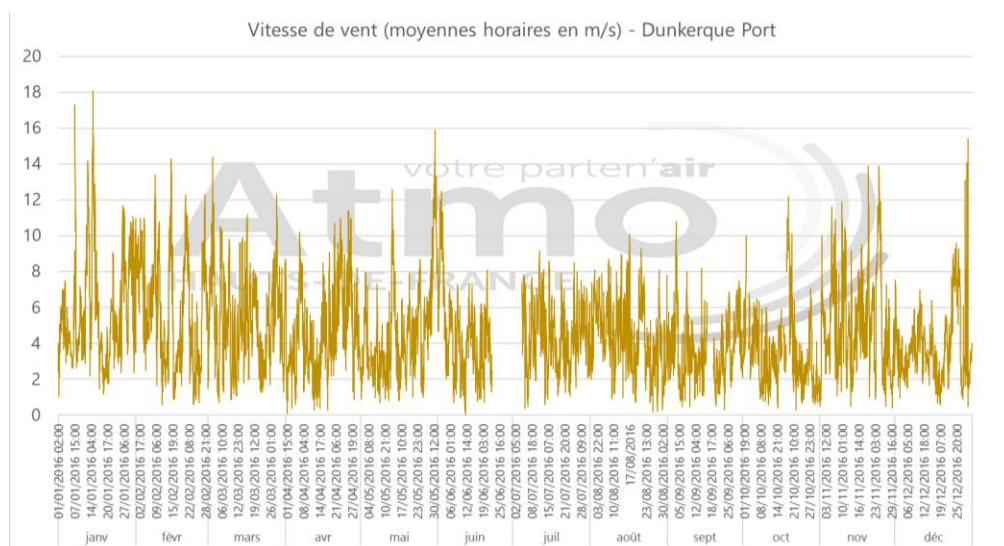


Le contexte météorologique peut avoir un impact sur les conditions de dispersion de la pollution atmosphérique.

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.

Les vitesses de vent enregistrées depuis la station de mesures de Dunkerque Port, montre une grande variabilité à fine échelle, preuve que le secteur est régulièrement soumis à des vents forts, le plus souvent enregistrés lors d'épisodes tempétueux.

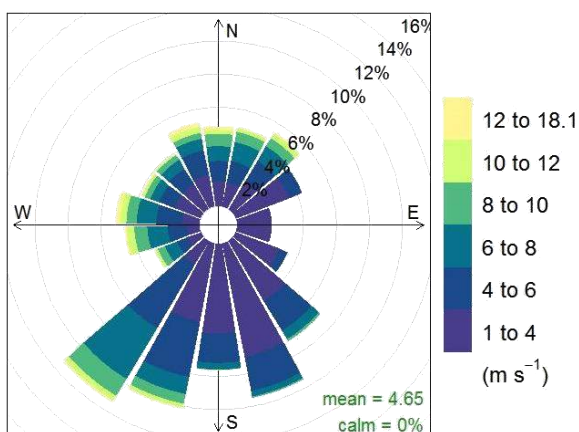


Journées tempétueuses de l'année 2016 à Dunkerque

7 janvier
6 au 9 février
2 et 28 mars
30 et 31 mai
19 et 20 novembre
23 et 25 décembre

Figure 1 Moyennes horaires des vitesses de vent

La rose de vents ci-dessous est issue des données de l'année 2016 de la station de Dunkerque Port.



Rose des vents de Dunkerque Port [2016]

Figure 2 Rose de vents annuelle

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.

Sur l'ensemble de l'année 2016, 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. Les vents les plus forts proviennent de ces directions également. Le ¼ sud-est est aussi représenté mais avec des vents dont la vitesse est toujours restée faible.

Le graphe suivant représente les précipitations obtenues en 2016 depuis la station Météo France de Dunkerque.

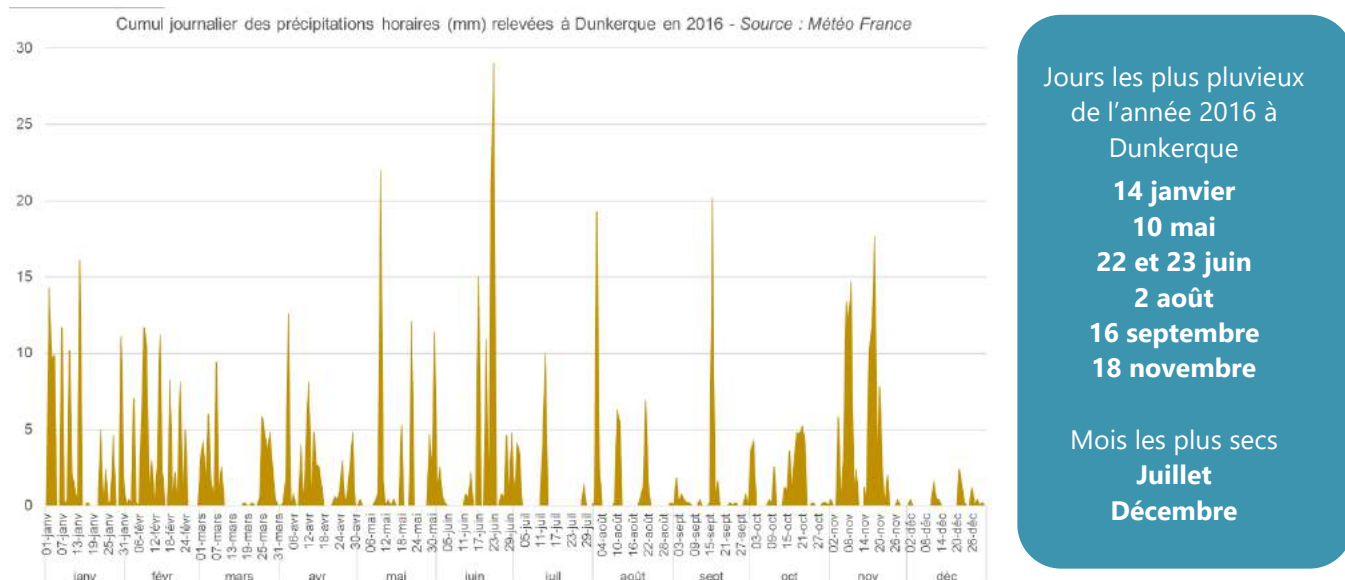


Figure 3 Cumul journalier des précipitations horaires

Le mois de décembre 2016 détient un record de faible pluviométrie à Dunkerque (8,6 mm de précipitations au total sur le mois, soit 15% de moins que la normale). Il compte, avec juillet parmi les mois les plus secs de l'année. A l'inverse, c'est en janvier, juin et novembre qu'il a le plus plu sur le secteur, ces deux derniers mois ayant été particulièrement marqués par les orages et les inondations.

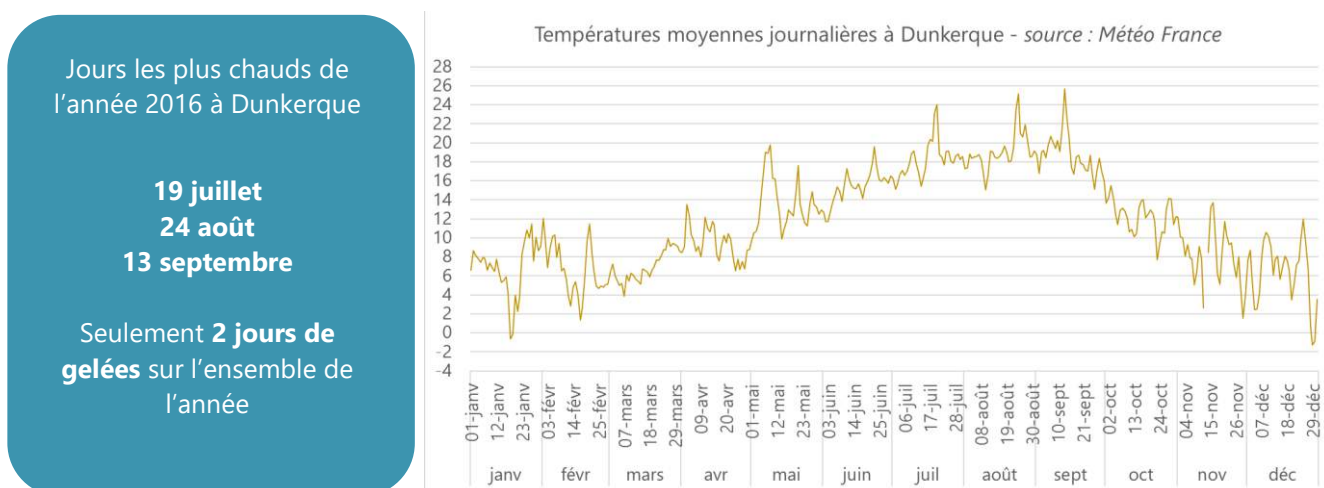


Figure 4 Températures moyennes journalières

Le profil de températures affiche une belle progression de celles-ci pour les mois de juillet, août et septembre. Un épisode caniculaire a été enregistré du 23 au 27 août.

Globalement, le secteur d'études profite des conditions de bordure de mer pour bénéficier de bonnes conditions de dispersion. Régulièrement balayé par les vents et la pluie, et sans relief apparent, il permet ainsi à la pollution atmosphérique de se disperser plus facilement. Néanmoins, il est toujours possible que des épisodes de pollution soient déclenchés sur le territoire (comme sur le reste de la région).

1.3. Episodes de pollution



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

Quatre polluants sont intégrés dans la procédure de déclenchement d'épisode de pollution de l'air : l'ozone (O_3), le dioxyde d'azote (NO_2), le dioxyde de soufre (SO_2) et les particules en suspension (PM_{10}).

Facteurs favorisant la formation des épisodes de pollution

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

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

La frise ci-dessous reprend l'ensemble des épisodes de pollution ayant été constatés en 2016 au niveau des départements de la région Hauts-de-France¹.

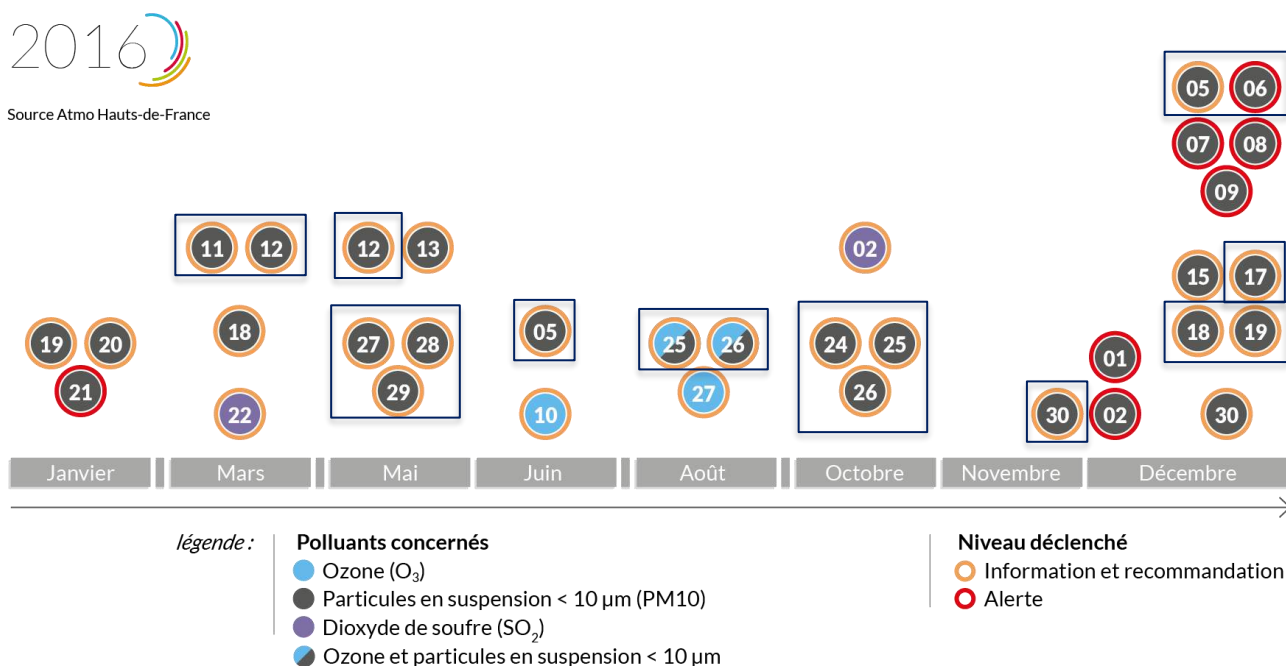


Figure 5 Frise des épisodes de pollution

Concernant le secteur investigué dans cette étude, les dates où le Dunkerquois a été touché par les épisodes de pollution majoritairement dus aux PM_{10} sont encadrées sur la frise. Les deux épisodes relevés pour le dioxyde de soufre en mars et octobre 2016 n'ont concerné que la station de Grande-Synthe. Les épisodes ayant nécessité de déclencher la procédure d'alerte (cerclés de rouge), n'ont pas touché le secteur d'étude (ils n'ont concerné que des départements picards – le 6 décembre, seul le niveau d'information et recommandation a été atteint pour le Dunkerquois).

¹ Selon les modalités de déclenchement de procédure définies à travers les arrêtés préfectoraux, il est possible qu'un épisode de pollution apparaisse sur la frise alors qu'il n'a touché qu'un seul département de la région

Résultats de l'étude

1.1. Exploitation des résultats de mesures

1.1.1. 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.

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% sauf pour la mesure des BTEX à Mardyck (voir le détail des taux de fonctionnement en [annexe 4](#)), l'appareil, vieillissant, a montré de nombreux signes de faiblesse au cours de l'année nécessitant de nombreuses opérations de maintenance. Les données restent exploitables mais ne seront pas comparées à la valeur réglementaire.

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

Les données sont présentées, généralement en microgramme par mètre cube d'air ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), correspondant à des millièmes de gramme.

1.1.2. Evènements contextuels

En 2016, comme tous les 6 ans, Versalis a réalisé une importante opération de maintenance nécessitant l'arrêt total de l'activité durant deux mois. Ainsi, en septembre et octobre, aucun polluant n'a pu être émis depuis cette industrie. Le redémarrage de l'activité a eu lieu la 2ème semaine de novembre, avec potentiellement des émissions plus importantes qu'à la normale lors des 2-3 premiers jours.

En ce qui concerne TOTAL, à présent le site fait office de simple dépôt pétrolier : il n'y a plus de grande installation de combustion.

Pour chaque polluant étudié, les parties suivantes présentent dans un premier temps la situation globale observée à Mardyck par rapport aux autres stations fixes et aux valeurs réglementaires, puis, dans un second temps, une analyse plus détaillée.

1.2. Le dioxyde de soufre (SO₂)

1.2.1. Concentrations moyennes sur l'ensemble de la campagne

Dans le tableau ci-après, sont résumés les résultats de la campagne de mesure pour le dioxyde de soufre pour la station fixe de Mardyck et les stations fixes de Malo-les-Bains, St Pol-sur-Mer et Loon-Plage. Chacune des mesures de dioxyde de soufre sont des mesures classées en tant que « mesure sous influence industrielle ».

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 2016	Malo-les-Bains	Industrielle	<LD	10 le 20/01	63 le 23/01 à 4h
	St Pol-sur-Mer	Industrielle	5,4	60 le 05/11	172 le 11/11 à 1h
	Loon-Plage	Industrielle	<LD	16 le 12/03	120 le 12/03 à 14h
	Mardyck	Industrielle	<LD	22 le 28/02	92 le 22/04 à 5h
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 2016, 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 milieu 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 2016 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 désulfuration 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 Loon-Plage.

1.2.2. Evolution des concentrations horaires

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

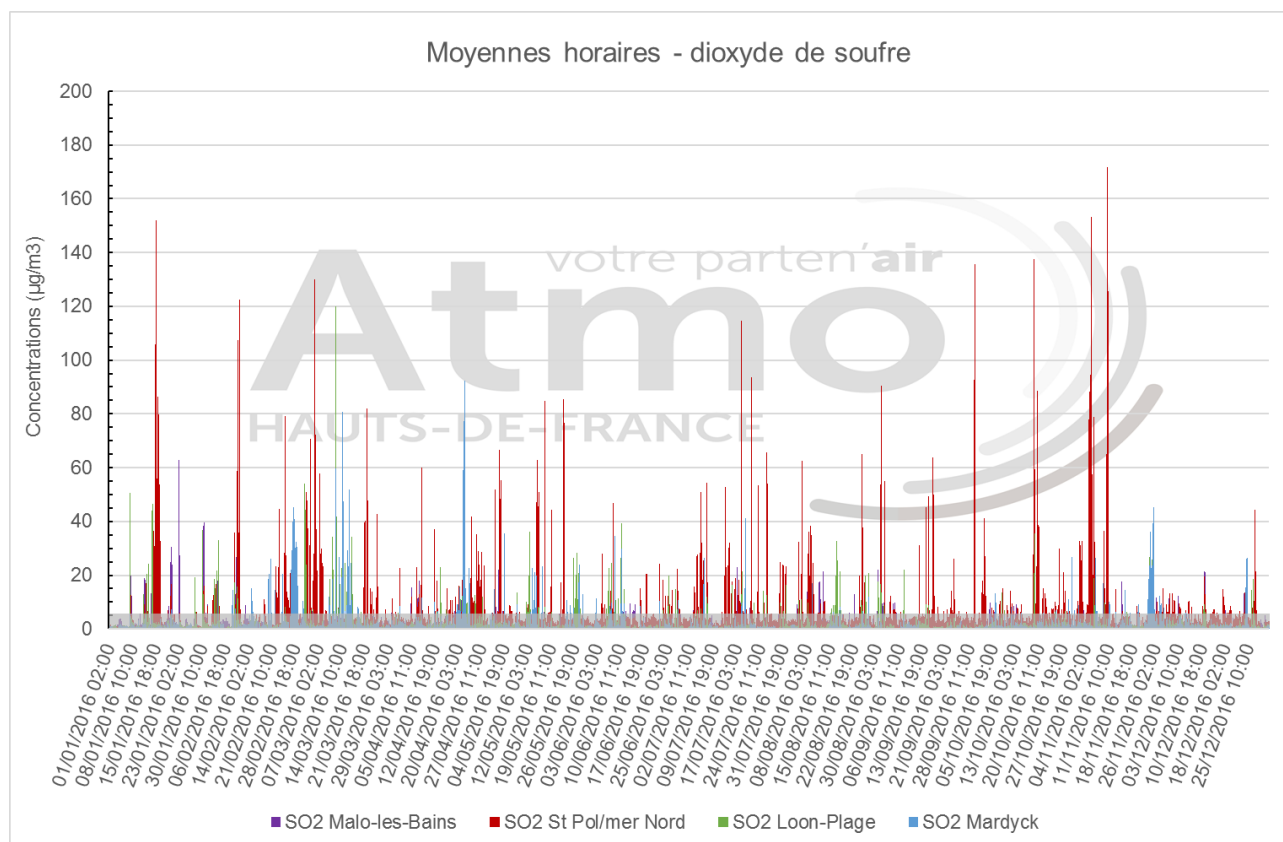


Figure 6 Concentrations moyennes horaires de dioxydes de soufre

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, très basses. Certaines périodes de l'année ont tout de même enregistré des pointes (concentrations supérieures à 40 µg/m³) :

- Le 28 février,
- Les 12, 14 et 16 mars,
- Les 21 et 22 avril,
- Le 19 juillet,
- Le 25 novembre.

Les valeurs maximales correspondant à ces dates sont représentées par les cellules jaunes dans la rose de pollution présentée à la suite. A noter que les pics de concentrations relevés à Mardyck n'atteignent pas des niveaux aussi élevés que ce qui peut être observé à St Pol-sur-Mer (et ne sont pas aussi fréquents non plus), mais sont plus importants qu'à Loon-Plage ou Malo-les-Bains. Enfin, la non simultanéité des pics de concentrations entre les différentes stations de mesures atteste d'influences différentes et isolées, selon l'endroit où l'on se situe.

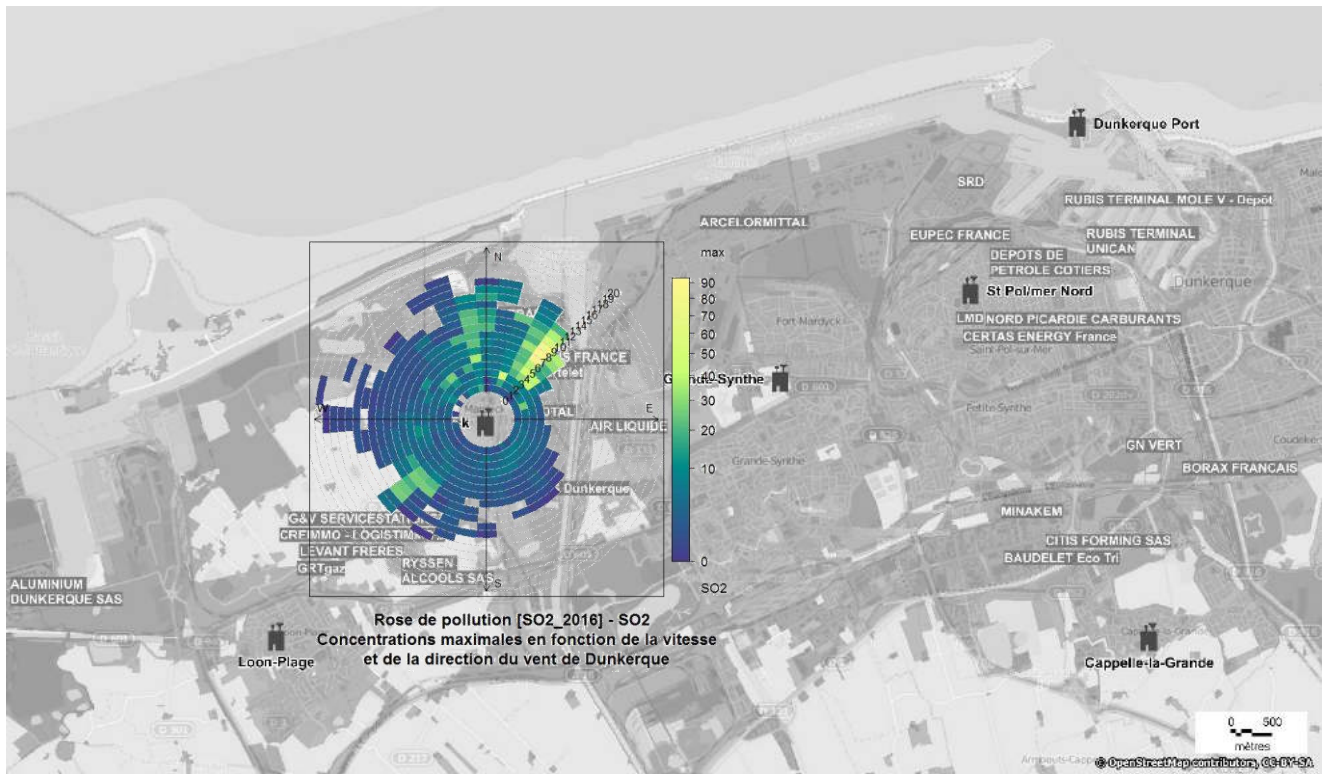


Figure 7 Rose de pollution du dioxyde de soufre selon les concentrations relevées à Mardyck en 2016

La rose de pollution montre des concentrations maximales en dioxyde de soufre relevées par vent de nord-est, par vent faible mais également plus soutenu, pointant ainsi la zone sidérurgique. Il est possible, au regard des émissions déclarées et de la direction des vents, qu'il y ait eu une influence des sites industriels d'ArcelorMittal (par vent soutenu), de Glencore Manganèse et de Versalis sur les concentrations relevées. Dans une bien moindre mesure, il est également possible de se trouver sous l'influence du trafic maritime par vent fort, sur les concentrations en dioxyde de soufre relevées.

1.3. Le dioxyde d'azote (NO₂)

1.3.1. Concentrations moyennes sur l'ensemble de la campagne

Dans le tableau ci-après, sont résumés les résultats de la campagne de mesure pour le dioxyde d'azote pour la station fixe de Mardyck et les stations fixes de St Pol-sur-Mer et Cappelle-la-Grande. Seules les mesures de Mardyck et St-Pol-sur-Mer sont des mesures classées en tant que « mesure sous influence industrielle » (la mesure de dioxyde d'azote de Cappelle-la-Grande n'est pas soumise à une influence particulière, c'est une mesure dite « de fond »).

Site de mesures		Influence de la mesure	Dioxyde d'azote (NO ₂)	
			Concentration moyenne (µg/m ³)	Valeur horaire maximale (µg/m ³)
Année civile 2016	St Pol-sur-Mer	Industrielle	20,2	97 le 25/08 à 19h
	Cappelle-la-Grande	Sans influence, mesure de fond	14,5	80 le 27/12 à 18h
	Mardyck	Industrielle	14,8	79 le 19/07 à 18h
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, de loin, respectées à Mardyck. Comparativement aux résultats obtenus depuis d'autres stations du secteur, les valeurs de Mardyck s'approchent des valeurs obtenues à Cappelle-la-Grande, mesure non soumise à une influence quelconque (d'origine industrielle ou issue des transports).

Valeurs réglementaires respectées à Mardyck pour le NO₂

1.3.2. Evolution des concentrations horaires

Le graphique ci-après montre l'évolution des concentrations moyennes horaires du dioxyde d'azote (NO₂) pour

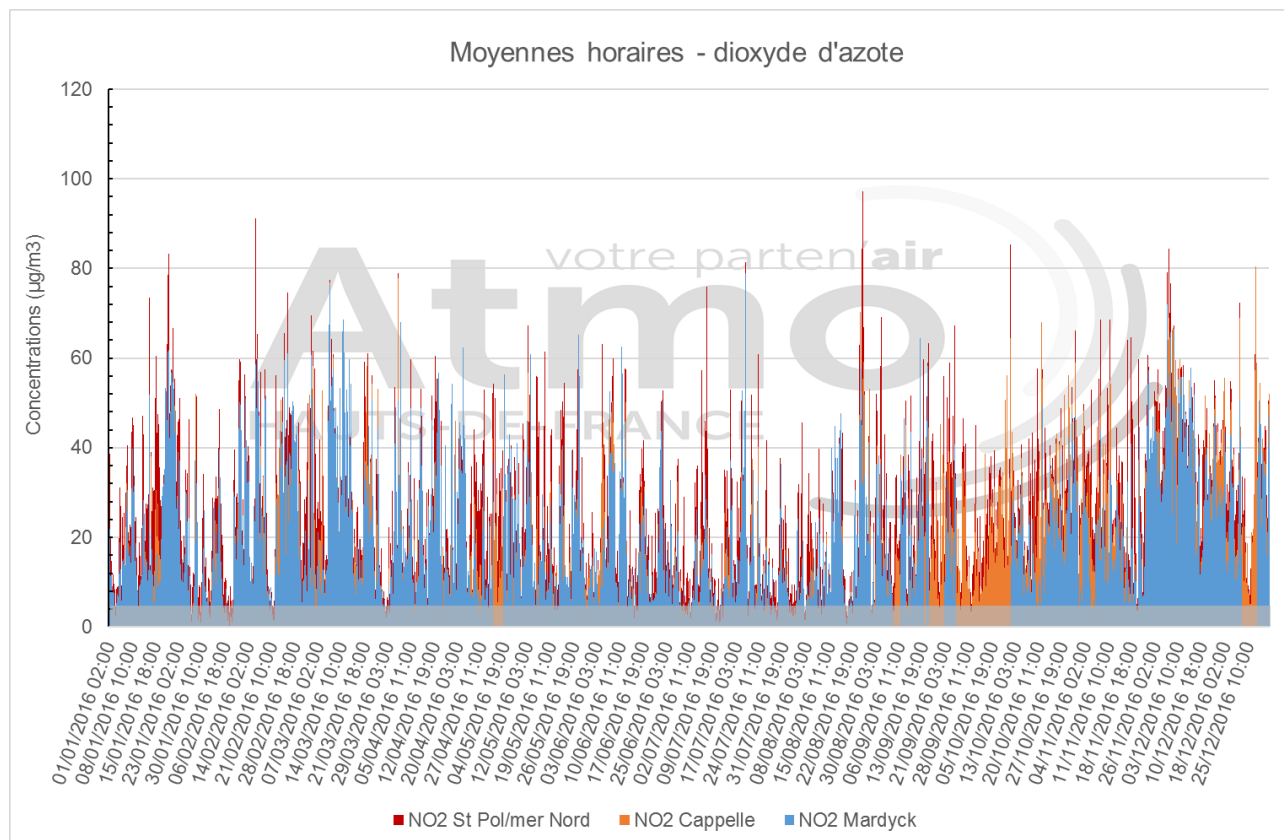


Figure 8 Concentrations moyennes horaires de dioxyde d'azote

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.

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

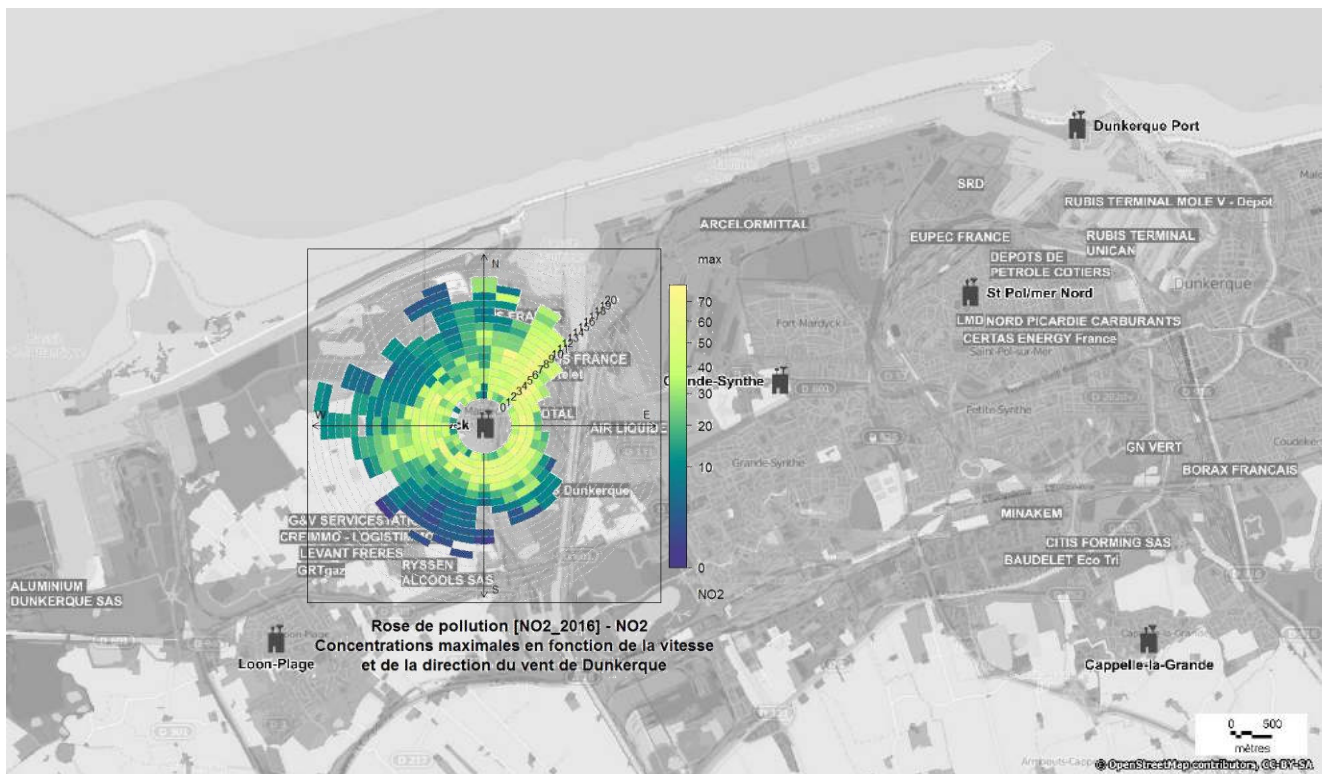


Figure 9 Rose de pollution du dioxyde d'azote selon les concentrations relevées à Mardyck en 2016

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 nord-est). Le dioxyde d'azote peut ainsi avoir, à Mardyck, une origine à la fois très locale (urbaine et automobile), comme l'atteste la similitude des valeurs observées avec celles de Cappel-la-Grande, et plus lointaine (industrielle).

Les profils journaliers² des concentrations se trouvant ci-contre montre que les profils de Mardyck et de Cappel-la-Grande sont quasi identiques (même ordre de grandeur de concentration et même évolution), et se trouvent tous deux en dessous du profil de Saint-Pol-sur-Mer. 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.

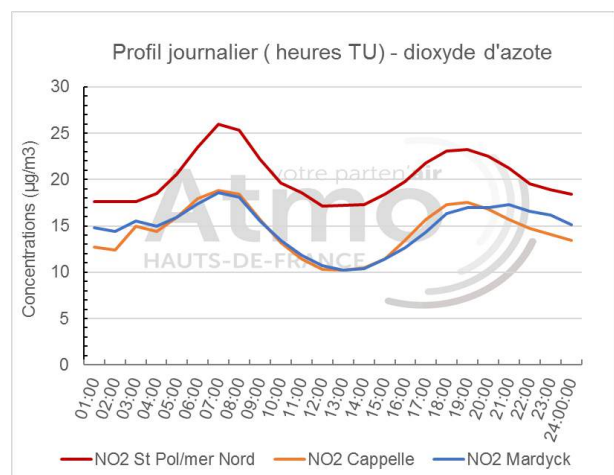


Figure 10 Profil journalier des concentrations du dioxyde d'azote

² 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 2016.

1.4. Le monoxyde d'azote (NO)

1.4.1. Concentrations moyennes sur l'ensemble de la campagne

Dans le tableau ci-après, sont résumés les résultats de la campagne de mesure pour le monoxyde d'azote pour la station fixe de Mardyck et les station fixes de St Pol-sur-Mer et Cappelle-la-Grande. Seules les mesures de Mardyck et St-Pol-sur-Mer sont des mesures classées en tant que « mesure sous influence industrielle » (la mesure de dioxyde d'azote de Cappelle-la-Grande n'est pas soumise à une influence particulière, c'est une mesure dite « de fond »).

Site de mesures		Influence de la mesure	Monoxyde d'azote (NO)	
			Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valeur horaire maximale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Année civile 2016	St Pol-sur-Mer	Industrielle	6,9	327 le 11/10 8h
	Cappelle-la-Grande	Sans influence, mesure de fond	3,6	168 le 11/10 à 7h
	Mardyck	Industrielle	3,4	151 le 30/11 à 9h

Remarque : ce polluant 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).

1.4.2. Evolution des concentrations horaires

Le graphique ci-après montre l'évolution des concentrations moyennes horaires du monoxyde d'azote (NO).

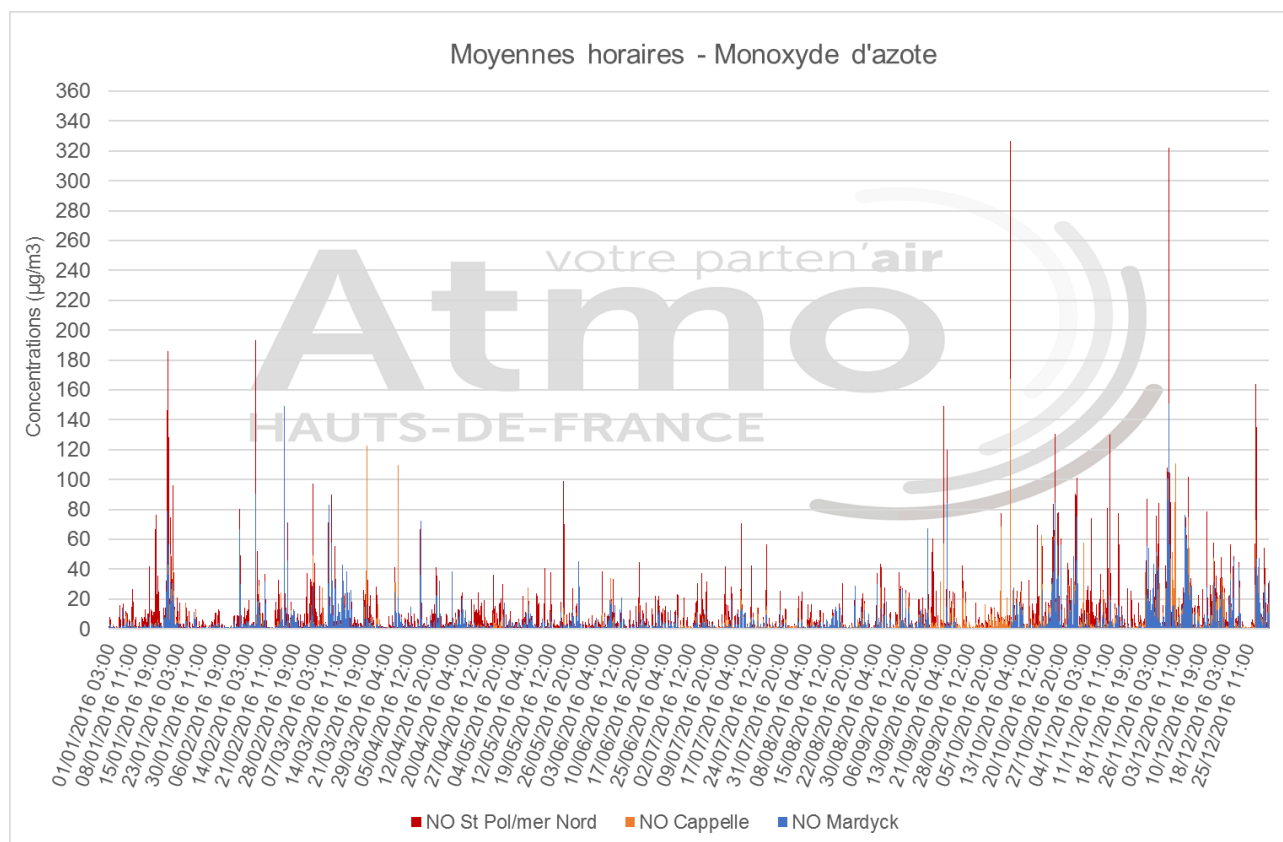


Figure 11 Concentrations moyennes horaires de monoxyde d'azote

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 trois 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.

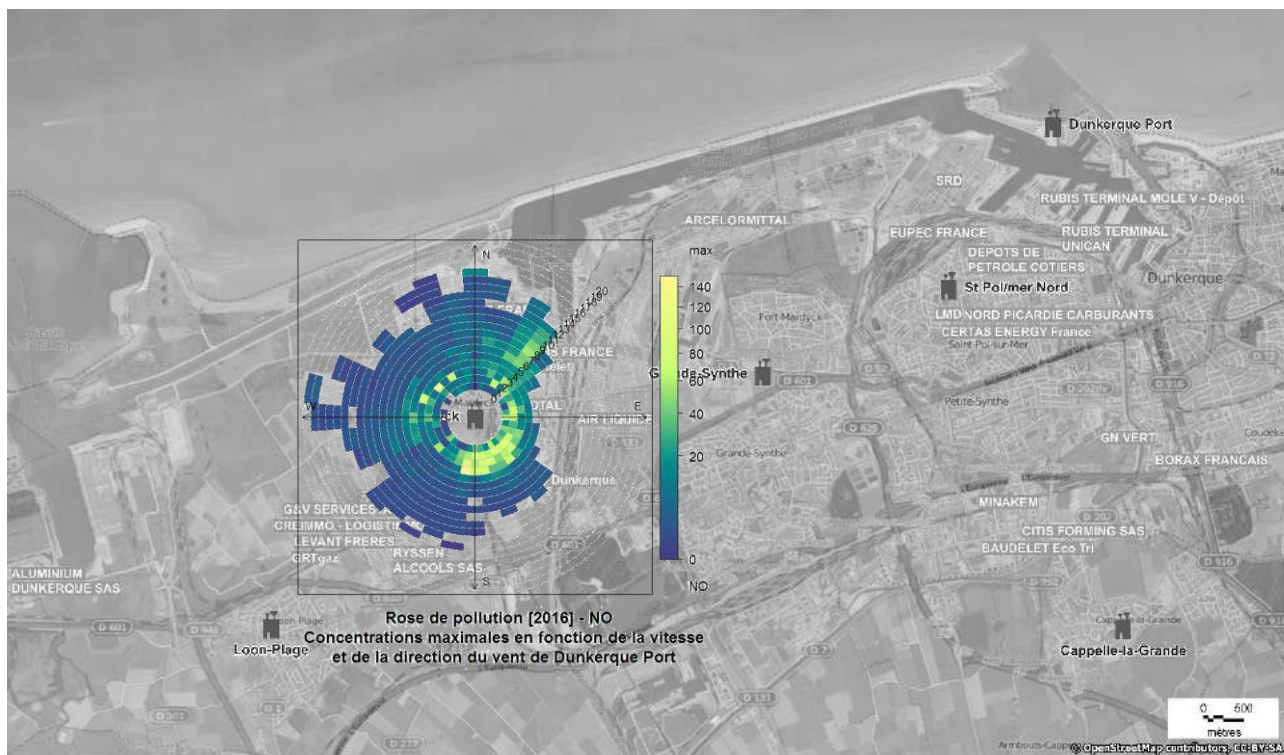


Figure 12 Rose de pollution du monoxyde d'azote selon les concentrations relevées à Mardyck en 2016

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 2016 : profil de Mardyck identique à celui de Cappelle-la-Grande.

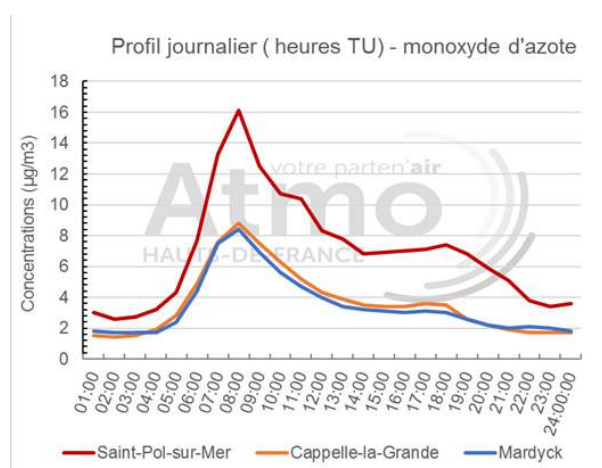


Figure 13 Profil journalier des concentrations de monoxyde d'azote

1.5. Les particules en suspension (PM10)

1.5.1. Concentrations moyennes sur l'ensemble de la campagne

Dans le tableau ci-après, sont résumés les résultats de la campagne de mesure pour les particules en suspension PM10, pour la station fixe de Mardyck et les stations fixes de St Pol-sur-Mer et Malo-les-Bains. Seules les mesures de Mardyck et St-Pol-sur-Mer sont des mesures classées en tant que « mesure sous influence industrielle » (la mesure de particules de Malo-les-Bains n'est pas soumise à une influence particulière, c'est une mesure dite « de fond »).

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 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Année civile 2016	Malo-les-Bains	Sans influence, mesure de fond	18,2	67 le 11/03	5
	St Pol-sur-Mer	Industrielle	22,3	66 le 12/05	8
	Mardyck	Industrielle	23,2	92 le 11/03	15
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.

La concentration moyenne annuelle de particules en suspension PM10, relevée à Mardyck, est du même ordre de grandeur que celle relevée à St Pol-sur-Mer, supérieure à la valeur obtenue à Malo-les-Bains (ce qui est cohérent vis-à-vis de l'influence de la mesure). Pour ce qui est des moyennes journalières, l'écart se creuse davantage entre les stations de Mardyck et de St Pol-sur-Mer : 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 St Pol-sur-Mer.

Valeurs réglementaires respectées à Mardyck pour les PM10

1.5.2. Evolution des concentrations horaires

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

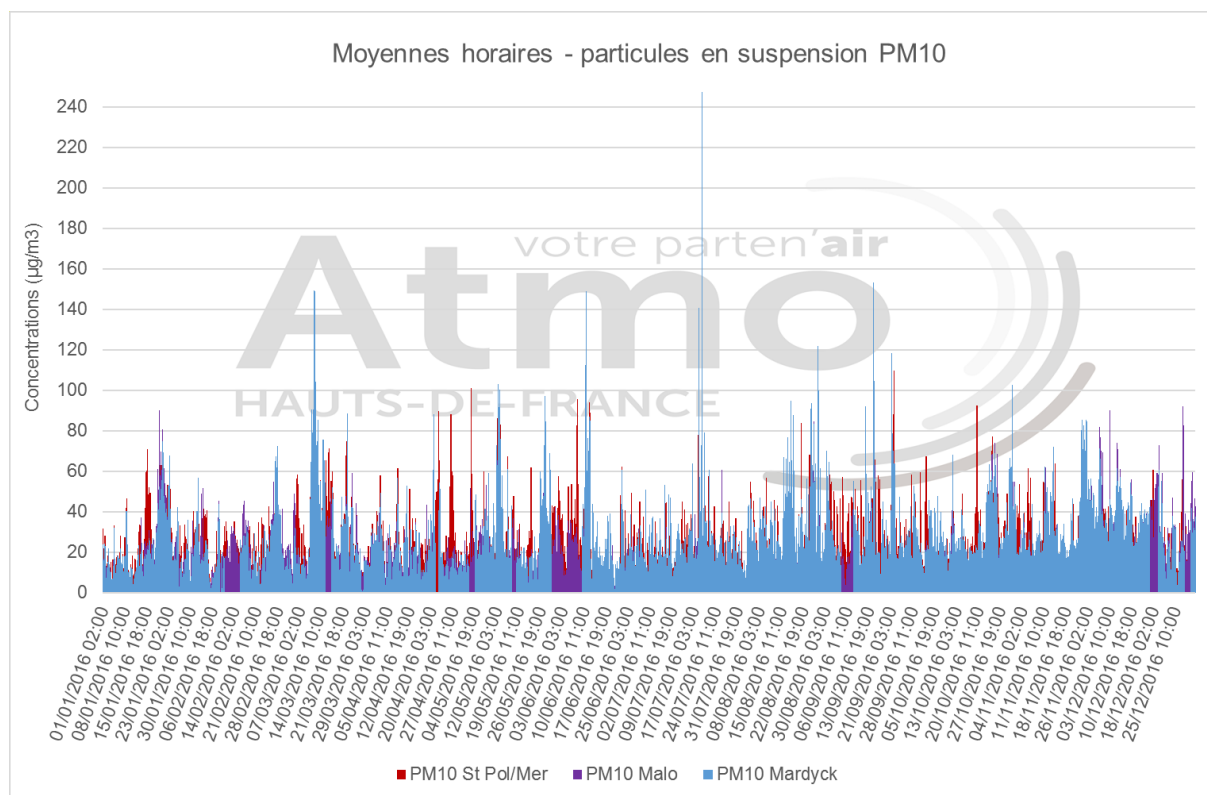


Figure 14 Concentrations moyennes horaires de particules en suspension PM10

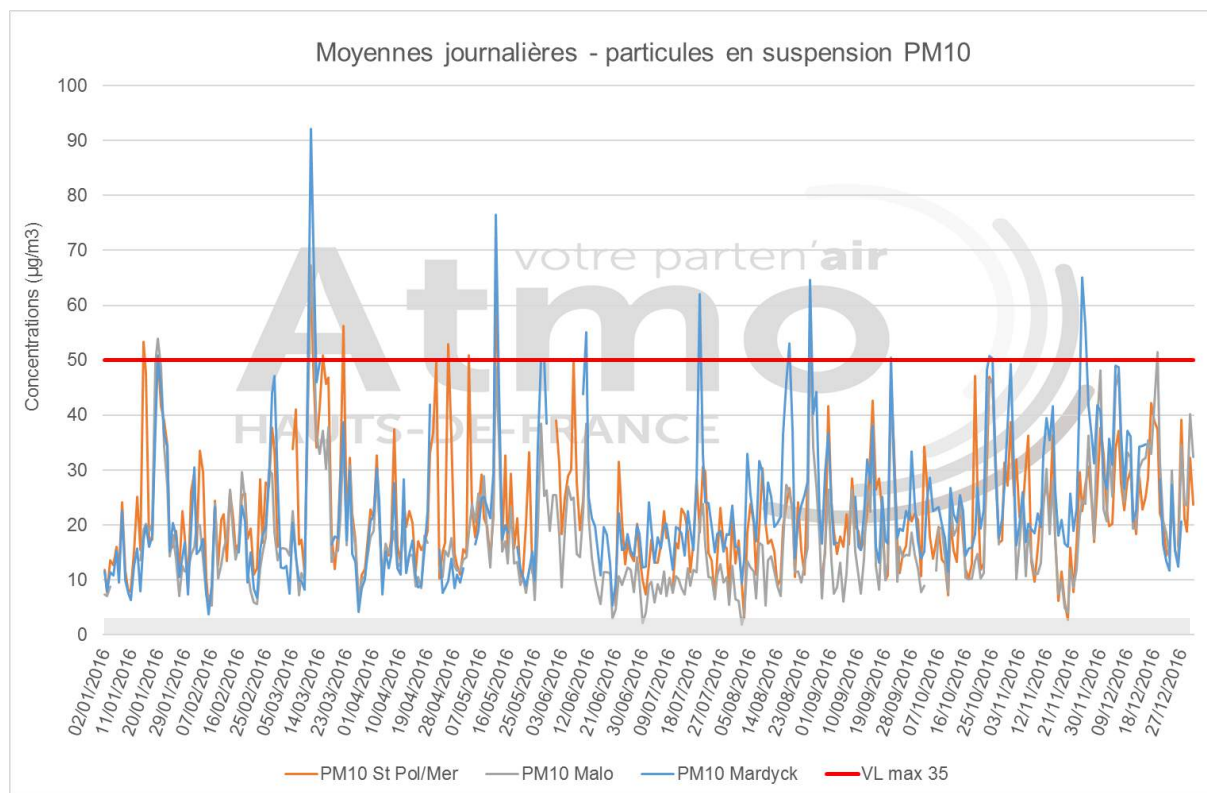


Figure 15 Concentrations moyennes journalières de particules en suspension PM10

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 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 et à Saint-Pol-sur-Mer, qui conduisent à des pics de concentrations plus marqués.

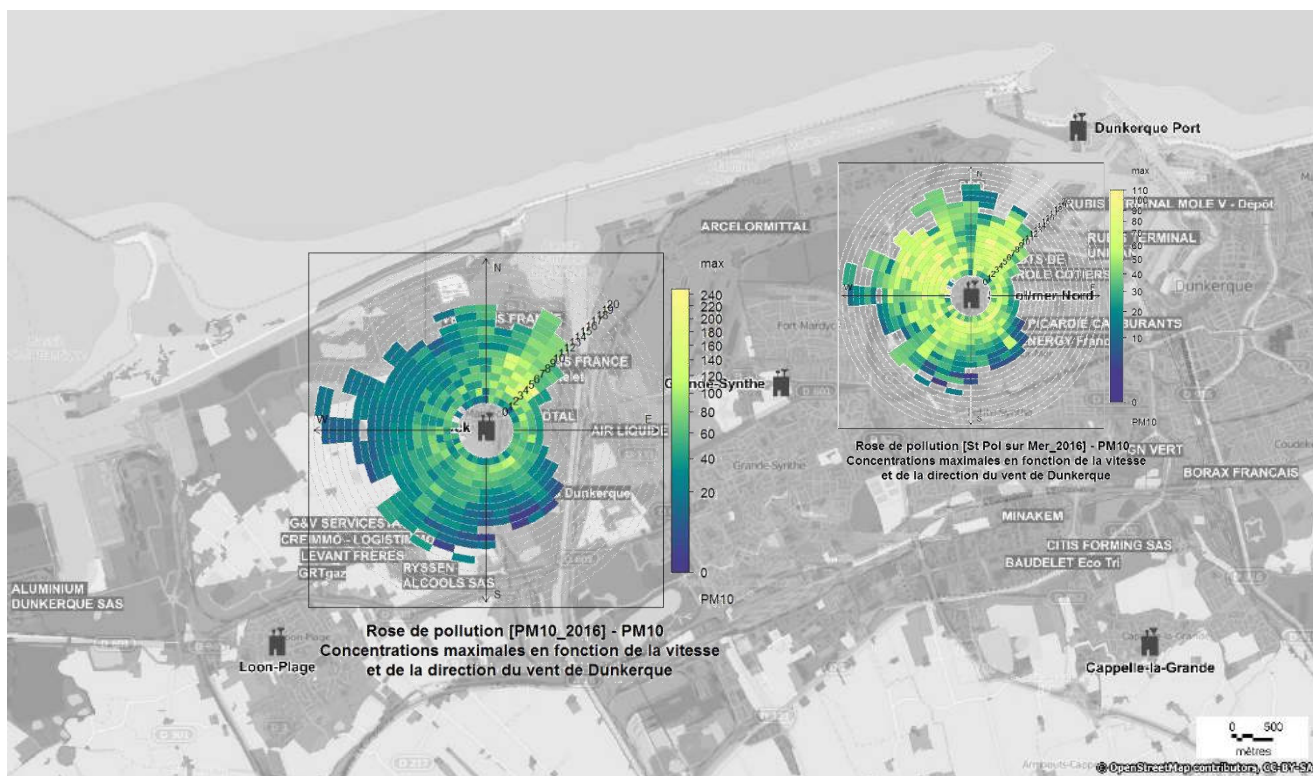


Figure 16 Rose de pollution des particules PM10 selon les concentrations relevées à Mardyck et à St-Pol-sur-Mer en 2016

La rose de pollution illustre la diversité des sources de poussières (industries, trafic, résidentiel/tertiaire, agricole...). En effet, comme pour le dioxyde d'azote, on observe des concentrations modérées sur tous les secteurs de vent. Des concentrations plus élevées sont cependant 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 Saint-Pol-sur-Mer des concentrations plus élevées sur ce secteur, ce qui tend à montrer que cet impact n'est pas local. 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 Saint-Pol-sur-Mer par vent de Nord-Ouest).

1.6. Les BTEX : le benzène (C₆H₆)

En 2016, la mesure automatique des BTEX a enregistré un taux de fonctionnement de 70,4% ce qui empêche la comparaison des moyennes obtenues aux valeurs réglementaires. De même, la mesure par tubes à Malo-les-Bains (mesure hebdomadaire) a elle aussi enregistré un mauvais taux de fonctionnement, les mesures ne sont donc pas, au regard de la réglementation, représentatives de l'année complète.

Afin d'avoir tout de même une valeur de référence, le choix s'est donc porté sur les stations de Boulogne-sur-Mer et de Calais, seules autres stations du littoral où les BTEX ont été mesurés en 2016. A noter qu'il s'agit, pour ces deux stations, de mesures indicatives, non continues, c'est pourquoi elles ont lieu par tubes et non par analyseur automatique, et ne sont donc pas reprises dans les graphiques. Les tubes ont été analysés par le laboratoire LASAIR – AIRPARIF (Paris).

1.6.1. Concentrations moyennes sur l'ensemble de la campagne

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 2016	Calais Berthelot	Fond	0,6	-
	Boulogne-sur-Mer Diderot	Trafic	0,7	-
	Mardyck	Industrielle	NR	119,0 le 13/11/2016 à 11h*
Valeurs réglementaires			5 (valeur limite)	-

NR : Non représentatif

*Sur 70% de l'année

En moyenne, la concentration de benzène pouvant être enregistrée en milieu urbain ou en proximité automobile est très faible, inférieure à 1 µg/m³.

Concernant les mesures ayant eu lieu à Mardyck, le maximum horaire a été relevé en fin d'année, le 13 novembre.

 Mesure non représentative pour le benzène à Mardyck

1.6.2. Evolution des concentrations horaires

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

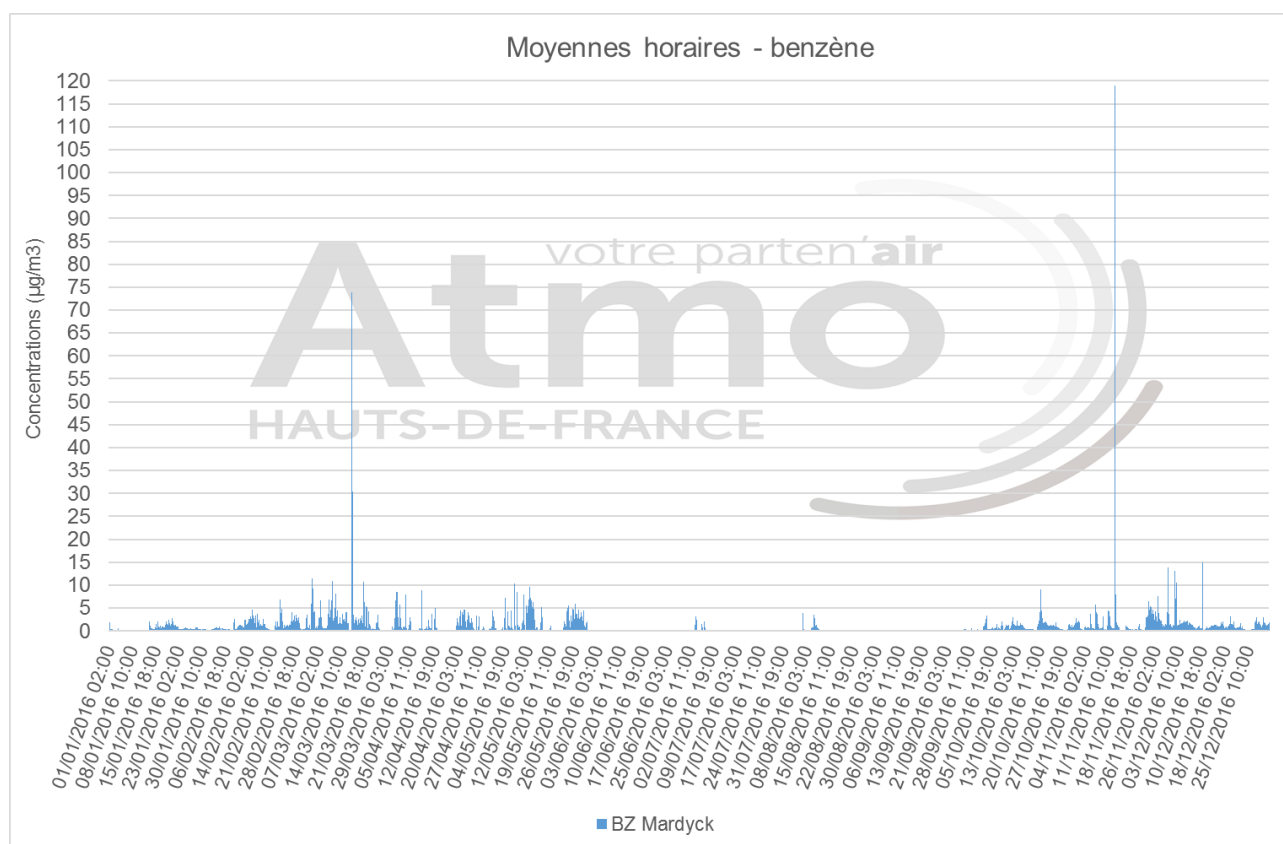


Figure 17 Concentrations moyennes horaires de benzène

Avis et interprétation :

Les concentrations moyennes horaires obtenues en benzène sont du même ordre de grandeur que ce qui est régulièrement observé à Mardyck, néanmoins deux pics importants ont atteint des niveaux historiques : 74 µg/m³ le 17 mars à 18h et 119 µg/m³ le 13 novembre à 11h.

La rose de pollution présentée à la suite montre que ces deux valeurs maximales de concentrations se dégagent des autres valeurs obtenues et indique également que globalement, le benzène, en 2016, 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 10 à 17° et la vitesse est de 7-8 m/s (moyenne horaire). Le second pic a été observé dans des conditions similaires : vitesse de vent passant de 2 à 7 m/s d'une heure à l'autre mais sous une direction différente : avec un angle à 331°. D'après le contexte lié à la période de mesures, on peut attribuer le second pic de concentration au redémarrage de l'activité de Versalis³.

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.

³ Le redémarrage d'activités industrielles après une période d'arrêt se couple à une surémission ponctuelle de polluants, le plus souvent via la torchère.

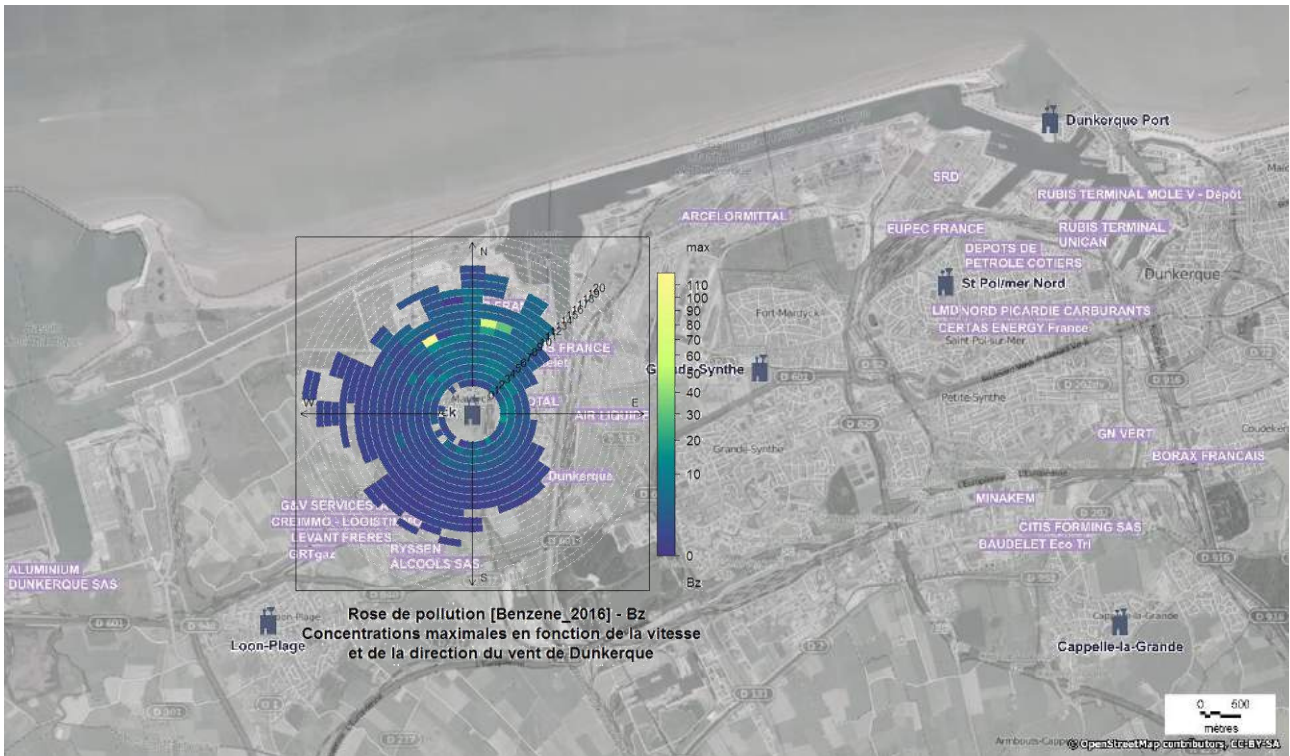


Figure 18 Rose de pollution du benzène selon les concentrations relevées à Mardyck en 2016

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

1.7. Les BTEX : le toluène (C₇H₈)

1.7.1. Concentrations moyennes sur l'ensemble de la campagne

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 2016	Calais Berthelot	Fond	1,3	-
	Boulogne-sur-Mer Diderot	Trafic	1,6	-
	Mardyck	Industrielle	NR	94,3 le 22/04/2016 à 7h*

NR : Non Représentatif

*Sur 70% de l'année

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

1.7.2. Evolution des concentrations horaires

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

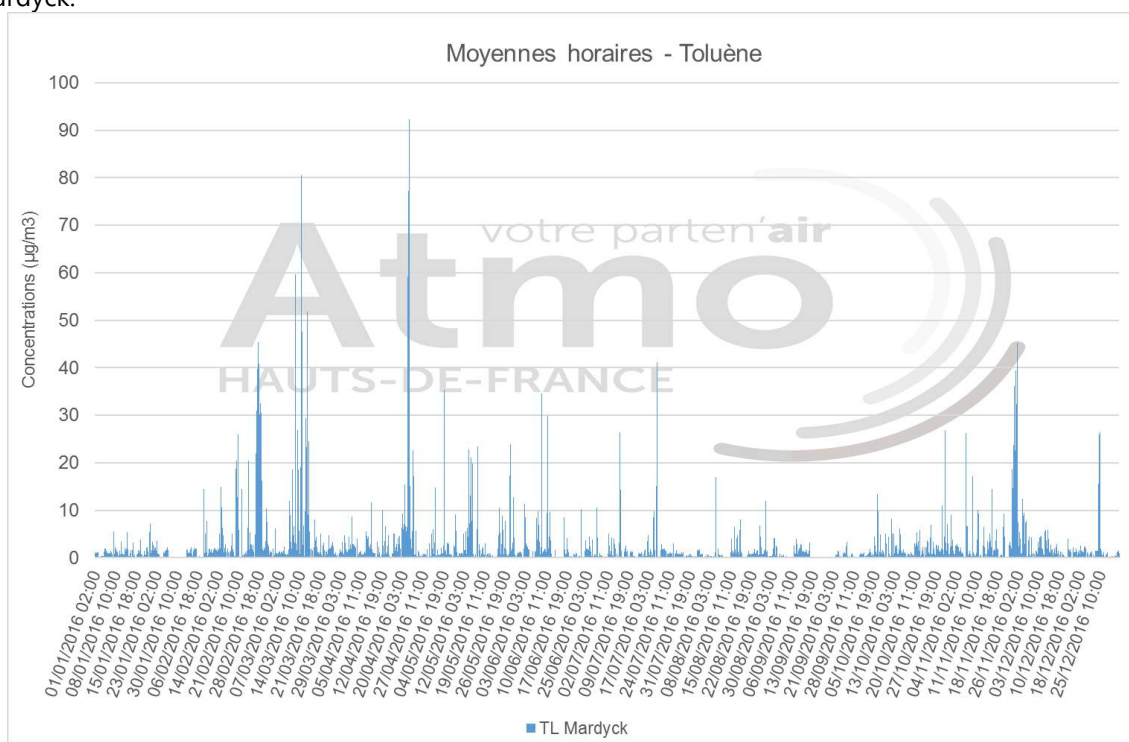


Figure 19 Concentrations moyennes horaires de toluène

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. Le maximum n'a d'ailleurs pas été en fin d'année, comme pour les autres composés de cette même famille de polluants, mais en avril.

La rose de pollution présentée à la suite montre que les concentrations les plus élevées de toluène, en 2016, ont été issues en majorité depuis la direction nord-est, mettant en évidence un secteur d'émissions différent de celui du benzène et englobant le site de Versalis ainsi que les sites sidérurgiques.

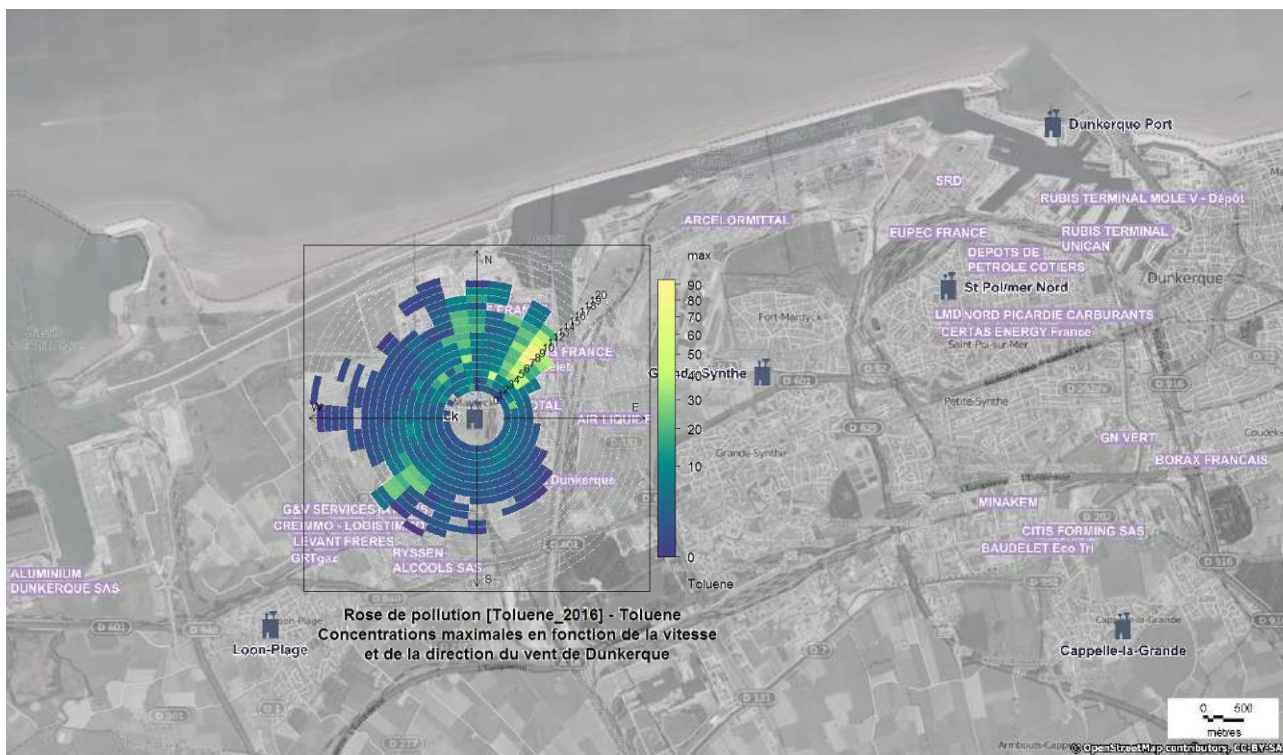


Figure 20 Rose de pollution du toluène selon les concentrations relevées à Mardyck en 2016

1.8. Les BTEX : l'éthylbenzène (C₈H₁₀)

1.8.1. Concentrations moyennes sur l'ensemble de la campagne

Dans le tableau ci-après, sont résumés les résultats de la campagne de mesure pour 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 2016	Calais Berthelot	Fond	0,2	-
	Boulogne-sur-Mer Diderot	Trafic	0,3	-
	Mardyck	Industrielle	NR	23,0 le 29/11/2016 à 18h*

NR : Non Représentatif

*Sur 70% de l'année

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

1.8.2. Evolution des concentrations horaires

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

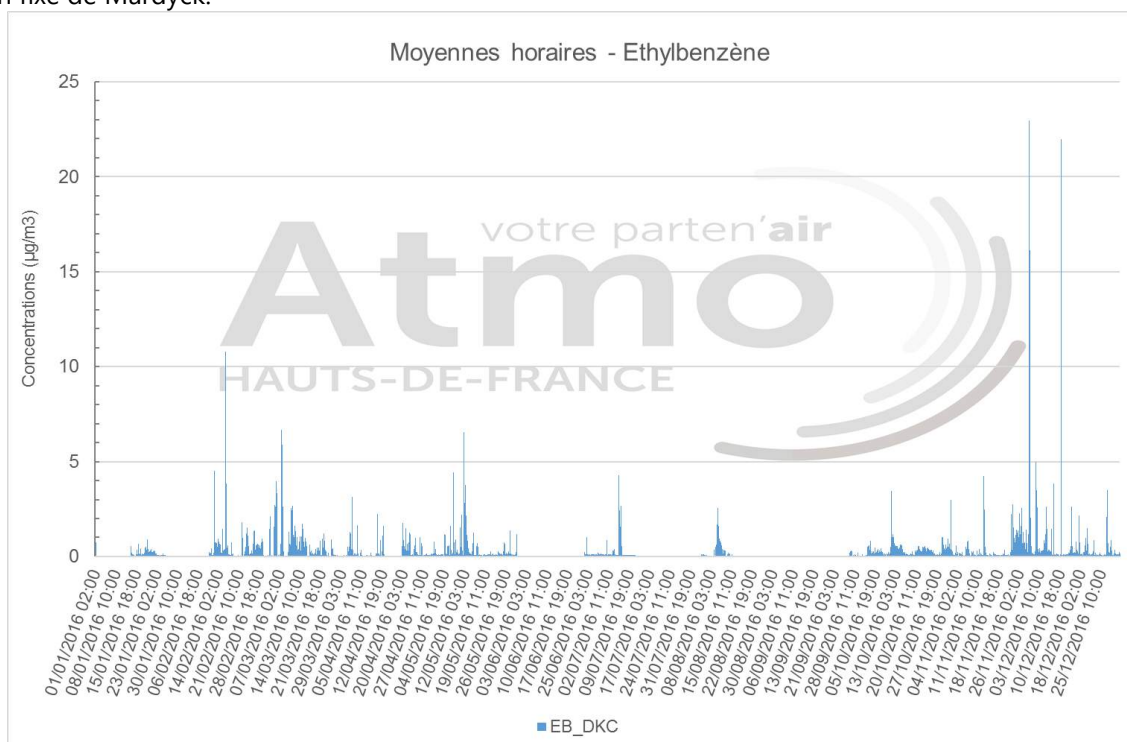


Figure 21 Concentrations moyennes horaires d'éthylbenzène

Avis et interprétation :

Les concentrations en éthylbenzène observées à Mardyck se comportent globalement comme celles obtenues pour le benzène et les xylènes. La rose de pollution montre que les valeurs les plus élevées ont été obtenues par vent de nord-ouest et par vent d'est, et est similaires aux roses obtenues pour les xylènes.

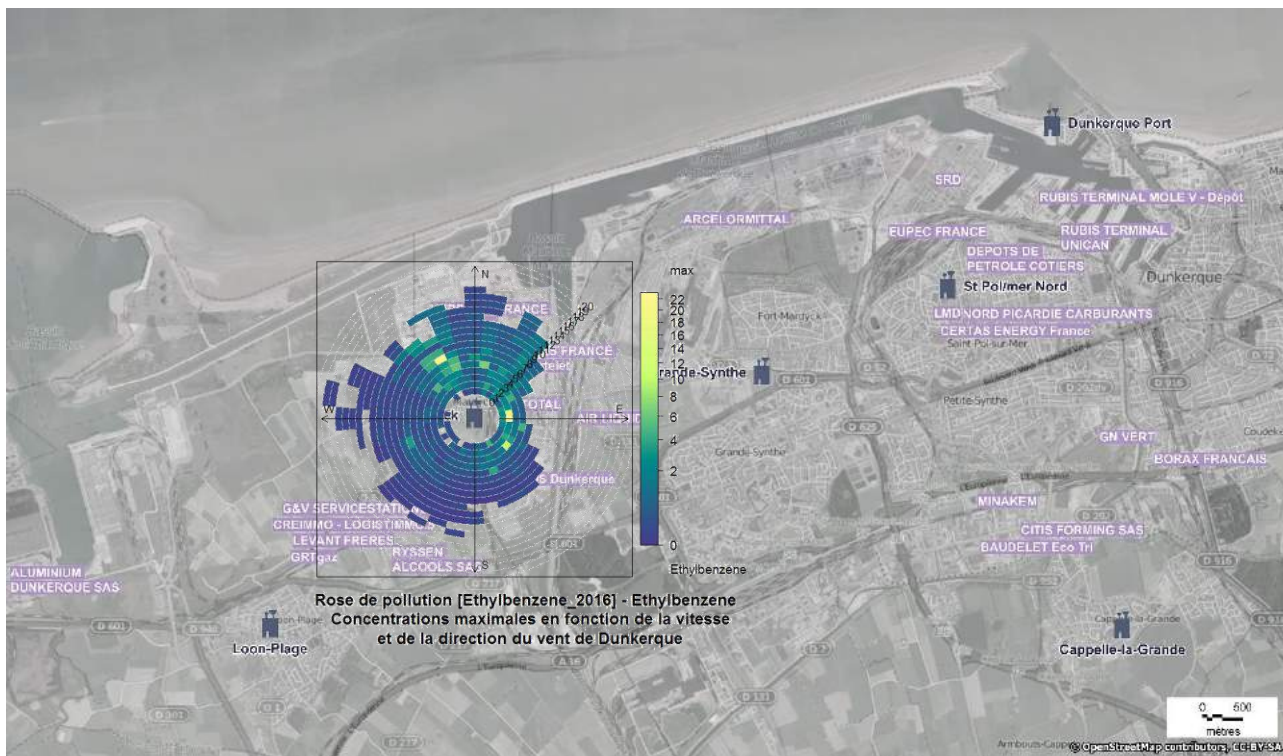


Figure 22 Rose de pollution de l'éthylbenzène selon les concentrations relevées à Mardyck en 2016

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

1.9.1. 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	(m+p)-xylènes (C ₈ H ₁₀)	
			Concentration moyenne (µg/m ³)	Valeur horaire maximale (µg/m ³)
Année civile 2016	Calais Berthelot	Fond	0,3	-
	Boulogne-sur-Mer Diderot	Trafic	0,6	-
	Mardyck	Industrielle	NR	61,8 le 29/11/2016 à 18h*

NR : Non Représentatif

*Sur 70% de l'année

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

1.9.2. 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.

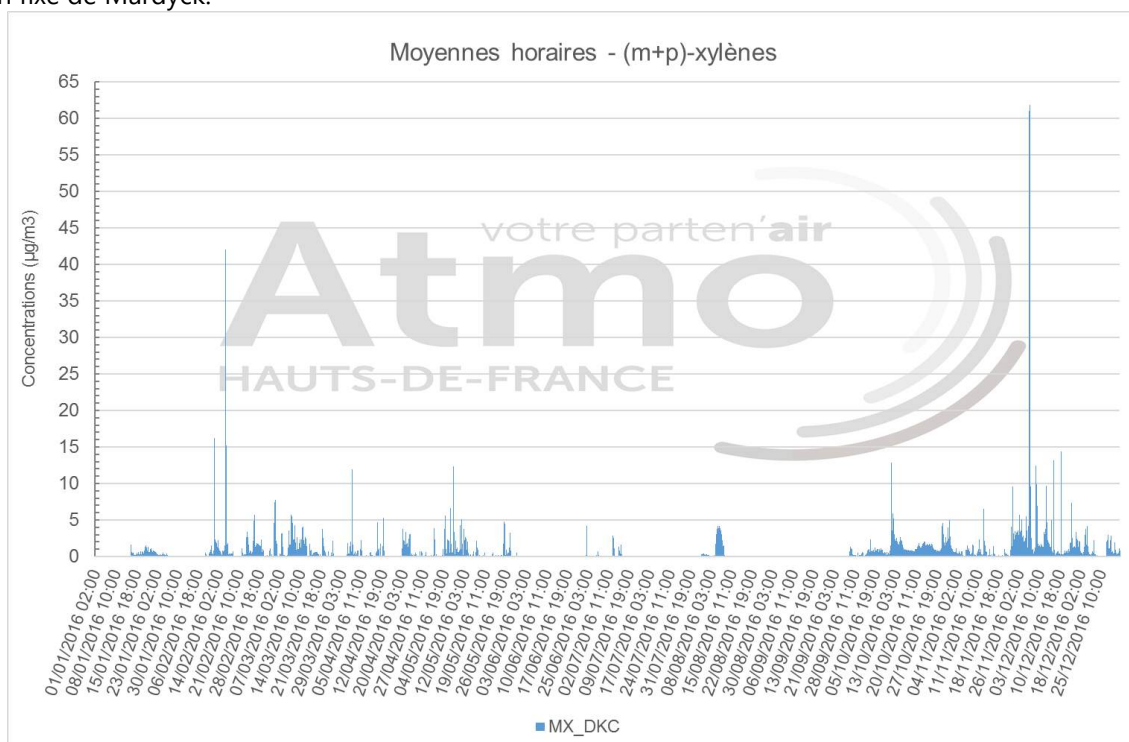


Figure 23 Concentrations moyennes horaires de (m+p)-xylènes

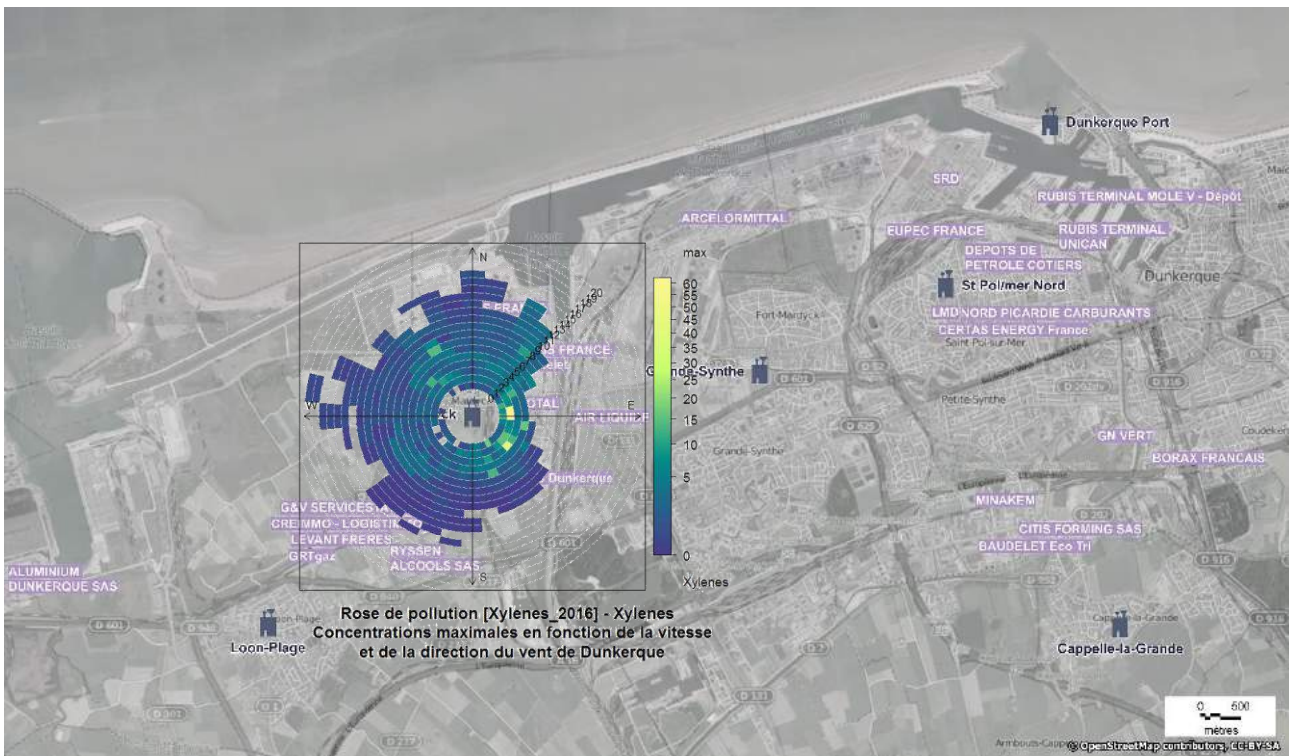


Figure 24 Rose de pollution des (m+p)- xylènes selon les concentrations relevées à Mardyck en 2016

Avis et interprétation :

Les concentrations en (m+p)-xylènes observées à Mardyck sont globalement, restées faibles, excepté en fin d'année où les concentrations se sont élevées. Les valeurs maximales ont été recensées par vent d'est, une direction favorisant l'apport des émissions l'Établissement des Flandres vers la station de mesures.

1.10. Les BTEX : l'o-xylène (C₈H₁₀)

1.10.1. 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 2016	Calais Berthelot	Fond	0,1	-
	Boulogne-sur-Mer Diderot	Trafic	0,3	-
	Mardyck	Industrielle	NR	27,2 le 02/12/2016 à 4h*

NR : Non Représentatif

*Sur 70% de l'année

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

1.10.2. 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.

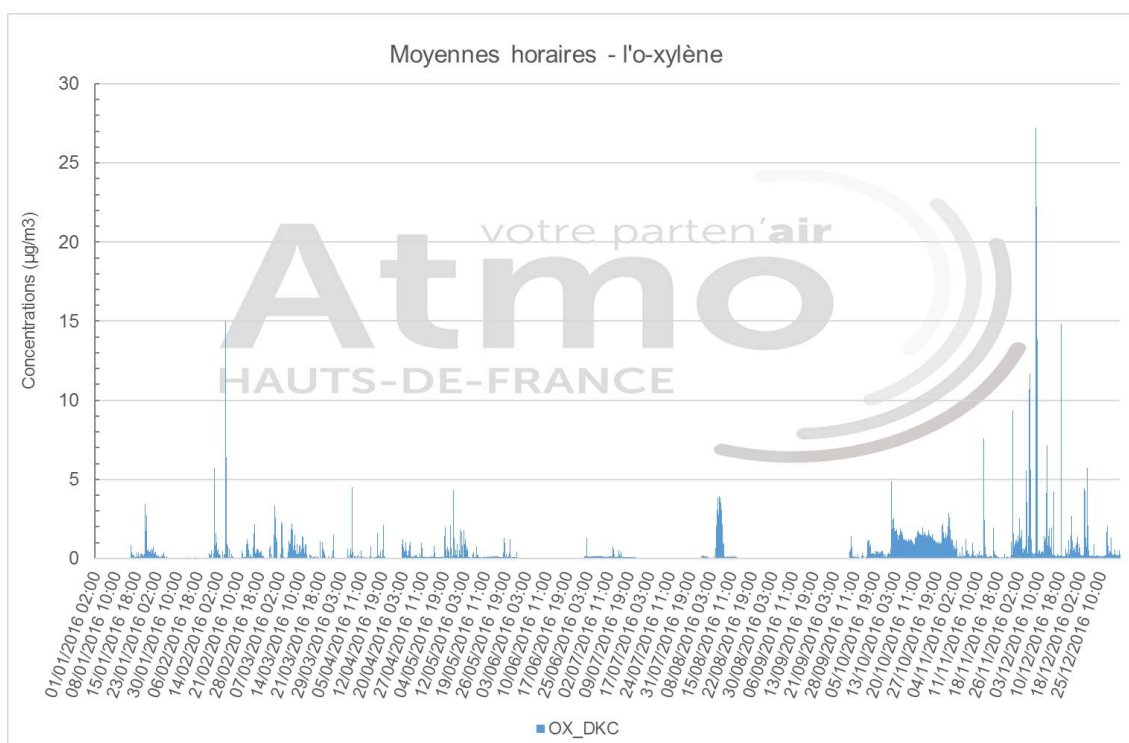


Figure 25 Concentrations moyennes horaires de l'o-xylène

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. 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 (direction non prédominante pour les (m+p)-xylènes). Certaines pointes ont été aussi enregistrées par vent d'est, où se trouve l'Etablissement des Flandres.

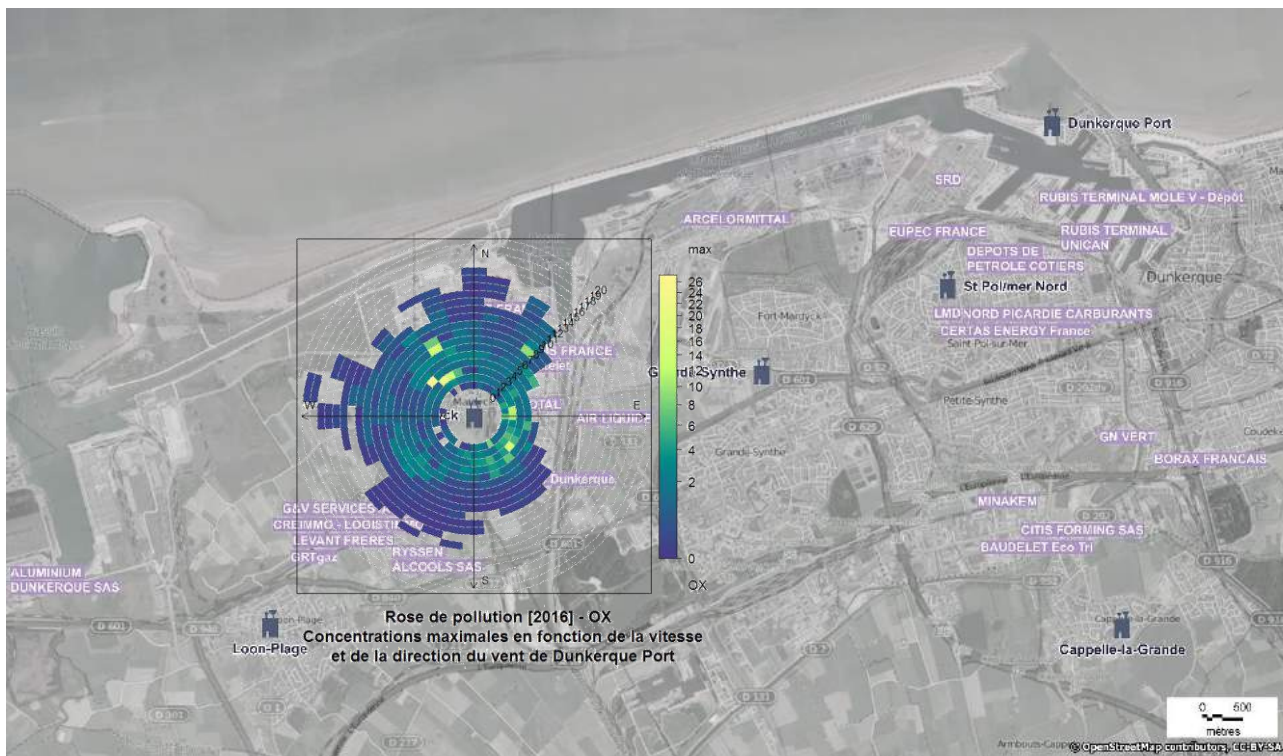


Figure 26 Rose de pollution de l'o-xylène selon les concentrations relevées à Mardyck en 2016

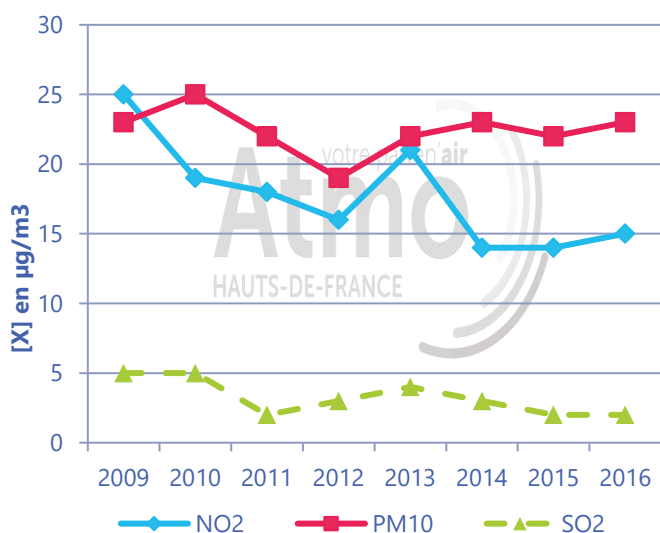
Au regard des campagnes précédentes

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

« NR » Mesures non représentatives

« ● » Oui

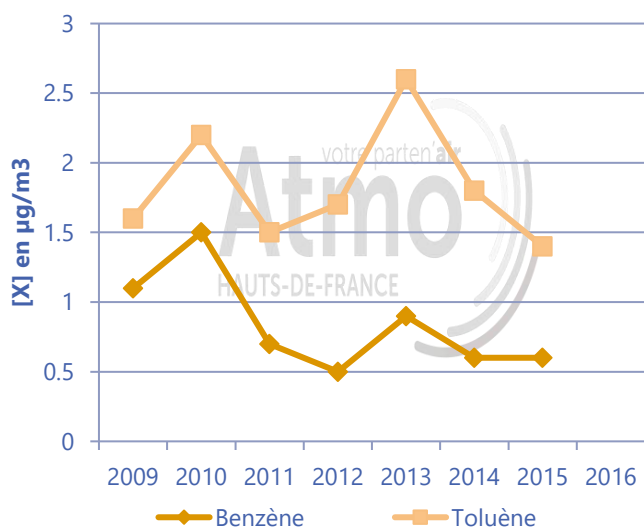
« ● » Non



En 2016, les concentrations en particules en suspension PM10, en dioxyde d'azote et en dioxyde de soufre respectent les valeurs réglementaires à Mardyck.

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

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



En 2016, les concentrations moyennes ne sont pas représentatives de l'année complète du fait d'un taux de fonctionnement <85 % (taux minimum exigé par la réglementation). De ce fait, la moyenne de benzène ne peut être confrontée à la valeur réglementaire.

Figure 27 : Evolution des concentrations moyennes depuis 2009

Conclusion et perspectives

Cette nouvelle année de suivi de la qualité de l'air à Mardyck, en proximité industrielle, dans l'environnement proche des sites de Versalis France et Etablissement des Flandres (appartenant à Total Raffinage France) précise les résultats obtenus par la station de mesures de Mardyck en 2016.

Globalement, le secteur d'études a bénéficié, en 2016, 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 non élevées 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 montrent également des influences diverses, avec cependant un apport issu de la zone sidérurgique visible sur les concentrations globales relevées à Mardyck.

Toutes les valeurs réglementaires ont été respectées pour ces trois polluants.

Les mesures de benzène, toluène, éthylbenzène et xylènes, ne sont pas représentatives en 2016 et ne peuvent donc pas être confrontées aux valeurs réglementaires. Néanmoins, sur les 70% de mesures exploitables, l'influence de Versalis se retrouve, en particulier sur les concentrations maximales observées. Ces pics ont en effet atteint des valeurs exceptionnellement élevées en fin d'année et sont liés au redémarrage de l'activité, laquelle avait cessé durant 2 mois. A noter que durant ces deux mois où l'industrie a cessé de fonctionner pour de grosses opérations de maintenance, les concentrations de BTEX ne sont pas tombées à zéro, preuve qu'il existe un bruit de fond lié à d'autres sources de ce polluant dans ce secteur.

L'influence de l'Etablissement des Flandres a elle aussi été visible, dans une moindre mesure, où une pointe a été relevée sous le vent de ce site industriel.

La surveillance de la qualité de l'air se poursuit en 2017 à Mardyck, en collaboration avec Versalis France. L'Etablissement des Flandres qui n'a plus d'obligation de suivi se concentre désormais sur le test d'une nouvelle activité, baptisée « BioTfuel », laquelle devrait voir le jour fin 2017 (transformation, par voie thermochimique, de la biomasse lignocellulosique (paille, résidus forestiers, cultures dédiées...) en biocarburants afin de développer une chaîne complète de procédés pour produire du biogazole et du biokérosène de 2^{ème} génération⁴).

Atmo Hauts-de-France continuera de suivre en 2017 les mêmes composés, grâce notamment à la mise en place d'un nouvel analyseur de BTEX de dernière génération, afin de renouveler l'appareil existant et ainsi, de palier à l'absence de données liée aux opérations de maintenance de l'appareil.

⁴ Source : <http://www.total.com/fr/expertise-energies/projets/bioenergies/biotfuel-convertir-residus-vegetaux-carburant>

Annexes

Annexe 1 : Glossaire

µg/m³ : microgramme par mètre cube. $1 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 0,001 \text{ mg}/\text{m}^3 = 0,001$ milligramme de polluant par mètre cube d'air.

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

AASQA : Association Agréée de 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

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.

NO₂ : dioxyde d'azote.

NO_x : oxydes 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.

SO₂ : dioxyde de soufre.

Annexe 2 : Modalités de surveillance

Les stations de mesures

En 2016, la région Hauts-de-France comptait **62 sites de mesures fixes de la qualité de l'air** (cf. site atmo-hdf.fr⁵) 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 recommandations⁶ 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).*

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.

⁵ <http://www.atmo-hdf.fr/accéder-aux-données/mesures-des-stations.html>

⁶ 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

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 EN 14211). Pour les **particules (PM10 et PM2.5)**, les méthodes utilisées (conforme à la NF EN 16450) sont équivalentes à la méthode de référence par pesée gravimétrique (normes EN 12341 pour les PM10 et EN 14907 pour les PM2.5). Ces méthodes sont : ⁷ : microbalance par évaluation de la variation d'une fréquence de vibration du quartz et 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 EN 14626). L'analyse du **dioxyde de soufre** s'effectue par fluorescence du rayonnement ultraviolet (norme EN 14212). L'**ozone** est mesuré par photométrie ultraviolet (norme 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 EN 14902), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (norme EN 15549), les dioxines, les furanes, les polychlorobiphényles dioxin like (PCB DL), les pesticides, le carbone élémentaire, les ions inorganiques, le levoglucosan...



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

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).

⁷ Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air

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...
- 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 nos soins à partir de cahiers des charges élaborés suivants des critères normatifs et réglementaires et tarifaires

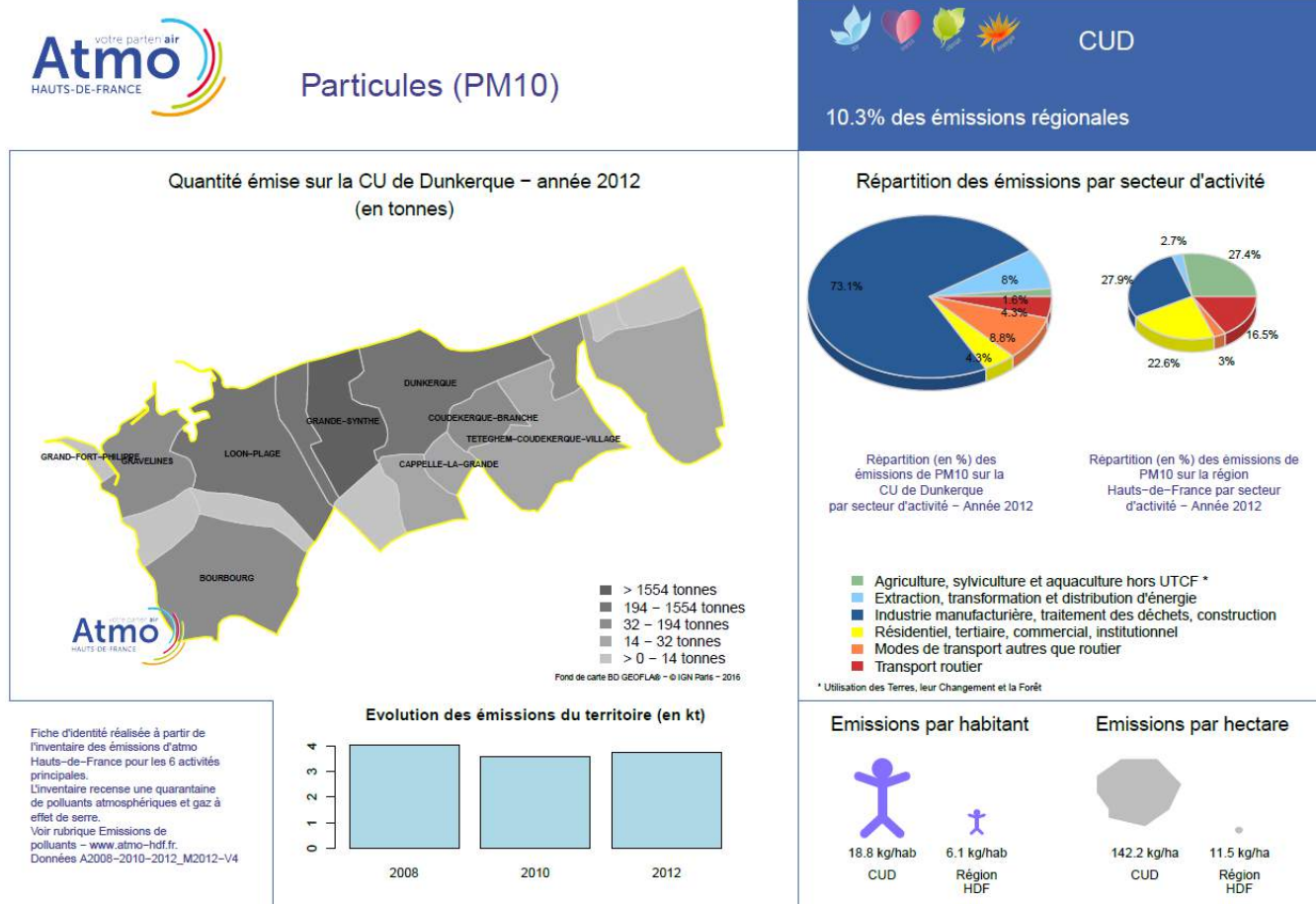


Annexe 3 : Fiches des émissions de polluants

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 méthodologique⁸.

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

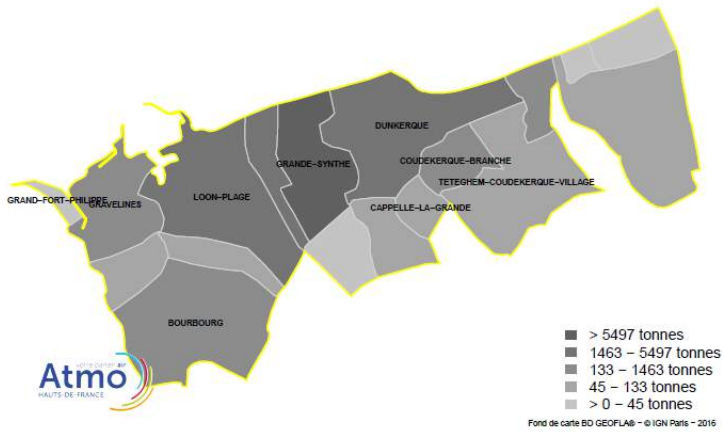
- l'extraction, la transformation et la distribution d'énergie d'une part,
- l'industrie manufacturière, le traitement des déchets et la construction d'autre part.



⁸ 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 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-V4

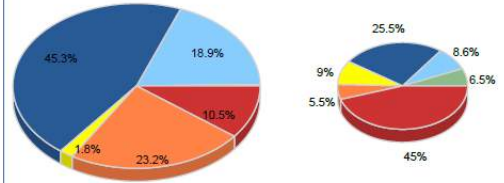
Evolution des émissions du territoire (en kt)



CUD

12.7% des émissions régionales

Répartition des émissions par secteur d'activité



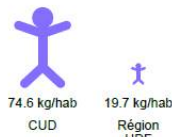
Répartition (en %) des émissions de NOx sur la CU de Dunkerque par secteur d'activité – Année 2012

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

- Agriculture, sylviculture et aquaculture hors UTFC *
- 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

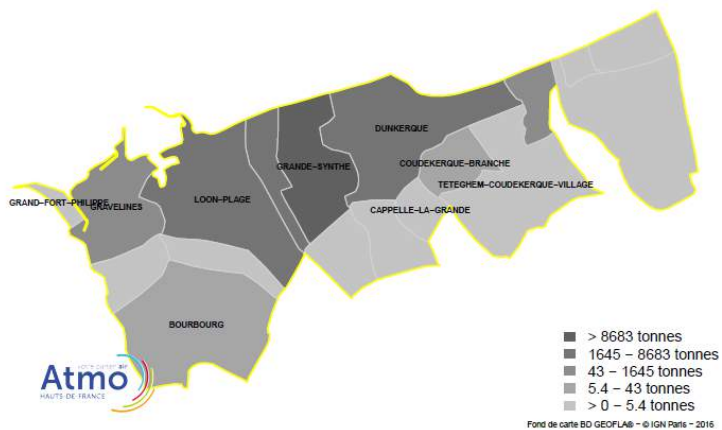


Emissions par hectare



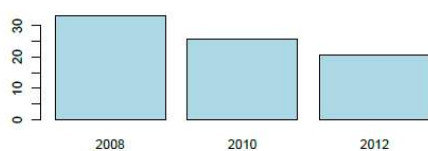
Dioxyde de soufre (SO2)

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



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-V4

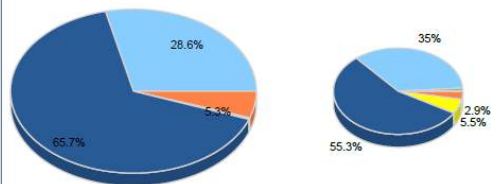
Evolution des émissions du territoire (en kt)



CUD

40.8% des émissions régionales

Répartition des émissions par secteur d'activité



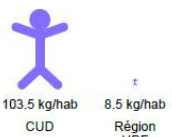
Répartition (en %) des émissions de SO2 sur la CU de Dunkerque par secteur d'activité – Année 2012

Répartition (en %) des émissions de SO2 sur la région Hauts-de-France par secteur d'activité – Année 2012

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

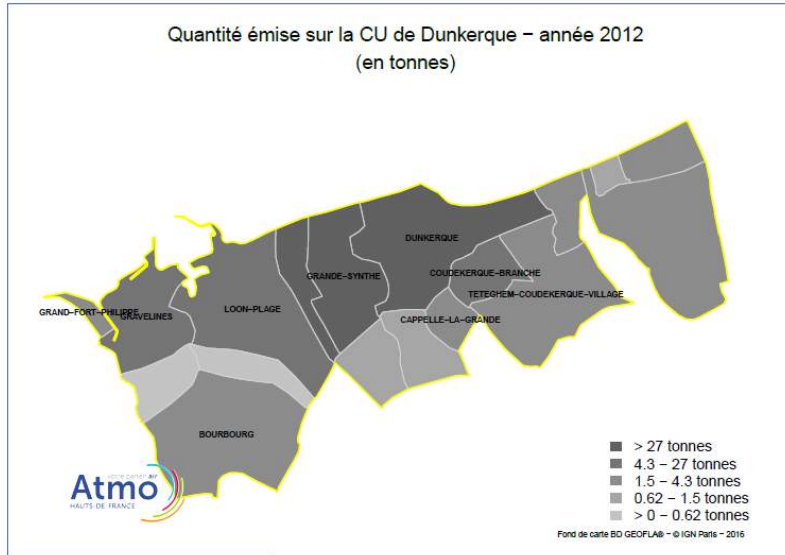
* Utilisation des Terres, leur Changement et la Forêt

Emissions par habitant



Emissions par hectare





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-V4



CUD

5.1% des émissions régionales

Répartition des émissions par secteur d'activité

Répartition (en %) des émissions de C6H6 sur la CU de Dunkerque par secteur d'activité - Année 2012

Secteur	Parten
Extraction, transformation et distribution d'énergie	40.8%
Résidentiel, tertiaire, commercial, institutionnel	34.7%
Industrie manufacturière, traitement des déchets, construction	17.3%
Modes de transport autres que routier	4.3%
Transport routier	2.6%
Agriculture, sylviculture et aquaculture hors UTCE *	0%

Répartition (en %) des émissions de C6H6 sur la région Hauts-de-France par secteur d'activité - Année 2012

Secteur	Parten
Extraction, transformation et distribution d'énergie	3.5%
Résidentiel, tertiaire, commercial, institutionnel	3.3%
Industrie manufacturière, traitement des déchets, construction	1.9%
Modes de transport autres que routier	0%
Transport routier	85.8%
Agriculture, sylviculture et aquaculture hors UTCE *	0%

* Utilisation des Terres, leur Changement et la Forêt

Emissions par habitant

0.7 kg/hab CUD vs 0.5 kg/hab Région HDF

Emissions par hectare

5.5 kg/ha CUD vs 0.9 kg/ha Région HDF

Annexe 4 : Résultats métrologiques

Taux de fonctionnement des appareils

Taux de fonctionnement obtenus pour les mesures automatiques pour l'ensemble de l'année 2016.

	Site de Mesures	Influence	Taux de fonctionnement
PM10	Mardyck	Industrielle	91 %
	St Pol-sur-Mer	Industrielle	94,1 %
	Dunkerque Malo	Sans influence, mesure de fond	95,3 %
SO2	Mardyck	Industrielle	90,8 %
	St Pol-sur-Mer	Industrielle	95,5 %
	Loon-Plage	Industrielle	96,6 %
	Dunkerque Malo	Industrielle	92,8 %
NOx	Mardyck	Industrielle	89,6 %
	St Pol-sur-Mer	Industrielle	98,5 %
	Cappelle-la-Grande	Sans influence, mesure de fond	98,4 %
BTEX	Mardyck	Industrielle	70,4 %

La moyenne annuelle d'une mesure est considérée comme représentative si son taux de fonctionnement dépasse 90% comme précisé dans la directive européenne 2008/50/CE. Ce pourcentage est calculé comme le nombre de moyennes horaires présentes sur le nombre de moyennes horaires théoriques sur la période considérée. Une tolérance de 5% est admise pour prendre en compte l'absence de mesures consécutive à la maintenance des appareils.

La politique d'Atmo Hauts-de-France est d'assurer le fonctionnement d'une mesure sans pour autant dédier un appareil donné à chaque mesure. Cela se traduit par une rotation d'appareil au rythme des réparations et maintenances qui n'a pas d'impact sur la qualité des mesures. Néanmoins, nous privilégions, pour cette station, l'utilisation des appareils qui ont été achetés dans le cadre de cette surveillance. La fiabilité des appareils est vérifiée par des tests annuels prenant en compte leurs propriétés métrologiques (linéarité, répétabilité, temps de réponse et rendement du four de conversion pour les analyseurs d'oxydes d'azote). Ces tests sont menés en conformité avec les normes CEN qui régissent les mesures réglementaires des polluants atmosphériques. Le rapport des tests est joint en fin de document. Pour les analyseurs de BTX qui utilisent une méthode de

mesure différente, de tels tests ne sont pas développés actuellement en interne. Ils font néanmoins l'objet d'une révision annuelle poussée.

Les appareils équipant la station de Mardyck ont donc été remplacés comme ci-dessous, dans le cadre des opérations de maintenance ayant eu lieu tout le long de l'année 2016.

Oxydes d'azote

Appareil titulaire : analyseur modèle AC32M de chez Environnement SA référencé NX_2M_09 datant d'octobre 2008

Date	Etat	Commentaire
Jusqu'au 21/04/16	En service	Appareil NX_2M_09 à Mardyck
27/04/2016	Maintenance et tests métrologiques sur NX_2M_09	Maintenance annuelle de l'appareil NX_2M_09
21/04/16 à fin d'année	En service	Appareil NX_2M_02 à Mardyck

BTX

Appareil titulaire : analyseur Airmotec modèle BTX1000 PID référencé BX_A7_02

Atmo Hauts-de-France dispose de 3 analyseurs de même modèle de marque Chromatotec et de 2 analyseurs de marque Environnement SA modèle BTX71M non certifiés de type. Ce dernier modèle a été installé en station pour pallier aux pannes des appareils titulaires. Malgré ces remplacements, la surveillance a été interrompue à 2 reprises en juin et en septembre 2016.

06/10/15 au 13/01/16	BX_A7_02
Du 13/01 au 01/06/16	BX_1P_02
Du 01/06 au 23/06/16	Absence d'appareil
Du 23/06 au 04/08/16	BX_A7_03
Du 04/08 au 31/08/16	BX_1P_02
Du 31/08 au 13/09/16	Absence d'appareil
Du 13/09 à fin d'année	BX_1P_02

Réglage des appareils

Oxydes d'azote

A partir de 2011, Atmo Hauts-de-France a modifié sa politique de réglage des appareils de mesure en utilisant les moyens de contrôle interne aux appareils pour la mesure des oxydes d'azote, dioxyde de soufre et ozone afin d'anticiper l'application des normes CEN de 2012 gérant la surveillance de la qualité de l'air. Pour les oxydes d'azote, c'est la norme EN 14211 qui s'applique. Ainsi, l'analyseur d'oxydes d'azote présent à Mardyck dispose d'un banc à perméation interne. Ce dispositif permet d'envoyer dans le système de mesure une certaine quantité de gaz NO₂ qui va être analysé par l'appareil. Cette opération est réalisée tous les 2 à 3 jours et la réponse obtenue est suivie sur une carte de contrôle et fait l'objet d'une supervision quotidienne. Lorsque la réponse s'écarte de plus de 5% de la consigne, une opération de contrôle avec une bouteille certifiée est déclenchée. Cette surveillance plus serrée permet d'espacer les réglages systématiques tous les 3 mois. Egalement, la ligne de prélèvement doit être vérifiée tous les 6 mois afin de s'assurer de l'absence de perte de polluant dans la ligne.

Les résultats de réglage de l'analyseur d'oxydes d'azote sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Date	26/01/16	17/02/16	21/04/16	18/05/16	28/06/16	15/07/16
Ecart NO %	5,4%	1,4%	3,5% Echange app	-6,6%	10,7%	2,1%
Ecart NOx %	5,5%	3,0%	3,4%	-6,7%	10,9%	1,9%
Date	25/08/16	11/10/16	02/11/16	13/12/16	28/12/16	
Ecart NO %	2,6%	-15,5%	5,2%	9,3%	1,9%	
Ecart NOx %	3,2%	-15,6%	5,3%	9,8%	1,8%	

Une dérive importante de la mesure a été corrigée lors du réglage du 11 octobre. Cet écart conduit à l'invalidation de la période de données du 23 septembre au 11 octobre pour appliquer nos règles de qualité de mesure.

Résultats du test métrologique de l'analyseur NX_2M_09

Linéarité

Concentration injectée ppb	Moyenne lecture ppb	Ecart relatif max (%) sauf pour zéro	Tolérance de l'écart relatif en valeur absolue
0	0.2	0.2	+/-5ppb
102.4	100.5	0.0	4%
197.2	194.2	-0.3	4%
406.1	401.5	-0.2	4%
595.3	589.3	-0.2	4%
932.0	926.9	0.2	4%

Répétabilité

Concentration injectée ppb	Moyenne lecture ppb	Répétabilité standard (ppb)	Tolérance (ppb)
0	0.3	0.1	1
102.4	100.5	0.4	3

Rendement du four de conversion

NO injecté (ppb)	O3 injecté (ppb)	Réponse en NO	Réponse en NO2	Rendement four
600	-	594.3	-0.6	99.5 %
		377.7	213.5	
		480.8	111	
	-	595.2	-2.4	100.8 %

Résultats du test métrologique de l'analyseur NX_2M_02

Linéarité

Concentration injectée ppb	Moyenne lecture ppb	Ecart relatif max (%) sauf pour zéro	Tolérance de l'écart relatif en valeur absolue
0	0.1	0.1	+/-5ppb
102.4	100.4	-0.3	4%
197.2	193.5	0.0	4%
406.1	396.9	-0.2	4%
595.3	586.2	0.5	4%
932.0	910.8	-0.2	4%

Répétabilité

Concentration injectée ppb	Moyenne lecture ppb	Répétabilité standard (ppb)	Tolérance (ppb)
0	0.1	0.3	1
102.4	100.7	0.5	3

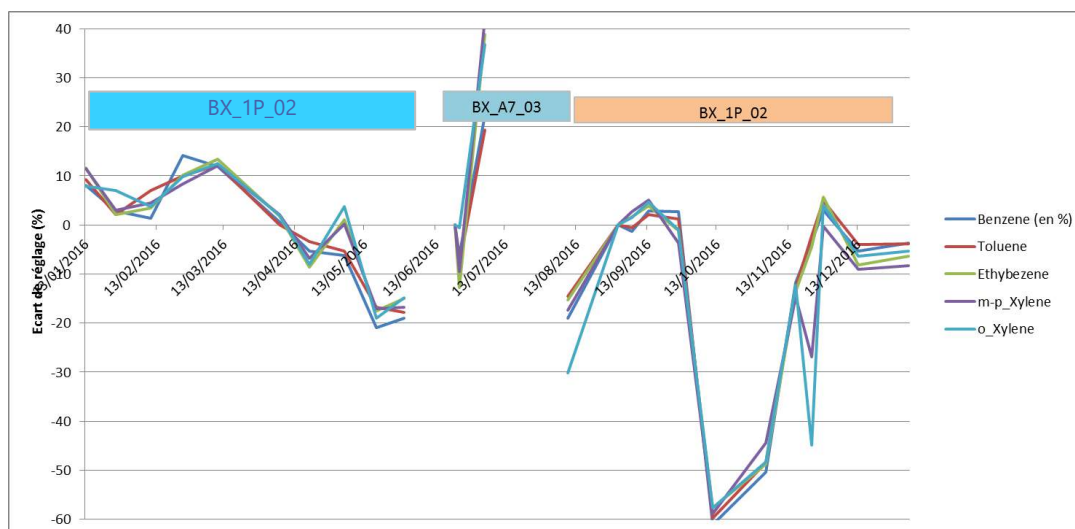
Rendement du four de conversion

NO injecté (ppb)	O3 injecté (ppb)	Réponse en NO	Réponse en NO2	Rendement four
600	-	579.8	2	98.9 %
	-	369	210.5	
	-	589.7	-3.5	99 %
	-	470	115	

Les tests métrologiques indiquent donc des réponses satisfaisantes des appareils.

BTX

Cet analyseur de BTX repose sur le principe de la séparation des composés organiques volatils (COV) par chromatographie en phase gazeuse et par détection/mesure des composés sur le principe de la photo-ionisation (PID). De par son utilisation en air ambiant (gamme de concentration assez faible), notre choix s'est porté sur ce type de détecteur, plus sensible qu'un détecteur par ionisation de flamme (FID) mais dont la dérive dans le temps est plus forte. Le taux de dérive est proche de 1% par jour. Aussi, pour minimiser les dérives, la fréquence de réglage est ramenée à 15 jours. Le graphe ci-après reprend les écarts mesurés lors du réglage de l'appareil avec une bouteille dont nous connaissons la concentration des 5 composés.



Le premier appareil installé jusqu'au 1 juin a donné des résultats corrects jusqu'à sa panne. Son remplaçant a vite montré un mauvais fonctionnement et a dû être remplacé par l'appareil d'origine. Celui-ci a bien fonctionné sauf au cours de la seconde moitié d'octobre pour laquelle la dérive a été très importante.

Annexe 5 : 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.

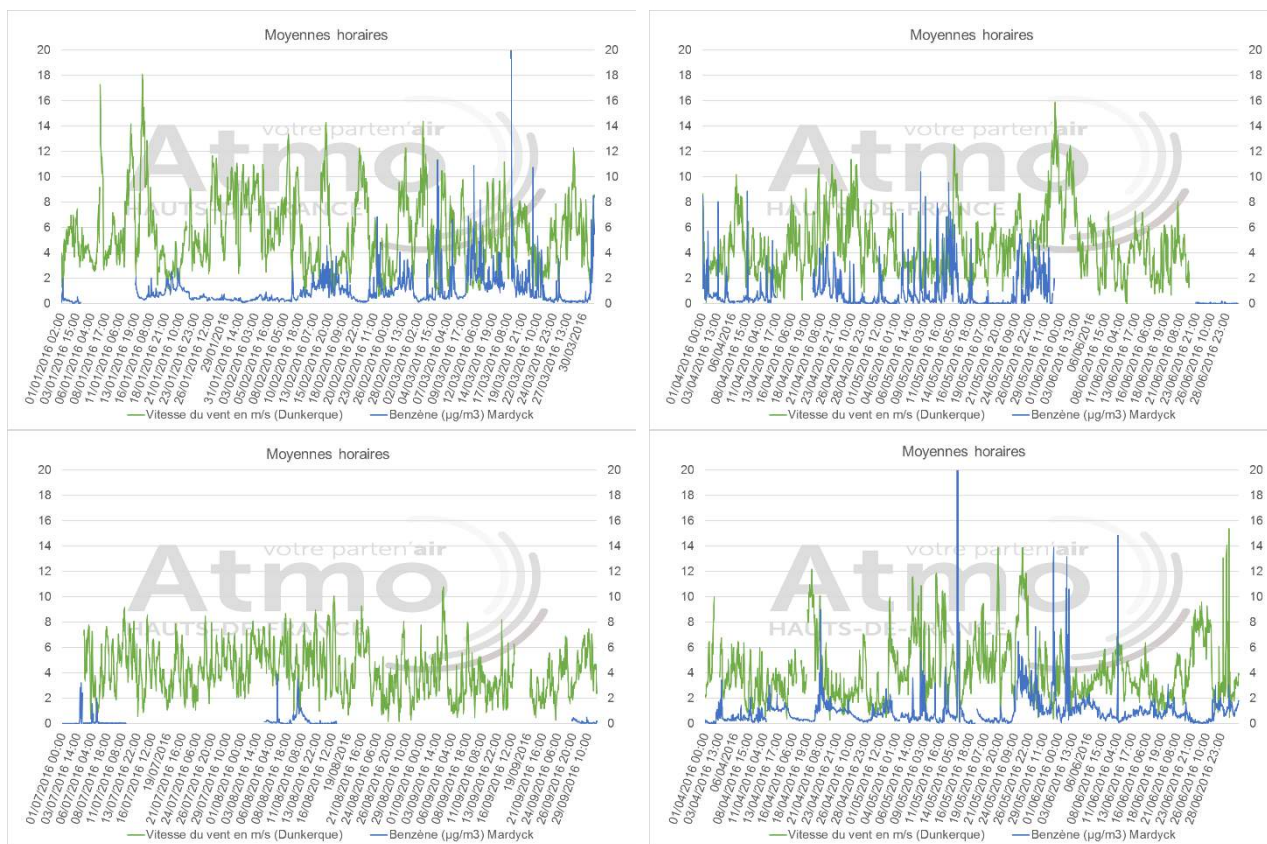
Une procédure interdépartementale d'information et d'alerte du public est instituée en Nord-Pas-de-Calais. Elle organise une série d'actions et de mesures d'urgence afin de réduire les émissions de polluants et à en limiter les effets sur la santé et l'environnement. Cette procédure définit les modalités 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.

Tableau des valeurs réglementaires des polluants suivis dans cette étude

	Valeur limite	Valeur cible	Objectif de qualité / objectif à long terme
PM10	40 µg/m ³ en moyenne annuelle	-	
	50 µg/m ³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours/an	-	30 µg/m ³ en moyenne annuelle
SO ₂	125 µg/m ³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours/an	-	50 µg/m ³ en moyenne annuelle
	350 µg/m ³ en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 24 heures/an	-	
NO ₂	40 µg/m ³ en moyenne annuelle	-	
	200 µg/m ³ en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 18 heures/an	-	
Benzène	5 µg/m ³ en moyenne annuelle	-	2 µg/m ³ en moyenne annuelle

Annexe 6 : Courbes complémentaires

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 (l'échelle est volontairement basse et masque les pics de benzène afin de visualiser l'évolution des concentrations dans le temps selon la vitesse de 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, comme ce fut le cas du 21 janvier au 9 février ou encore du 14 au 23 novembre. A l'inverse, quand le vent faiblit, les concentrations ont tendance à s'élever, sans pour autant atteindre de hauts niveaux. Néanmoins, il reste difficile d'établir une corrélation entre les deux paramètres puisqu'il y existe des périodes où la vitesse de vent est élevée et où les concentrations s'élèvent également (cf. du 22 au 25 novembre).

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

Atmo Haut-de-France

Observatoire de l'Air
55, place Rihour
59044 Lille Cedex
Tél. : 03 59 08 37 30
contact@atmo-hdf.fr

