



.....

RAPPORT D'ETUDE

Bilan 2011 des mesures de la station de Mardyck

Mardyck

2011

Station fixe

NORD - PAS-DE-CALAIS
atmo
Parten'air climat énergie





**Association pour la surveillance
et l'évaluation de l'atmosphère**

55, place Rihour
59044 Lille Cedex
Tél. : 03.59.08.37.30
Fax : 03.59.08.37.31
etude@atmo-npdc.fr
www.atmo-npdc.fr

Bilan 2011 des mesures de la station de Mardyck

Rapport d'étude N°05/2012/FB
32 pages (hors couvertures)
Parution : Juin 2012

	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
Nom	Frédéric Baey	Arabelle Anquez	Emmanuel Verlinden
Fonction	Chargé d'Études	Ingénieure d'Études	Responsable Études

Conditions de diffusion

Toute utilisation partielle ou totale de ce document doit être signalée par « source d'information : **atmo** Nord - Pas-de-Calais, rapport d'étude N°05/2012/FB ».

Les données contenues dans ce document restant la propriété d'**atmo** Nord - Pas-de-Calais peuvent être diffusées à d'autres destinataires.

atmo Nord - Pas-de-Calais ne peut en aucune façon être tenue responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses ou de toute œuvre utilisant ses mesures et ses rapports d'études pour lesquels l'association n'aura pas donné d'accord préalable.



SOMMAIRE

Contexte et objectifs de l'étude	3
Organisation de l'étude	4
Emissions connues	4
Technique utilisée	6
Polluants surveillés	6
Le dioxyde de soufre (SO ₂)	7
Les oxydes d'azote (NOx)	7
Les poussières en suspension (Ps)	7
L'ozone (O ₃)	7
Le monoxyde de carbone (CO)	8
Les composés organiques volatils (COV)	8
Les métaux lourds	9
Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	9
Repères réglementaires	10
Recommandations de l'OMS	10
Valeurs réglementaires en air extérieur	11
Résultats de mesures	13
Bilan métrologique des mesures de NOx et BTX	13
Contexte météorologique	15
Exploitation des résultats	17
Historique des mesures	26
Conclusion	27
Annexes	28



CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

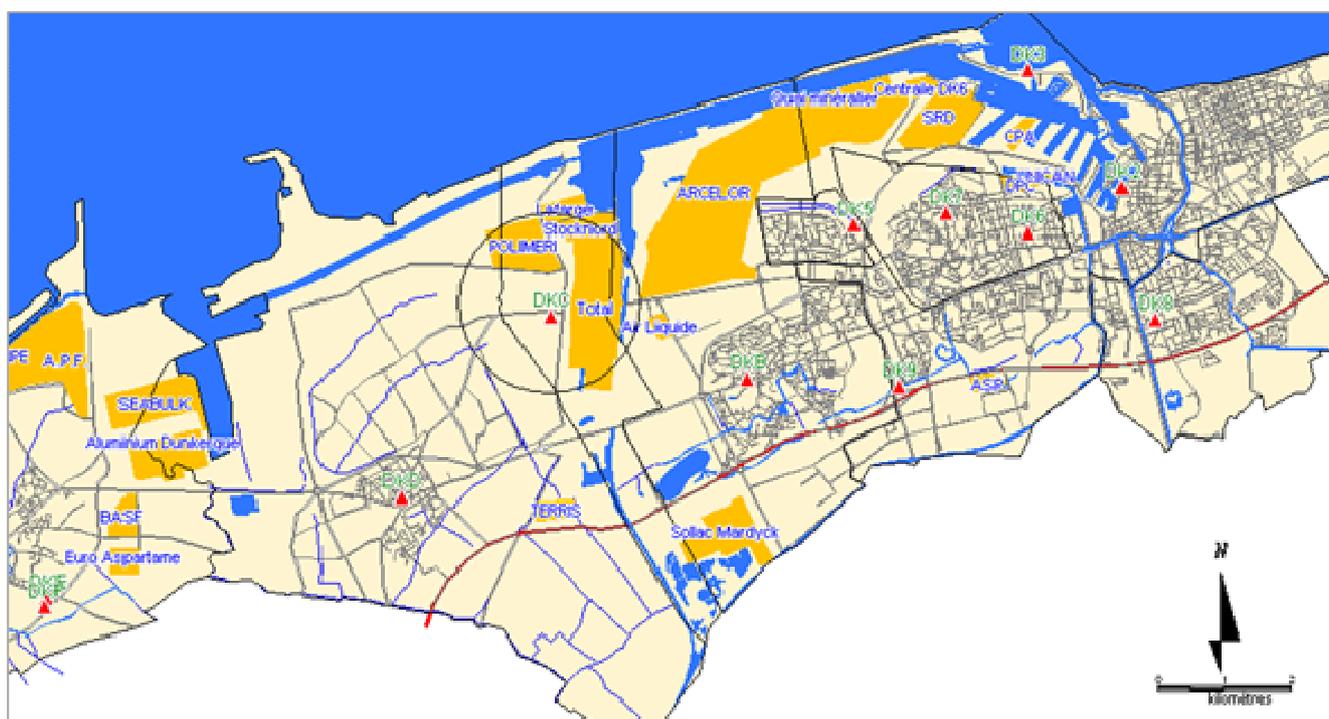
Dans le cadre d'arrêtés préfectoraux d'autorisation d'exploitation, l'Inspection des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement impose une évaluation de l'impact sur la qualité de l'air dans l'environnement des établissements industriels de TOTAL France et POLIMERI à l'aide d'une station fixe de surveillance.

Les sociétés POLIMERI et TOTAL France ont dans ce cadre sollicité **atmo** – Nord Pas-de-Calais, pour lui confier la surveillance de l'impact de leurs installations sur la qualité de l'air depuis 2008.

La station de Mardyck (commune associée à la ville de Dunkerque) située à proximité de ces deux sites industriels mesure le dioxyde de soufre et les poussières en suspension depuis plusieurs années. La mesure des BTEX et des oxydes d'azote a été ajoutée en 2008, dans le cadre du partenariat entre **atmo** – Nord Pas-de-Calais et les sociétés POLIMERI et TOTAL.

Un bilan annuel des résultats est rédigé sous la forme d'un rapport, édité dans le courant de l'année suivante.

Ce présent rapport dresse le bilan des résultats de mesures de la station de Mardyck pour l'année 2011, ainsi qu'une comparaison des niveaux des polluants surveillés par la station industrielle avec ceux enregistrés par les sites de mesures fixes les plus proches, de typologies variées





ORGANISATION DE L'ETUDE

Emissions connues

Pour identifier les polluants à mesurer, il est important de connaître les émissions potentielles sur le secteur de Mardyck. Les émissions peuvent être de trois origines différentes.

Emissions liées au trafic routier

La commune de Mardyck est bordée ou traversée par deux principaux axes routiers :

- La D1 qui passe dans la commune et qui relie Mardyck à Loon-Plage,
- La route de Mardyck longeant la commune à l'est et reliant la D601 à la digue du Braek,
- La route des Dunes au nord reliant la route de Mardyck au terminal car-ferry.

Emissions industrielles

Le tableau ci-dessous décrit les différents types d'établissements industriels ainsi que leurs rejets sur le secteur de Mardyck (source : DREAL – IRE 2010).

Etablissement	Commune	Type d'activités	Rejets atmosphériques en 2009			
			SO ₂ (t/an)	NO _x (t/an)	Ps (t/an)	C ₆ H ₆ (t/an)
Polimeri Europa Dunes	Dunkerque	Chimie, phytosanitaire, pharmacie	578	668	14	20
Polimeri Europa Fortelet	Dunkerque	Chimie, phytosanitaire, pharmacie	-	-	-	6
Total – Raffinerie des Flandres ¹	Dunkerque	Raffinage de pétrole, carburants et lubrifiants	6838	1812	174	12
Arcelor Mittal	Grande-Synthe	Sidérurgie, métallurgie, coke	4893	4412	2102	32

Cette zone se caractérise par le regroupement de plusieurs émetteurs concernés par les polluants ciblés lors de cette étude.

¹ La Raffinerie des Flandres (Total) a diminué fortement son activité à partir de 2010. Les nouvelles données d'émissions ne sont pas disponibles pour ce site.



Emissions des secteurs résidentiel, tertiaire et commercial

Le tableau ci-dessous regroupe les émissions des secteurs résidentiel, tertiaire et commercial sur la commune de Dunkerque (source : inventaire **atmo** Nord-Pas-de-Calais *Base_M2010_A2005-2008_V2, 16/04/2012*).

Polluants	NOx (t/an)	SO ₂ (t/an)	PM10 (t/an)	Benzène (t/an)
Emissions	167	47	76	7
Part dans les émissions régionales (%)	1,89	1,78	0,82	0,80

Les émissions de la commune de Dunkerque représentent entre 0,80% et 1,89% des émissions régionales.



Technique utilisée

atmo Nord - Pas-de-Calais dispose de plusieurs stations mobiles consacrées à des études ponctuelles en complément de la mesure en continu des principaux polluants indicateurs de la qualité de l'air.



Les stations mobiles sont constituées d'un véhicule tracteur et d'une remorque, ou bien d'un véhicule type fourgonnette. Elles sont équipées d'analyseurs de différents polluants et de capteurs spécifiques aux paramètres météorologiques. Ces stations sont les mêmes que les autres stations fixes du réseau, à cette différence près qu'elles sont, comme leur nom l'indique, adaptées au déplacement.

Polluants mesurés par les stations mobiles :

PM10 : Poussières en suspension
O₃ : Ozone
NO₂ : Dioxyde d'azote
NO : Monoxyde d'azote
CO : Monoxyde de carbone
SO₂ : Dioxyde de soufre
BTEX : Benzène, Toluène, Ethylbenzène, et xylènes (ortho, méta et para)
Métaux : Nickel, Cadmium, Arsenic et Plomb

Ainsi, on peut effectuer des campagnes de mesures dans des lieux où les conditions générales ne nécessitent pas de mesure en continu, ou bien avant d'installer une station fixe afin d'optimiser les critères de mesures en continu (typologie de la station, polluants mesurés, emplacement...). Enfin, les stations mobiles peuvent être utilisées pour confirmer ou infirmer des hypothèses sur des sources de pollution ou des phénomènes locaux qui ne sont pas observables par le réseau de stations fixes.

Paramètres météorologiques relevés par les stations mobiles :

humidité relative
température ambiante
vitesse et direction des vents
pression atmosphérique





POLLUANTS SURVEILLÉS

Le dioxyde de soufre (SO₂)

La combustion du charbon ou des dérivés de pétrole, dégage du gaz carbonique mais aussi du dioxyde de soufre. Ce gaz irritant provient des installations de chauffage, de certains procédés de fabrication industrielle et des gaz d'échappement des véhicules.

En association avec les particules en suspension, et selon les concentrations, il peut déclencher des effets bronchospastiques chez l'asthmatique, augmenter les symptômes respiratoires chez l'adulte et altérer la fonction respiratoire chez l'enfant.

L'analyse du dioxyde de soufre s'effectue par fluorescence du rayonnement U.V.

Les oxydes d'azote (NO_x)

Ils se forment à haute température. C'est une combinaison entre l'oxygène et l'azote présents dans l'air ou dans les combustibles. Là encore sont incriminés, les foyers de combustion, les procédés industriels et surtout la circulation automobile. L'installation de pots catalytiques réduit les émissions des véhicules mais l'augmentation du trafic et du nombre des voitures rend cette diminution insuffisante. Le dioxyde d'azote est un gaz agressif pulmonaire pouvant altérer la fonction respiratoire, voire augmenter chez les enfants la sensibilité des bronches aux infections microbiennes.

Les oxydes d'azote sont analysés dans l'air ambiant par chimiluminescence.

Les poussières en suspension (Ps)

Une partie des poussières qui se trouvent dans l'air est d'origine naturelle, mais s'y ajoutent des particules de compositions chimiques diverses émises notamment par les installations de combustion, les transports et les moteurs diesels. Elles peuvent provoquer des difficultés respiratoires chez les personnes fragiles, notamment chez l'enfant. Certaines d'entre elles ont des propriétés mutagènes ou cancérogènes.

La technique utilisée, le TEOM (Tapered Element Oscillating Microbalance) est basée sur le principe de la microbalance à quartz. Elle mesure l'accumulation, en masse, des particules sur un filtre fixé sur quartz oscillant.

La variation de fréquence du quartz est utilisée pour mesurer en continu et en direct la masse des particules accumulées.

L'ozone (O₃)

Bénéfique dans les hautes couches de l'atmosphère, il est par contre très nocif dans l'air que nous respirons. C'est un polluant secondaire, c'est à dire qu'il n'est pas émis directement mais résulte de la réaction chimique entre plusieurs polluants de l'air : essentiellement par les oxydes d'azote et les composés organiques volatils, sous l'effet du rayonnement solaire. Il a un fort pouvoir oxydant et peut donc provoquer des brûlures des muqueuses de la gorge ou des poumons.

La mesure de l'ozone est réalisée par absorption du rayonnement ultra-violet.



Le monoxyde de carbone (CO)

Formé lors de combustions incomplètes, il est essentiellement émis par les véhicules automobiles ou les installations de combustion mal réglées. Sa concentration naturelle dans l'air se situe entre 0,01 et 0,23 mg/m³ (0,01-0,20 ppm). Particulièrement assimilable dans le sang, il asphyxie nos globules rouges en empêchant l'assimilation de l'oxygène. A très forte dose, il est mortel. A concentration plus faible et répétée, il peut entraîner des maladies cardio-vasculaires ou relatives au système nerveux.

La mesure du monoxyde de carbone se fait par absorption infra-rouge.

Les composés organiques volatils (COV)

Pour la plupart, ce sont des hydrocarbures, qui proviennent du trafic routier (gaz d'échappement imbrûlés), de l'utilisation industrielle, professionnelle et domestique des solvants (peintures, vernis, colles, résines), et de l'évaporation à partir du stockage des hydrocarbures (stations-services et centre de stockage).

Les aldéhydes

Les aldéhydes sont classés parmi les composés organiques volatils (COV) présents dans l'atmosphère. Ils proviennent de sources naturelles, mais également de l'activité humaine : circulation automobile et grandes sources fixes émettent des aldéhydes au cours de la combustion incomplète de produits organiques. Ils sont également présents en tant que polluants secondaires dans le smog photochimique, issus de la photooxydation des COV sous l'effet du rayonnement solaire.

Les principaux aldéhydes rencontrés dans l'air extérieur sont le formaldéhyde (HCHO), et l'acétaldéhyde (CH₃CHO). Les aldéhydes sont connus pour être odorants, mais leurs effets sur la santé ne sont pas totalement identifiés : à faible concentration ils peuvent être des irritants des voies respiratoires, et certains d'entre eux sont classés comme cancérigènes probables ou possibles.

Les BTX

Les BTX (Benzène, Toluène et Xylènes) sont particulièrement suivis ; le benzène notamment, qui est introduit dans l'essence depuis quelques années en remplacement du plomb afin d'augmenter le pouvoir antidétonant de l'essence.

L'impact du benzène sur l'homme dans l'air ambiant est un sujet complexe et encore très mal connu. Néanmoins, en atmosphère de travail, le benzène a été reconnu comme substance « toxique ».

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

Tout comme le benzène, les effets du toluène sur l'homme sont difficiles à mettre en évidence et varient selon la sensibilité de l'individu, la concentration dans l'air et la durée d'exposition. Le toluène pourrait provoquer des troubles neuropsychiques (fatigue, confusion, manque de coordination des gestes, irritabilité...), des troubles digestifs (nausées...), des irritations oculaires, des altérations du système hormonal féminin et des cancers (leucémie).



Les métaux lourds

Les métaux lourds proviennent de la combustion des charbons, pétroles, ordures ménagères... et de certains procédés industriels particuliers. Ils se trouvent généralement au niveau des particules.

Les métaux s'accumulent dans l'organisme et provoquent des effets toxiques. A court et/ou à long terme, ils peuvent affecter le système nerveux, les fonctions rénales, hépatiques, respiratoires...

Il n'existe pas, pour le moment, de mesures en continu et automatique des métaux dans les particules. La mesure globale de l'élément est donc effectuée en deux étapes, le prélèvement sur le terrain de poussières de diamètre inférieur à 10 µm sur un filtre en fibre de quartz, suivi de l'analyse en laboratoire, par spectrométrie d'absorption four.

Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) sont des composés issus de la combustion de matière organique. Composés de carbone et d'hydrogène, ils comprennent au moins deux noyaux benzéniques fusionnés. Il existe plusieurs dizaines de HAP, dont la toxicité est très variable : certains sont faiblement toxiques, alors que d'autres, comme le benzo(a)pyrène, sont des cancérigènes reconnus depuis plusieurs années. Le benzo(a)pyrène est d'ailleurs choisi comme traceur du risque cancérigène des hydrocarbures aromatiques polycycliques.

Les feux de forêt, les éruptions volcaniques et la matière organique en décomposition sont des sources naturelles d'hydrocarbures aromatiques polycycliques. Les procédés tels que la production d'aluminium au moyen de vieilles technologies, la fusion du fer, le raffinage du pétrole, la cokéfaction du charbon, la production d'électricité par les centrales thermiques et la fabrication de papier goudronné sont de bons exemples de sources anthropiques industrielles de HAP. L'incinération des déchets agricoles et d'ordures ménagères, le fonctionnement des moteurs à essence et des moteurs diesel, ou encore la combustion de cigarettes viennent compléter cette liste non exhaustive d'émissions d'origine anthropique.

Après prélèvement particulaire et gazeux sur le terrain, l'analyse est réalisée par extraction des composés par cyclohexane et quantification par chromatographie en phase liquide (HPLC) avec détection fluorimétrique.

Pour cette étude, on s'est attaché à mesurer les polluants suivants :
le dioxyde de soufre, les oxydes d'azote, les poussières en suspension (PM10) et les BTX.



REPERES REGLEMENTAIRES

Pour l'interprétation des données, nous disposons de diverses réglementations et recommandations.

Recommandations de l'OMS

Le bureau européen de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a élaboré, avec l'aide de spécialistes, des recommandations sur la qualité de l'air.

Le tableau suivant regroupe les différents seuils recommandés (valeurs à ne pas dépasser) pour les polluants atmosphériques mesurés pendant la campagne :

Polluant	sur 1h	sur 8h	sur 24h	sur la semaine	sur l'année
Poussières PM _{2,5} (µg/m ³)	-	-	25	-	10
Poussières PM ₁₀ (µg/m ³)	-	-	50	-	20
Dioxyde de soufre SO ₂ (µg/m ³)	500 (pour 10 minutes)	-	20	-	50
Dioxyde d'azote NO ₂ (µg/m ³)	200	-	-	-	40
Ozone O ₃ (µg/m ³)	-	100	-	-	-
Monoxyde de carbone CO (mg/m ³)	30	10	-	-	-
Plomb Pb (ng/m ³)	-	-	-	-	500
Manganèse Mn (ng/m ³)	-	-	-	-	150
Cadmium Cd (ng/m ³)	-	-	-	-	5
Toluène C ₆ H ₆ (mg/m ³)	1 (pour 30 minutes)	-	-	0,26	-
Formaldéhyde CH ₂ O (mg/m ³)	0,1 (pour 30 minutes)	-	-	-	-
Acétaldéhyde C ₂ H ₄ O (µg/m ³)	-	-	-	-	50

(Source : Guidelines for Air Quality, WHO, Geneva 2000 - Données 1999 / mises à jour en 2005 pour les polluants poussières, ozone, dioxyde d'azote et dioxyde de soufre)



Valeurs réglementaires en air extérieur

Les valeurs réglementaires (seuils, objectifs, valeurs limites...) sont définies au niveau européen dans des directives, puis elles sont déclinées en droit français par des décrets ou des arrêtés.

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** 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.

(Source : Article R.221-1 du Code de l'Environnement)

Le tableau suivant regroupe les valeurs pour chaque polluant réglementé :

Polluant	Normes			
	Moyenne annuelle	Moyenne journalière	Moyenne horaire	Moyenne glissante sur 8 heures
Dioxyde de soufre (SO ₂)	50 µg/m ³ (objectif de qualité)	125 µg/m ³ - de 3 jours/an ou Percentile 99,2 (valeur limite)	350 µg/m ³ - de 24 heures/an ou Percentile 99,7 (valeur limite)	-
Dioxyde d'azote (NO ₂)	40 µg/m ³ (valeur limite)	-	200 µg/m ³ - de 18 heures/an ou Percentile 99,8 (valeur limite)	-
Ozone (O ₃)	-	-	-	120 µg/m ³ (objectif de qualité) 120 µg/m ³ - de 25 jours/an en moy. sur 3 ans (valeur cible)
Poussières en suspension (PM10)	40 µg/m ³ (valeur limite) 30 µg/m ³ (objectif de qualité)	50 µg/m ³ - de 35 jours/an ou Percentile 90,4 (valeur limite)	-	-
Poussières en suspension (PM2,5)	29 µg/m ³ (valeur limite) 25 µg/m ³ (valeur cible)	-	-	-
Monoxyde de carbone (CO)	-	-	-	10 mg/m ³ (valeur limite)



Polluant	Normes			
	Moyenne annuelle	Moyenne journalière	Moyenne horaire	Moyenne glissante sur 8 heures
Benzène (C ₆ H ₆)	5 µg/m ³ <i>(valeur limite)</i> 2 µg/m ³ <i>(objectif de qualité)</i>	-	-	-
Plomb (Pb)	0,5 µg/m ³ <i>(valeur limite)</i> 0,25 µg/m ³ <i>(objectif de qualité)</i>	-	-	-
Arsenic (As)	6 ng/m ³ <i>(valeur cible applicable à compter du 31/12/2012)</i>	-	-	-
Cadmium (Cd)	5 ng/m ³ <i>(valeur cible applicable à compter du 31/12/2012)</i>	-	-	-
Nickel (Ni)	20 ng/m ³ <i>(valeur cible applicable à compter du 31/12/2012)</i>	-	-	-
Benzo(a)pyrène (C ₂₀ H ₁₂)	1 ng/m ³ <i>(valeur cible applicable à compter du 31/12/2012)</i>	-	-	-

(Source : Décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 relatif à la qualité de l'air)



RESULTATS DE MESURES

Bilan métrologique des mesures de NOx et BTX

Taux de fonctionnement des appareils

La politique d'**atmo** Nord – Pas-de-Calais 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 moins rapide, de tels tests ne sont pas développés actuellement en interne.

Les appareils équipant la station de Mardyck ont donc été remplacés comme ci-dessous.

[Les oxydes d'azotes](#)

Oxydes d'azote		
Appareil titulaire : analyseur modèle AC32M de chez Environnement SA référencé NX_2M_09		
31/03/2010	En service	Retour à Mardyck
31/01/2011	En maintenance	Remplacé par NX_2M_02
13/04/2011	Tests métrologiques	Appareil conforme aux tests métrologiques
04/05/2011	En service	Retour à Mardyck

L'appareil n'a pas subi de panne en 2011. Le seul arrêt a eu lieu pour procéder à la maintenance annuelle suivie de la vérification de ses propriétés métrologiques.

[Les BTX](#)

Appareil titulaire : analyseur Airmotec modèle BTX1000 PID référencé BX_A7_02.

L'appareil a toujours été présent dans la station de Mardyck en 2011.

Il présente un taux de fonctionnement de 91,4%. Les données du mois de juillet ont été invalidées suite à une dérive trop importante de l'appareil. L'appareil s'est vu équipé d'un générateur d'azote en mars 2010, ce qui permet de limiter le risque d'une bouteille vide et d'un arrêt de l'appareil.

Le taux de fonctionnement représente le nombre de prélèvements effectifs sur le nombre de prélèvements prévus.

Sur l'année civile 2011, les taux de fonctionnement des mesures sont les suivants :

Polluant	Taux de l'année
NO	99,8%
NO ₂	98,9%
Benzène	98,3%



La moyenne annuelle d'une mesure est considérée comme représentative si son taux de fonctionnement dépasse 75%. Ce pourcentage est calculé comme le nombre de moyennes horaires présentes sur le nombre de moyennes horaires possibles sur la période considérée.

Réglage des appareils

[Les oxydes d'azote](#)

A partir de 2011, **atmo** Nord - Pas-de-Calais a modifié sa politique de réglage des appareils de mesure en utilisant les moyens de contrôle interne aux appareils.

L'analyseur d'oxyde 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 analysée par l'appareil. Cette opération est réalisée tous les 2 à 3 jours et la réponse obtenue est suivie sur une carte de contrôle. 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. Un passage annuel demeure pour changer le filtre poussières de l'appareil et vérifier les paramètres de fonctionnement.

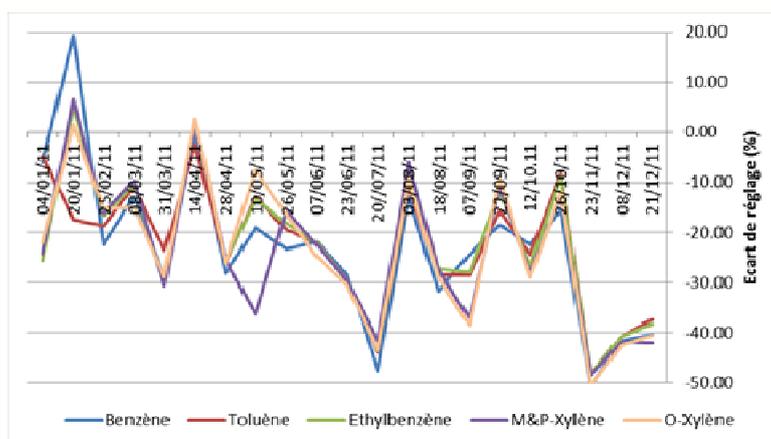
Les résultats de réglage de l'analyseur d'oxydes d'azote sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Date	10/02/11	11/03/11	4/05/11	1/07/11	27/07/11	16/08/11	28/09/11	19/10/11	4/01/12
Ecart	-0,8%	-0,3%	8,1% ¹	3,9%	-0,7%	0,2%	-1,6%	-0,4%	3,2%

Le nombre de réglage dans l'année est donc moins important sans que les résultats ne se dégradent. Par contre, la non-régularité des réglages montre que l'efficacité du moyen de contrôle n'est pas optimale. Une amélioration est à apporter sur ce point. Les résultats de réglage sur l'année sont bons.

[Les 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.



¹ Appareil remplaçant

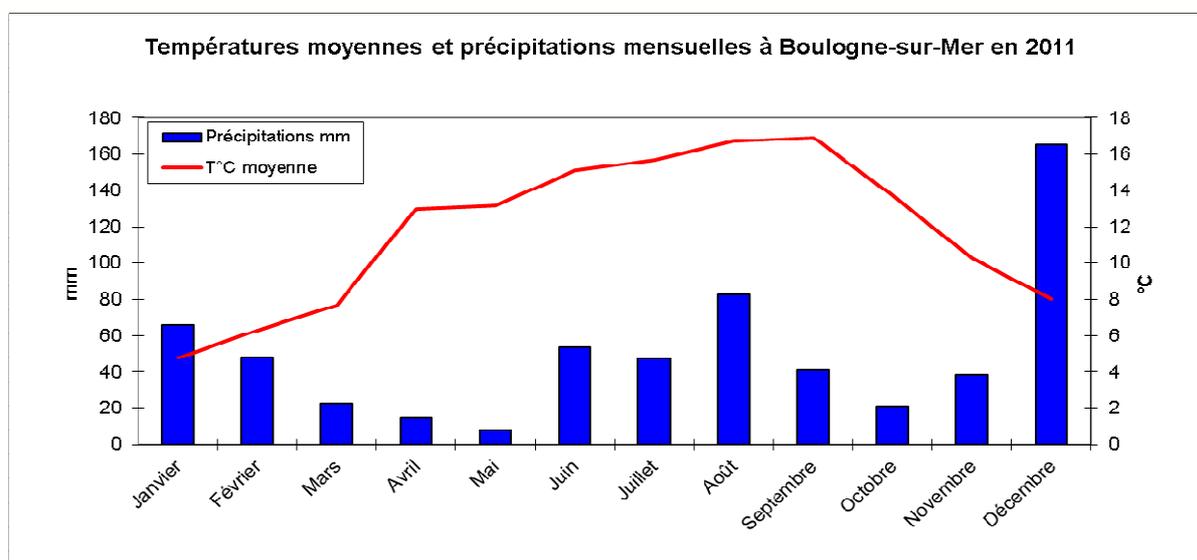


Contexte météorologique

Pour une campagne de mesure de la qualité de l'air ambiant, il est important de mettre en parallèle les données météorologiques avec les mesures effectuées sur les polluants.

Toutes les données détaillées utilisées pour l'interprétation des données de la campagne sont déclinées en annexe.

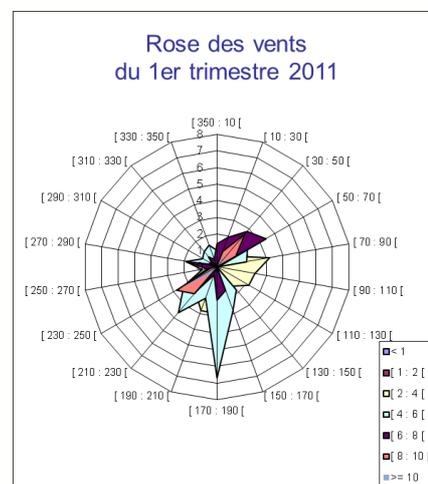
		Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4
Température (°C)	Moyenne :	7°C	14°C	18°C	11°C
	Minimum :	0°C	9°C	12°C	1°C
	Maximum :	13°C	25°C	27°C	26°C
Humidité relative (%)	Moyenne :	86%	78%	81%	84%



Les données météorologiques sont issues de la station fixe Dunkerque Port Est, écluse Carnot (hormis le graphique ci-dessous issu des données météorologiques de Boulogne-sur-Mer).

Le mois de janvier a été plutôt maussade avec de nombreuses journées couvertes et des températures positives jusqu'en fin de mois où quelques gelées sont apparues. En février, le temps est globalement resté maussade avec plusieurs journées de vents forts de secteurs sud et sud-ouest. Les conditions météorologiques ont été plus clémentes en mars avec de nombreuses journées ensoleillées et des vents principalement faibles à modérés de secteurs nord-est à sud-est.

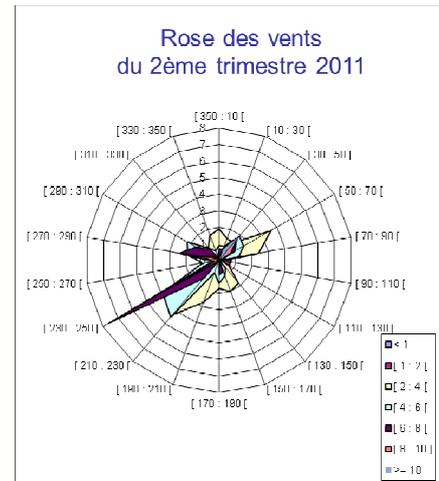
L'humidité relative et les précipitations ont été moyennes pour la saison. Le vent a été majoritairement modéré de secteur sud durant ce premier trimestre.





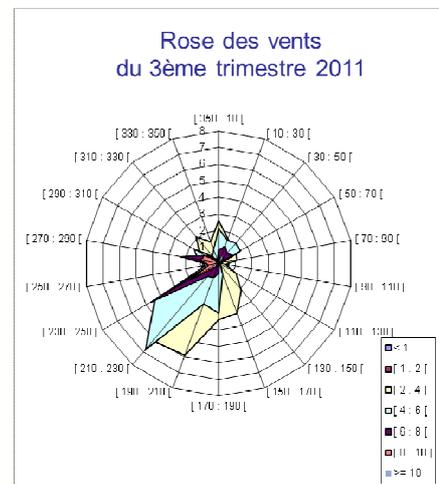
Le mois d'avril a été très ensoleillé avec des conditions anticycloniques installées sur la région (temps sec, vents faibles de secteurs nord-est) et des températures très agréables (certaines maximales supérieures à 20°C). L'ensoleillement est resté important au mois de mai avec des températures allant en diminuant au cours du mois. Les conditions de vent ont changé avec le passage entre des vents faibles à forts de secteur nord-est à des vents modérés à forts de secteurs ouest à sud-ouest. Le mois de juin a été maussade avec de nombreuses journées couvertes et quelques précipitations. Le vent est resté principalement modéré à fort de secteur ouest à sud-ouest pour ce mois.

Les conditions météorologiques ont été clémentes en avril et mai, à la différence du mois de juin. Le vent est passé de secteur nord-est en avril à secteur sud-ouest en mai et juin.



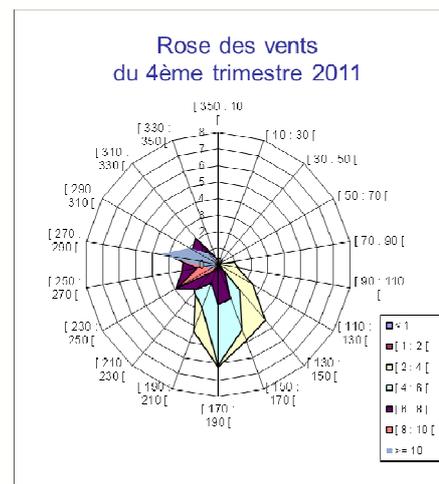
Le mois de juillet a été assez couvert et pluvieux et seule la dernière semaine a été moyennement ensoleillée. Les températures ont été assez fraîches pour la saison. Aucune direction particulière vent n'a été majoritaire. La première quinzaine d'août a été assez ensoleillée puis les conditions météorologiques se sont dégradées pour laisser place à des phases pluvieuses et orageuses. Le vent a été majoritairement faible à modéré de secteur sud-ouest. Le temps s'est amélioré en septembre avec un ensoleillement important et des températures très douces (conditions anticycloniques). Le vent a été globalement faible et de secteurs sud à sud-est.

Les mois de juillet et août ont été maussades à la différence du mois de septembre qui a été très ensoleillé. Les vents ont été majoritairement faibles à modérés de secteur sud-ouest.



Le mois d'octobre a vu l'alternance de semaines ensoleillées et couvertes avec de faibles précipitations. Les températures se sont rafraîchies progressivement au cours du mois. Les vents ont été principalement de secteur sud. Le temps a été instable en novembre avec de rares précipitations et des vents faibles à modérés principalement de secteur sud. Le mois de décembre a été très pluvieux avec des températures assez douces. Les vents ont été majoritairement faibles à forts de secteur sud-ouest.

Les conditions météorologiques ont été assez maussades ce dernier trimestre avec, notamment, un mois de décembre très pluvieux. Les températures sont restées relativement douces en lien avec des vents globalement faibles à modérés de secteur sud à sud-sud-ouest.





Exploitation des résultats

Situation des concentrations de la station de Mardyck par rapport aux stations fixes du réseau de mesures

Les données issues des stations mobiles sont comparées aux stations de mesures fixes les plus proches et/ou mesurant les mêmes paramètres, sur des typologies variées.

Dans ce rapport, les stations fixes utilisées sont les suivantes :

Station \ Polluant	SO ₂	NOx	Ps	BTX
Cappelle-la-Grande (station périurbaine)		x		
Saint Pol/Mer Nord (station urbaine)	x	x	x	
Loon-Plage (station industrielle)	x			
Dunkerque-Malo (station urbaine)			x	x

x : polluant mesuré par la station.

Pour tous les résultats présentés ci-après, les heures sont exprimées en heures locales.

Polluant	Site	Taux de fonctionnement (en %) ¹	Concentration moyenne pendant la campagne (µg/m ³)	Valeur horaire maximale (µg/m ³)	Valeur journalière maximale (µg/m ³)
PM10	Mardyck (station industrielle)	98,3	22	145	107
	Dunkerque-Malo (station industrielle)	96,1	26	125	64
	Saint Pol/Mer Nord (station urbaine)	97,4	23	161	90
NO	Mardyck (station industrielle)	99,8	4	135	75
	Cappelle-la-Grande (station périurbaine)	97,2	4	232	88
	Saint Pol/Mer Nord (station urbaine)	97,7	7	285	138
NO ₂	Mardyck (station industrielle)	98,9	18	140	74
	Cappelle-la-Grande (station périurbaine)	94,9	16	111	55
	Saint Pol/Mer Nord (station urbaine)	96,9	25	195	67
SO ₂	Mardyck (station industrielle)	99,7	2	190	39
	Loon-Plage (station industrielle)	95,7	2	115	25
	Saint Pol/Mer Nord (station urbaine)	96,8	6	394	83

¹ Il s'agit du pourcentage de données valides d'un appareil de mesures pour la période de mesures.



Polluant	Site	Taux de fonctionnement (en %) ¹	Concentration moyenne pendant la campagne (µg/m ³)	Valeur horaire maximale (µg/m ³)	Valeur journalière maximale (µg/m ³)
Benzène	Mardyck (station industrielle)	98,3	0,7	38,5	5,47
Toluène	Mardyck (station industrielle)	96,7	1,5	70,7	14,52
Ethylbenzène	Mardyck (station industrielle)	98,8	0,2	26,9	3,22
(m+p)-xylènes	Mardyck (station industrielle)	98,8	0,4	15,2	3,84
o-xylène	Mardyck (station industrielle)	98,7	0,1	4,6	1,14

Pour rappel, le taux de fonctionnement représente le nombre de prélèvements effectifs sur le nombre de prélèvements prévus.

Les courbes et histogrammes des polluants mesurés, présentés ci-après, sont déclinés en annexe en grand format.

¹ Il s'agit du pourcentage de données valides d'un appareil de mesures pour la période de mesures.

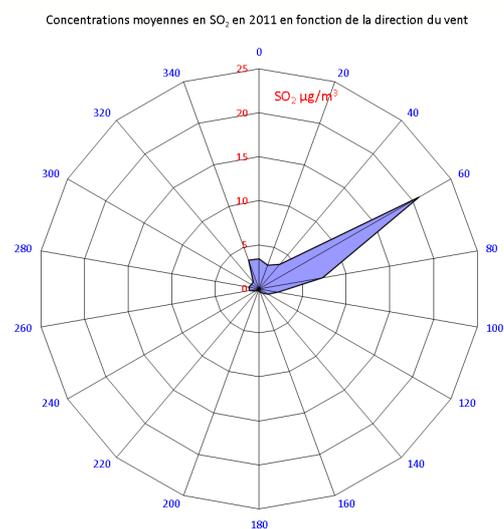
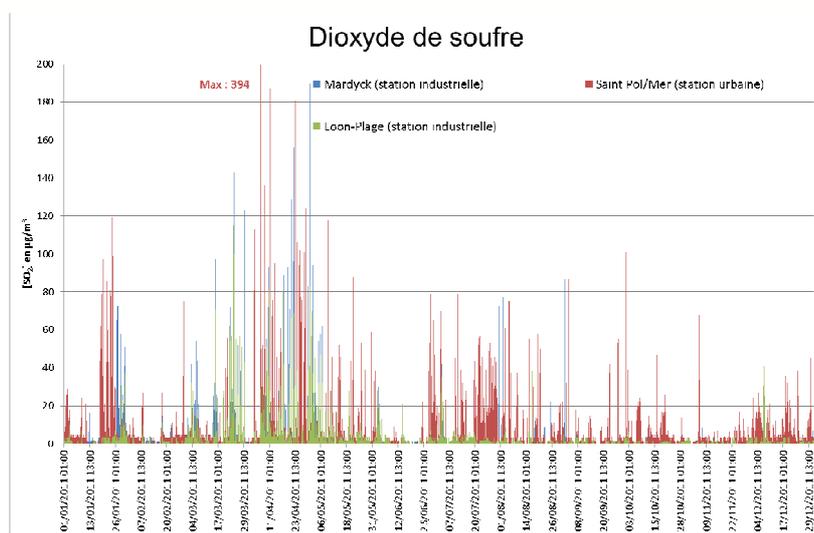


Le dioxyde de soufre

Moyennes durant la campagne de mesures

Site	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valeur horaire maximale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valeur journalière maximale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Mardyck (station industrielle)	2	190	39
Saint Pol/Mer Nord (station urbaine)	6	394	83
Loon-Plage (station industrielle)	2	115	25

Evolution des moyennes horaires et rose de pollution¹



La moyenne annuelle en dioxyde de soufre enregistrée sur le site de Mardyck est du même ordre de grandeur que les moyennes annuelles des sites de Loon-Plage et de Saint-Pol-sur-Mer. Elle est faible et nettement inférieure à l'objectif de qualité fixé à $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle. Aucun dépassement des valeurs limites n'est observé.

Les maxima horaires sont homogènes sur Mardyck et Loon-Plage et légèrement inférieurs à ceux mesurés à Saint Pol/Mer. Ces données sont cohérentes avec la proximité de sources industrielles émettrices.

La rose de pollution du dioxyde de soufre présente un maximum en concentration pour le secteur est-nord-est.

¹ Rose de pollution : représentation graphique des concentrations moyennes en polluant mesurées pour chaque secteur de vent.



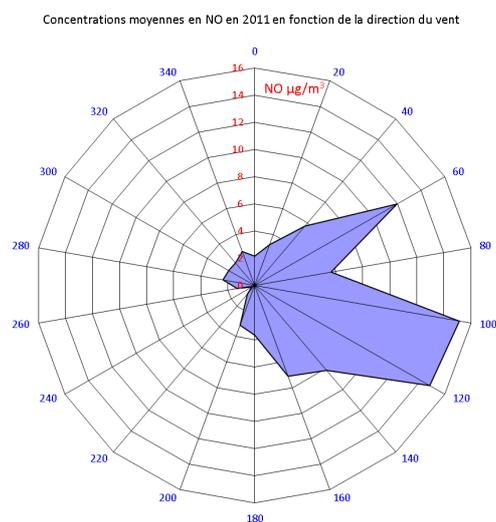
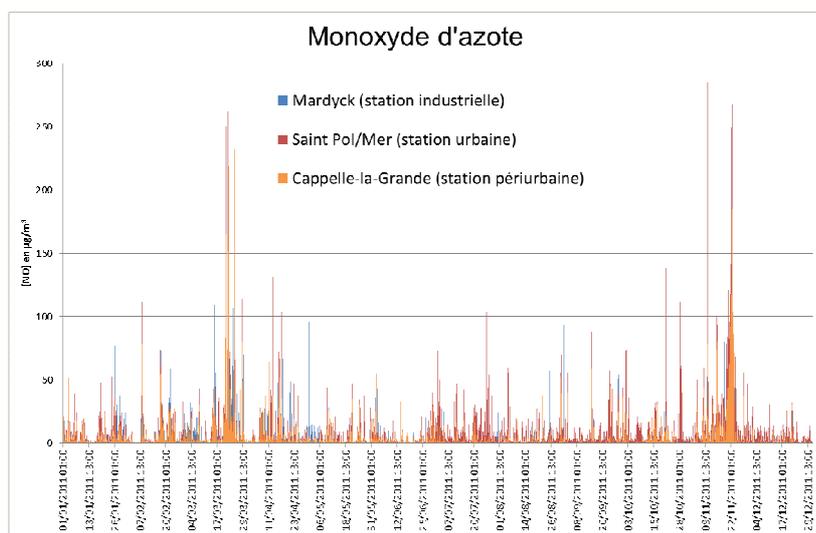
Les oxydes d'azote

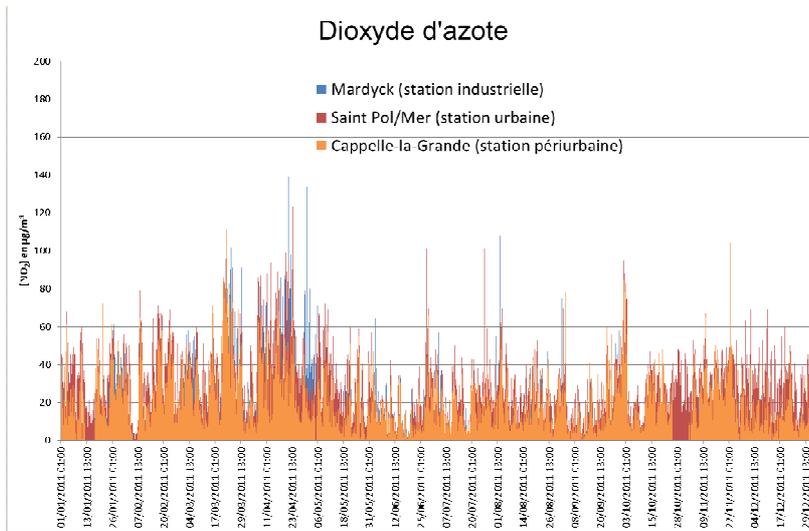
 Moyennes durant la campagne de mesures

Monoxyde d'azote			
Site	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valeur horaire maximale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valeur journalière maximale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Mardyck (station industrielle)	4	135	75
Saint Pol/Mer Nord (station urbaine)	7	285	138
Cappelle-la-Grande (station périurbaine)	4	232	88

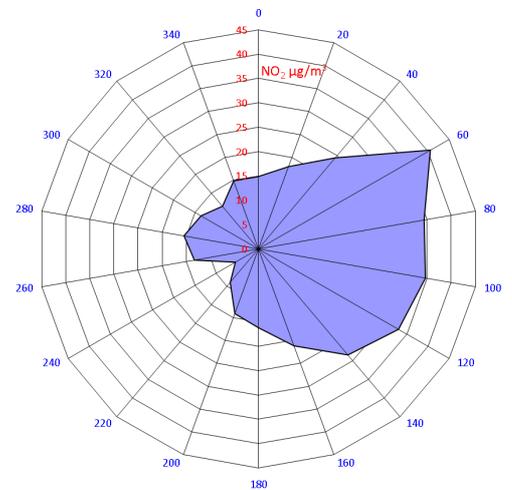
Dioxyde d'azote			
Site	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valeur horaire maximale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valeur journalière maximale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Mardyck (station industrielle)	18	140	74
Saint Pol/Mer Nord (station urbaine)	25	195	67
Cappelle-la-Grande (station périurbaine)	16	111	55

 Evolution des moyennes horaires et roses de pollution





Concentrations moyennes en NO₂ en 2011 en fonction de la direction du vent



Le site de Saint Pol/Mer présente des niveaux et maxima de concentrations supérieurs à ceux des sites de Mardyck et Cappelle-la-Grande pour les deux polluants. Les valeurs mesurées à Mardyck sont proches des valeurs du site périurbain de Cappelle-la-Grande et sont donc inférieures à celles du site urbain de Saint Pol/Mer.

Les valeurs réglementaires de 50 µg/m³ en moyenne annuelle et 200 µg/m³ en moyenne horaire (à ne pas dépasser plus de 18 heures par an) ont été respectées pour les trois sites de mesures.

Les roses de concentrations pour le monoxyde d'azote et le dioxyde d'azote présentent, respectivement, des maxima de concentrations pour les secteurs est-sud-est et est-nord-est englobant les sources industrielles et la zone urbaine.

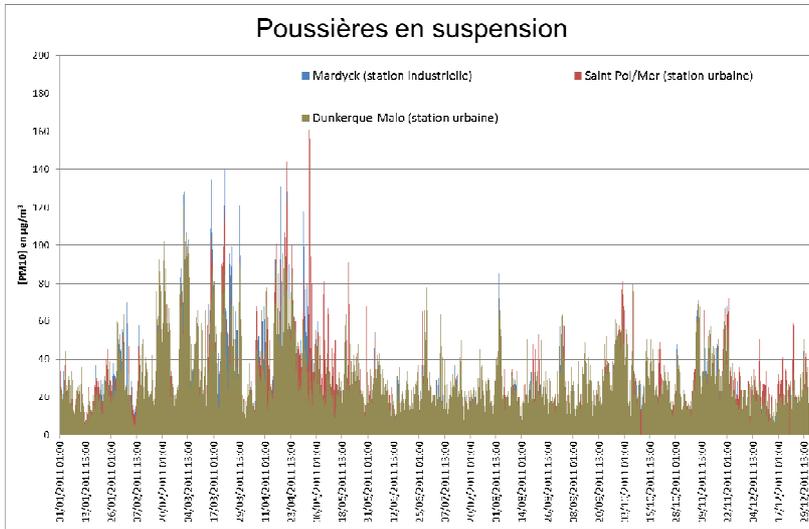
Les poussières en suspension

[Moyennes durant la campagne de mesures](#)

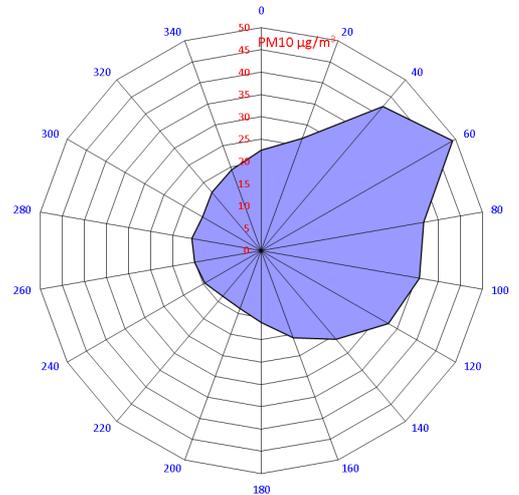
Site	Concentration moyenne (µg/m ³)	Valeur horaire maximale (µg/m ³)	Valeur journalière maximale (µg/m ³)
Mardyck (station industrielle)	22	145	107
Saint Pol/Mer Nord (station urbaine)	23	161	90
Dunkerque-Malo (station urbaine)	26	125	64



Evolution des moyennes horaires et roses de pollution



Concentrations moyennes en PM10 en 2011 en fonction de la direction du vent



Les concentrations mesurées à Mardyck sont du même ordre de grandeur que celles relevées à Saint Pol/Mer et Dunkerque-Malo, que ce soit pour les moyennes annuelles ou les maxima de concentrations. Le site de Mardyck présente cependant des valeurs journalières maximales légèrement supérieures au site de Saint Pol/Mer et très supérieures à celles de Dunkerque-Malo.

La valeur réglementaire de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle n'a pas été dépassée pour les trois sites. En ce qui concerne la valeur limite journalière de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à ne pas dépasser plus de 35 jours par an, le site de Mardyck a présenté 27 jours de dépassements ; de ce fait, cette valeur réglementaire est respectée sur le site de Mardyck.

La rose de pollution du site se caractérise par des valeurs moyennes maximales en PM10 par vent de secteur Nord-Est. Hormis la contribution industrielle locale probable, ce secteur de vent est régulièrement associé depuis plusieurs années à des épisodes de pollution par les poussières en suspension à l'échelle régionale.



Les BTX

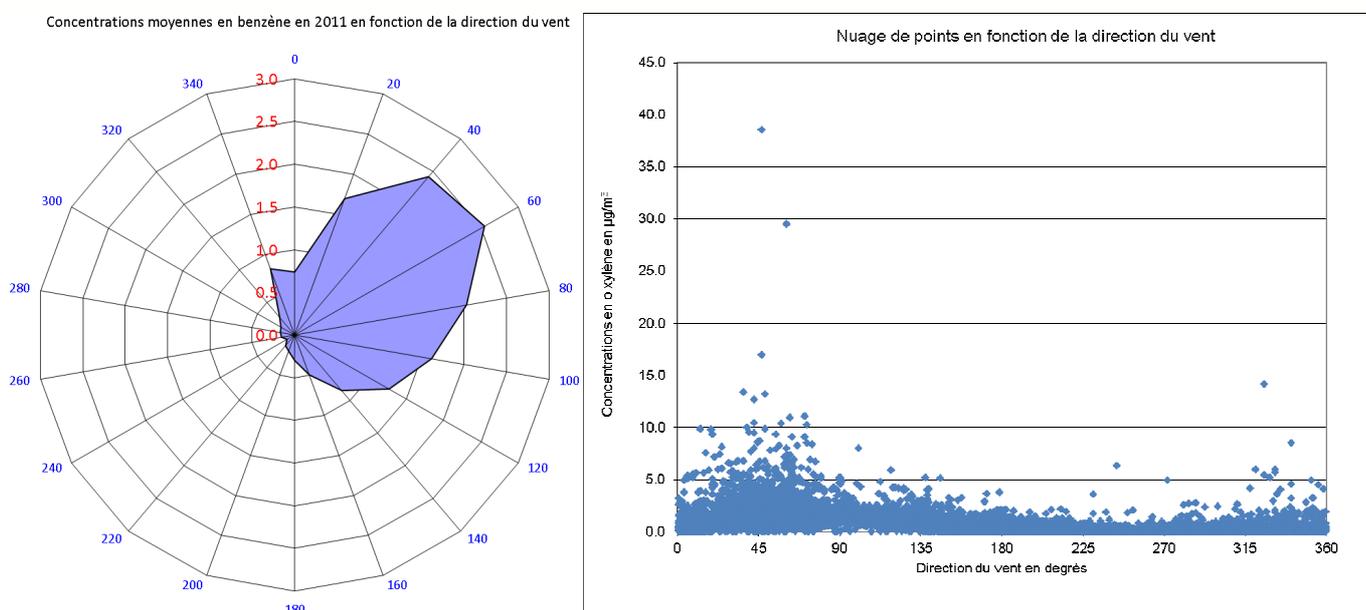
Sur le dunkerquois, seule la station de Mardyck est équipée d'un analyseur pour mesurer en continu les BTEX. Sur la station urbaine de Malo, la mesure de ces polluants est ponctuelle. Le site est régulièrement équipé de tubes passifs pour mesurer les composés organiques volatils, à raison de 13 périodes d'une semaine de mesures en 2011. Les concentrations moyennes annuelles des BTEX sur Malo sont estimées à partir des moyennes hebdomadaires mesurées.

Moyennes durant la campagne de mesures

Moyennes annuelles en $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
Site	Benzène	Toluène	Ethylbenzène	(m+p)-xylènes	o-xylène
Mardyck (station industrielle)	0,7	1,5	0,2	0,4	0,1
Dunkerque-Malo (station urbaine)	0,9	1,4	0,3	0,6	0,3

Hormis pour le toluène, les concentrations moyennes en BTX du site de Mardyck sont inférieures aux moyennes du site de Dunkerque-Malo. La moyenne annuelle pour le benzène sur Mardyck est inférieure à la valeur réglementaire de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle pour le polluant.

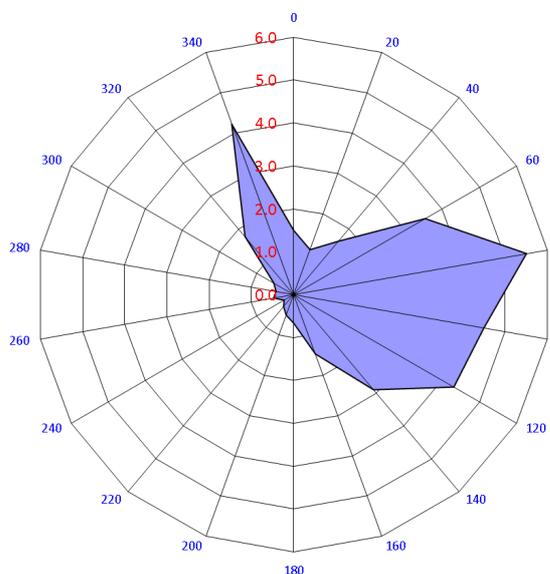
Roses de pollution



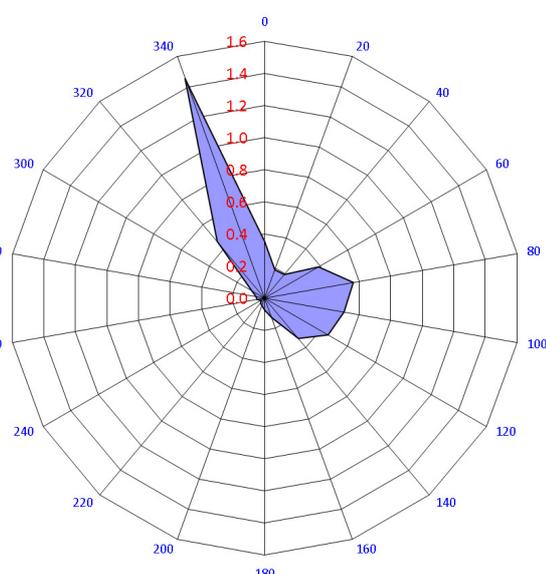
Les valeurs de concentrations les plus nombreuses sont enregistrées par vents de secteur nord-est et les principaux maxima de concentrations le sont aussi par ces mêmes conditions de vents. Quelques maxima sont aussi observés, à moindre mesure, par vents de secteur nord-nord-ouest. La rose de pollution pointe donc les activités de raffinage et sidérurgique.



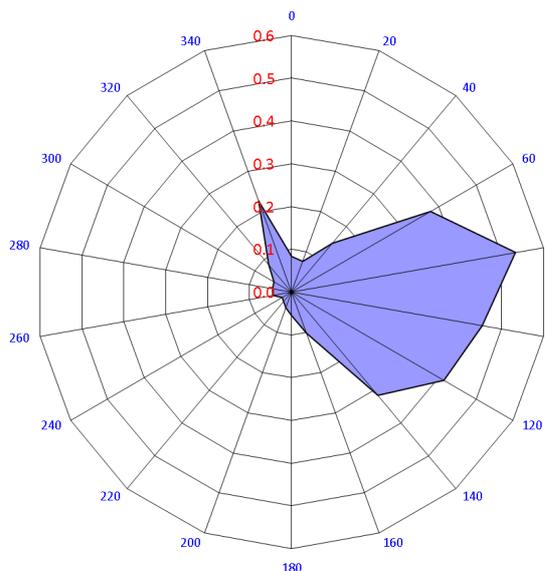
Concentrations moyennes en toluène en 2011 en fonction de la direction du vent



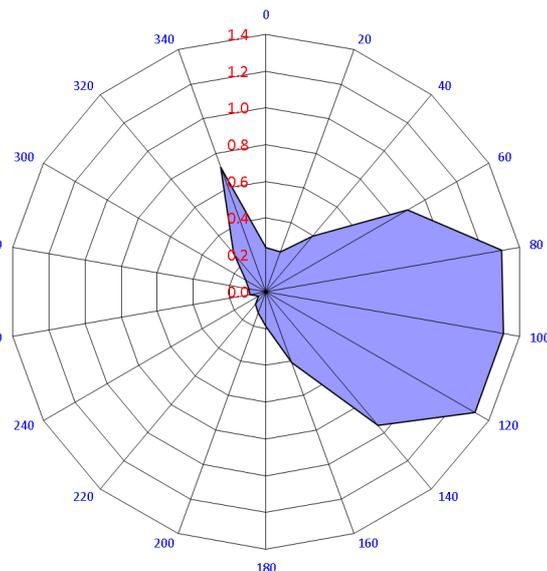
Concentrations moyennes en ethylbenzène en 2011 en fonction de la direction du vent



Concentrations moyennes en (m+p)-xylène en 2011 en fonction de la direction du vent



Concentrations moyennes en o-xylène en 2011 en fonction de la direction du vent



Les roses de pollution des (m+p)-xylènes, de l'o-xylène et du toluène sont assez semblables et montrent des concentrations maximales pour des vents associés de secteur est, et à moindre mesure par vents de nord-nord-ouest.

La rose de pollution de l'ethylbenzène est différente de celles des autres polluants et les maxima de concentrations apparaissent par vents de secteur nord-nord-ouest. Quelques valeurs importantes apparaissent par vents d'est.

Les différents secteurs repérés par les roses de pollution pointent les activités de Polimeri Europa (secteur nord-nord-ouest) et la Raffinerie des Flandres (secteur est).

Les roses de pollution des différents polluants sont dissemblables de celles des années précédentes et la diminution des activités de la Raffinerie des Flandres pourrait expliquer cette différence.



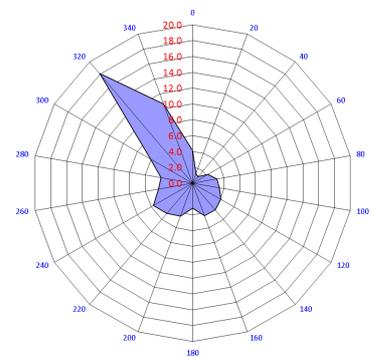
Etude sur le rapport entre les concentrations en benzène et toluène

Classiquement, le rapport entre le benzène et le toluène en zone urbaine vaut 0,3. Le rapport sur le site de Mardyck, déterminé par le rapport de la moyenne annuelle en benzène sur la moyenne annuelle en toluène, vaut 0,47. Ce rapport est bien inférieur à ceux des années précédentes (0,67 en 2010) mais reste supérieur au rapport en zone urbaine.

Une rose de pollution du rapport entre les concentrations en benzène et toluène peut être établie afin de déterminer pour quelle direction de vents les différences de concentrations sont les plus importantes.

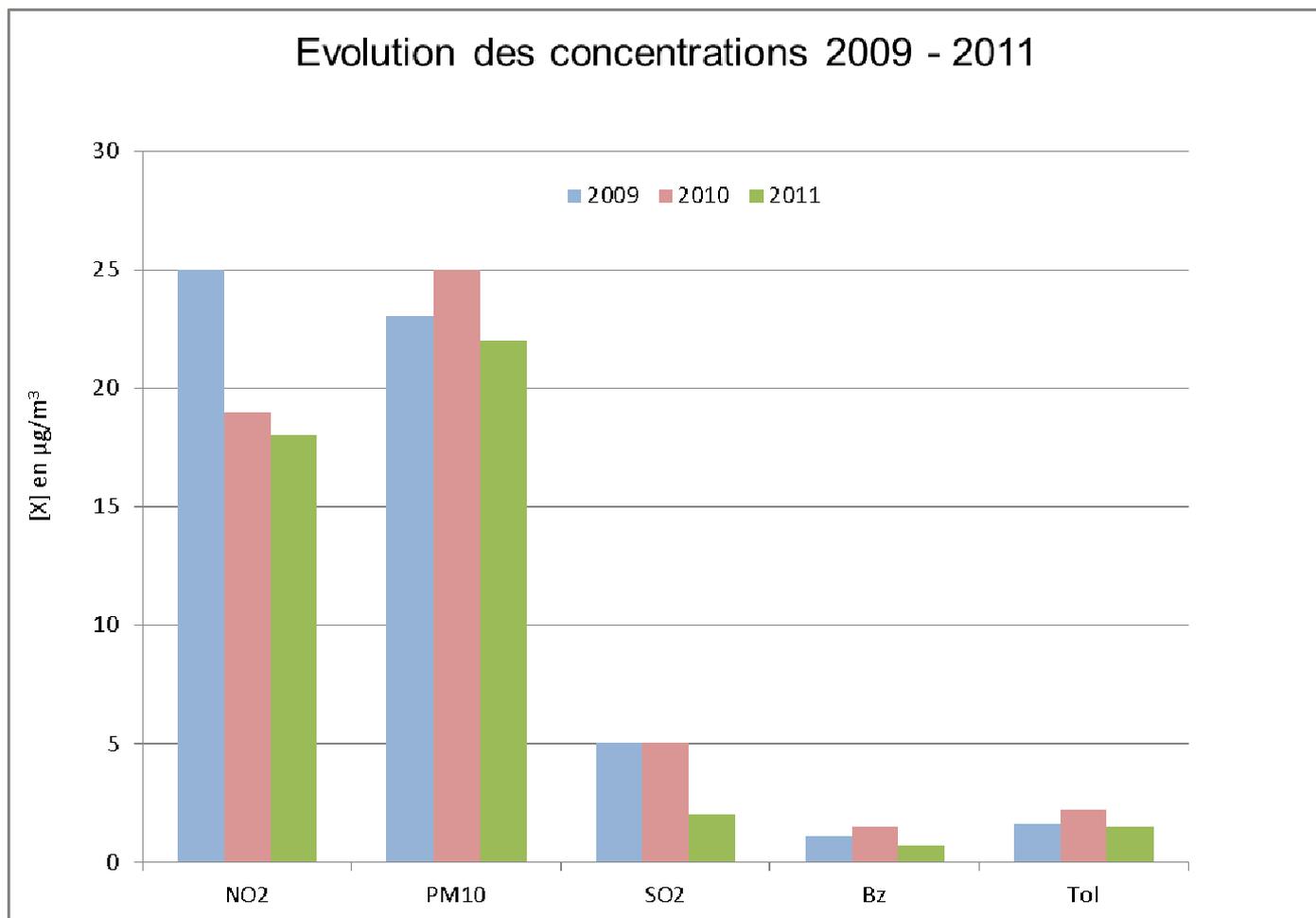
Les rapports les plus élevés sont déterminés pour des vents correspondants au secteur nord-nord-ouest, pointant vers le site de Polimeri Europa.

Rapport benzène sur toluène en 2011 en fonction de la direction du vent





Historique des mesures



Les concentrations moyennes annuelles des différents polluants continuent de baisser pour l'année 2011 comparativement aux deux années précédentes. La baisse la plus importante concerne le SO_2 et est liée à la diminution de l'activité de la Raffinerie des Flandres.



CONCLUSION

Les taux de fonctionnement des analyseurs de dioxyde de soufre, d'oxydes d'azotes, de poussières en suspension et de BTX sont, en 2011, supérieurs aux 75% réglementaires. Les données du site de Mardyck sont donc exploitables pour l'année 2011.

La moyenne en dioxyde de soufre est faible et du même ordre de grandeur que les mesures faites sur les stations du Dunkerquois sous influence industrielle. La rose de pollution met en évidence le secteur est-nord-est comme source d'émission prépondérante.

Les mesures d'oxydes d'azote sur le secteur de Mardyck sont du même ordre de grandeur que les mesures sur le site périurbain de Cappelle-la-Grande. Elles sont inférieures aux valeurs relevées sur la station urbaine de Saint-Pol-sur-Mer et restent cohérentes avec la densité du tissu urbain du secteur.

Concernant les poussières en suspension, la moyenne annuelle de la station de Mardyck est équivalente à celles relevées sur les sites de Malo et de Saint-Pol-sur-Mer, bien que les maxima horaire et journalier soient nettement plus élevés. La rose de pollution ne met pas en évidence de sources locales particulières. Elle est identique à celles des années précédentes, s'illustrant par des valeurs moyennes maximales par vent de secteur Est – Nord-Est, secteur de vent régulièrement associé aux épisodes de pollution particulière d'échelle régionale.

Quant aux BTX, les roses de pollution mettent en évidence deux sources distinctes :

- Secteur nord de la raffinerie et la zone d'activité sidérurgique pour le benzène
- Polimeri Europa et la partie sud de la raffinerie pour les autres composés (toluène, ethylbenzène et les xylènes).

La diminution importante de l'activité sur le site de la Raffinerie des Flandres a entraîné une baisse des niveaux de concentrations des différents polluants sur le site de Mardyck en 2011 en comparaison des valeurs relevées les années précédentes.

Aucune valeur réglementaire n'a été dépassée sur les polluants surveillés sur le site de Mardyck durant l'année 2011.



ANNEXES



Rapport des tests métrologiques

Méthode d'essai :

Ces essais ont pour but de vérifier les caractéristiques techniques de l'appareil suivant le mode opératoire interne n° O-001–Tec

Les essais sont réalisés avec :

- Calibrateur MGC101 6001 n°4116 étalonné par **atmo** Nord-Pas-de-Calais (certificat n° à mettre en œuvre)
- Générateur d'air zéro ZAG 7001 n°4133
- Bouteille haute concentration en NO (Air Liquide) n°43860 à 24,9 ppm

L'acquisition des résultats se fait avec une centrale d'acquisition AOIP PC10 n° série 220400220035A avec le logiciel LTC10.

Conditions des essais :

Date des essais : Du 13/04/11 au 14/04/11

Température du local d'essais : 21.5 ± 0.4C

Lieux des essais : baie de test à Lille

Paramètres de fonctionnement :

Les paramètres de fonctionnement sont conformes aux plages du constructeur (pas de détection alarme et dysfonctionnement).

Linéarité :

L'écart relatif maximal de linéarité (par rapport à la droite théorique de linéarité) doit être inférieur à 6%.

Concentration injectée (en ppb)	Moyenne lecture (en ppb)	Ecart relatif maximum (en %) sauf pour zéro	Tolérance de l'écart relatif en valeur absolue
0	0,16	0,16	+/- 5 ppb
86,2	86,87	0,5	6%
183,6	183,43	0,4	6%
281,3	279,56	0,1	6%
380,0	377,47	0,2	6%

L'analyseur est conforme aux critères de linéarité.

Répétabilité :

La répétabilité standard au point d'échelle doit être inférieure à 3 ppb et en zéro inférieure à 1 ppb.

Concentration injectée (en ppb)	Moyenne lecture (en ppb)	Répétabilité standard (en ppb)	Tolérance
0	0,15	0,32	1%
86,2	85,52	0,76	3%

L'analyseur est conforme aux critères de répétabilité.



Temps de Réponse :

Temps de réponse pris entre 8 ppb et 351 ppb pour la montée et de 383 ppb à 39 ppb pour la descente.

Temps de montée (en secondes)	22,61
Temps de descente (en secondes)	23,92

Rendement du four de conversion :

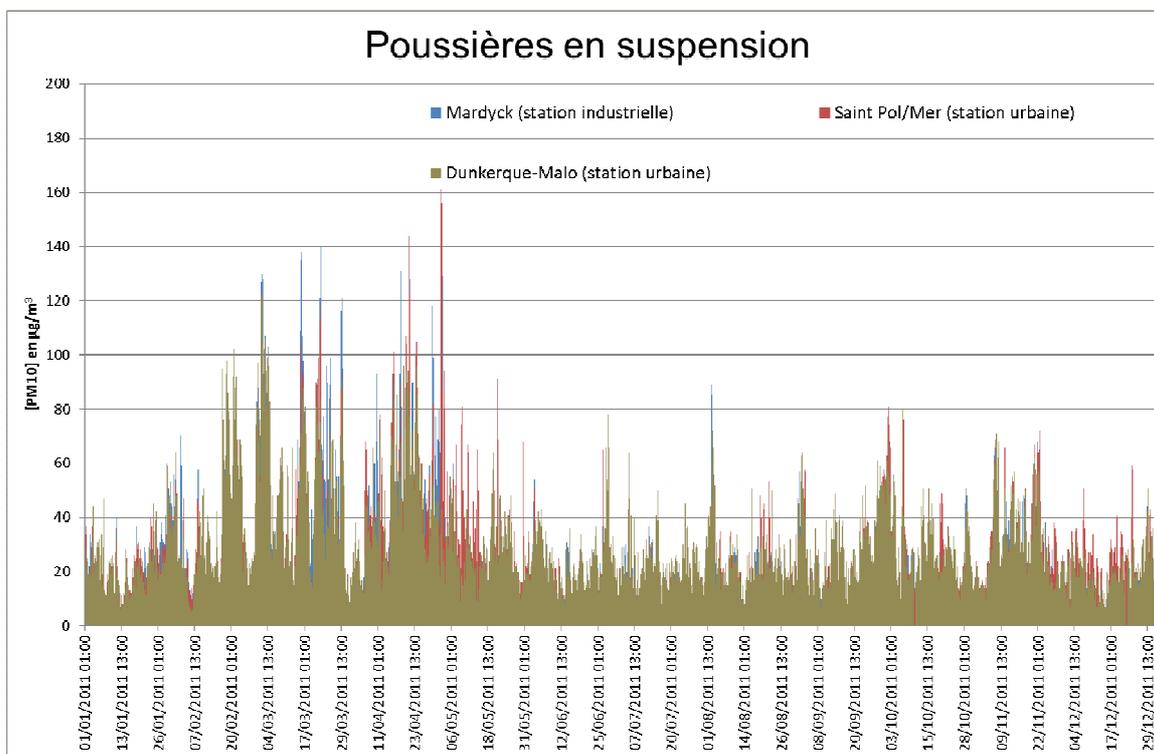
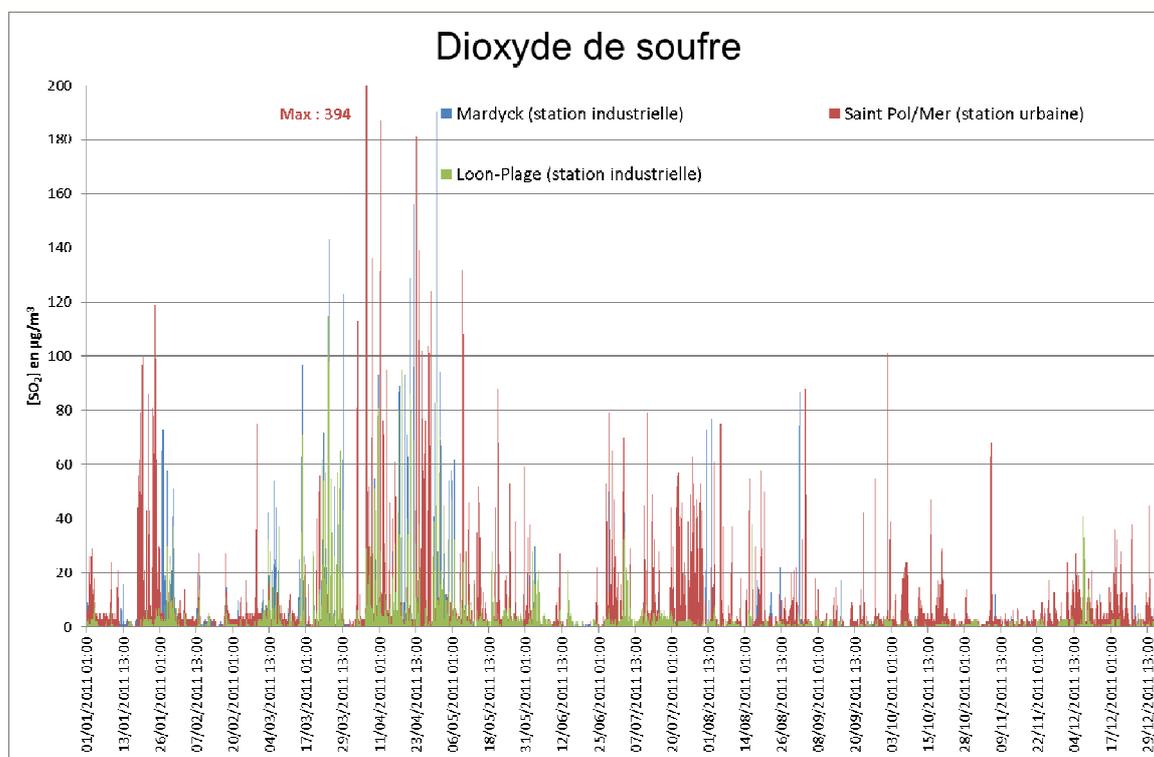
NO injecté (en ppb)	O₃ injecté (en ppb)	Réponse en NO	Réponse en NO₂	Rendement four
383	-	381	4	-
384	-	54	330	99,7%

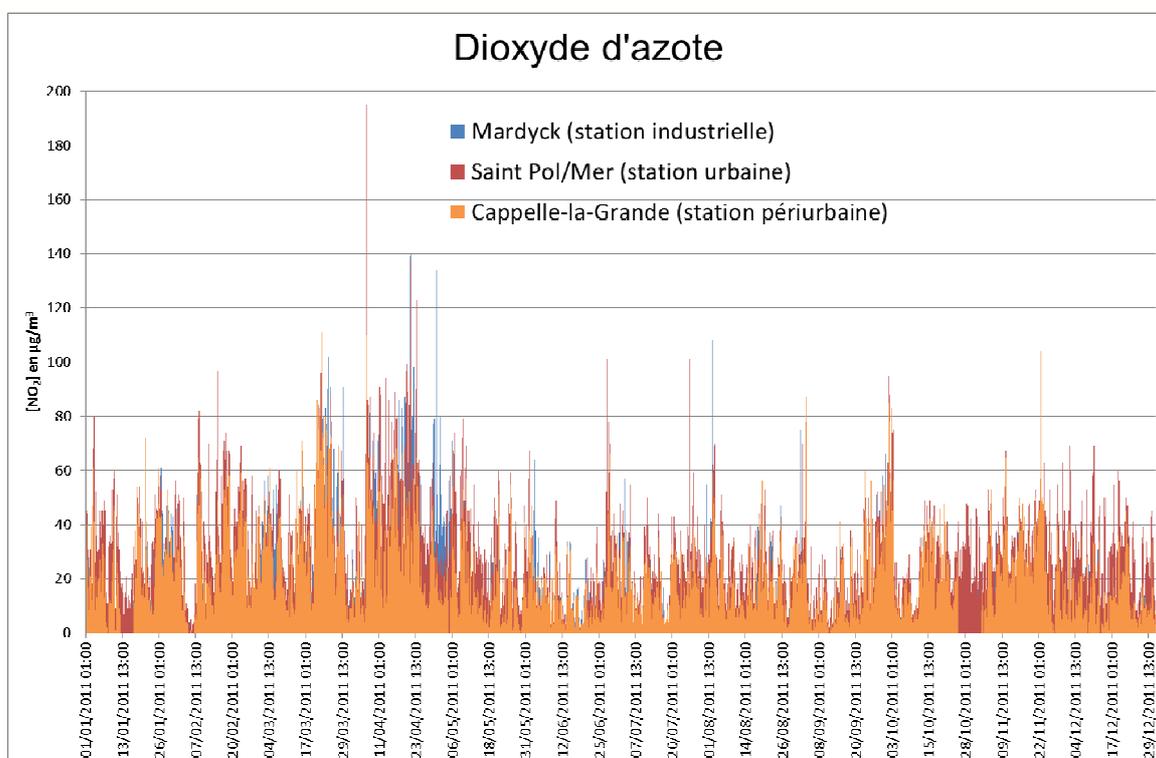
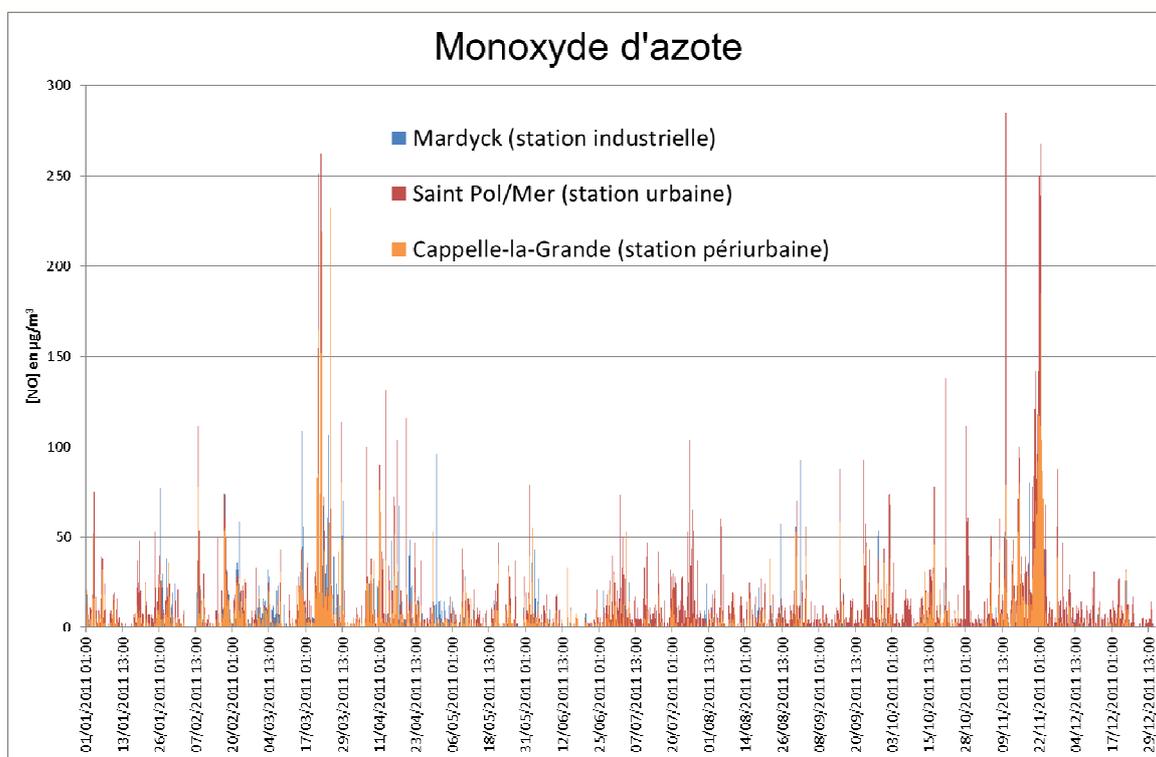
Conclusion générale

L'analyseur est conforme aux prescriptions et peut être mis en service.



Courbes des polluants







Association
pour la surveillance
et l'évaluation
de l'atmosphère
en Nord - Pas-de-Calais

55 place Rihour
59044 Lille Cedex
Tél. : 03 59 08 37 30
Fax : 03 59 08 37 31
contact@atmo-npdc.fr
www.atmo-npdc.fr

surveiller
accompagner informer