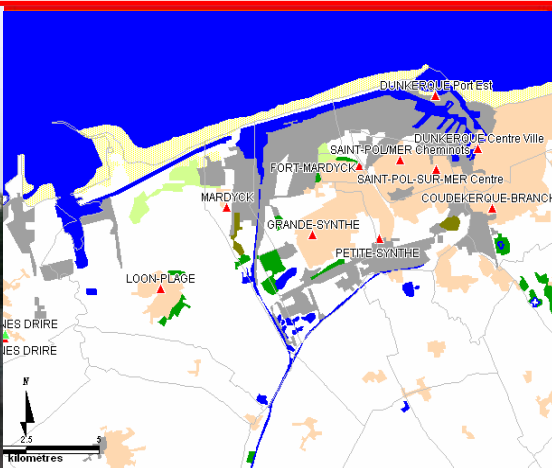


# Campagne de mesures de la qualité de l'air



**Etude réalisée à Mardyck  
du 15 novembre 2006 au 30 avril 2007**







Association Agréée pour la Surveillance  
de la Qualité de l'Air en Nord - Pas de Calais  
World Trade Center Lille  
299, Boulevard de Leeds  
59777 EURALILLE  
Tél : 03.21.63.69.01  
Fax : 03.21.01.57.26  
[etudes@atmo-npdc.fr](mailto:etudes@atmo-npdc.fr)  
[www.atmo-npdc.fr](http://www.atmo-npdc.fr)

# Campagne d'évaluation de la qualité de l'air à Mardyck

## Place de l'Eglise

### du 15 novembre 2006 au 30 avril 2007

Rapport d'étude N° 16 - 2007 - SE

31 pages (hors couvertures)

Parution : Juin 2007

	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
Nom	Arabelle ANQUEZ	Charles BEAUGARD	Caroline DOUGET
Fonction	Ingénieur d'Etudes	Ingénieur d'Etudes	Directrice du Service Etudes

#### Conditions de diffusion

Toute utilisation partielle ou totale de ce document doit être signalée par « source d'information Atmo Nord - Pas de Calais, rapport N° 16 - 2007 - SE ».

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

<b>Sommaire</b> .....	<b>2</b>
<b>Contexte et objectifs de l'étude</b> .....	<b>3</b>
<b>Organisation stratégique de l'étude</b> .....	<b>4</b>
Situation géographique .....	4
Emissions connues.....	5
<b>Polluants surveillés</b> .....	<b>6</b>
Le dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> ) .....	6
Les oxydes d'azote (NO <sub>x</sub> ) .....	6
Les poussières en suspension (PS) .....	6
L'ozone (O <sub>3</sub> ) .....	6
Le monoxyde de carbone (CO).....	7
Les Composés Organiques Volatils .....	7
Les métaux lourds .....	8
Les HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques) .....	8
<b>Repères réglementaires</b> .....	<b>9</b>
Recommandations de l'OMS .....	9
Valeurs réglementaires en air ambiant .....	10
<b>Résultats de mesures</b> .....	<b>12</b>
Contexte météorologique .....	12
Exploitation des résultats .....	13
<b>Conclusion</b> .....	<b>24</b>
<b>Annexes</b> .....	<b>25</b>

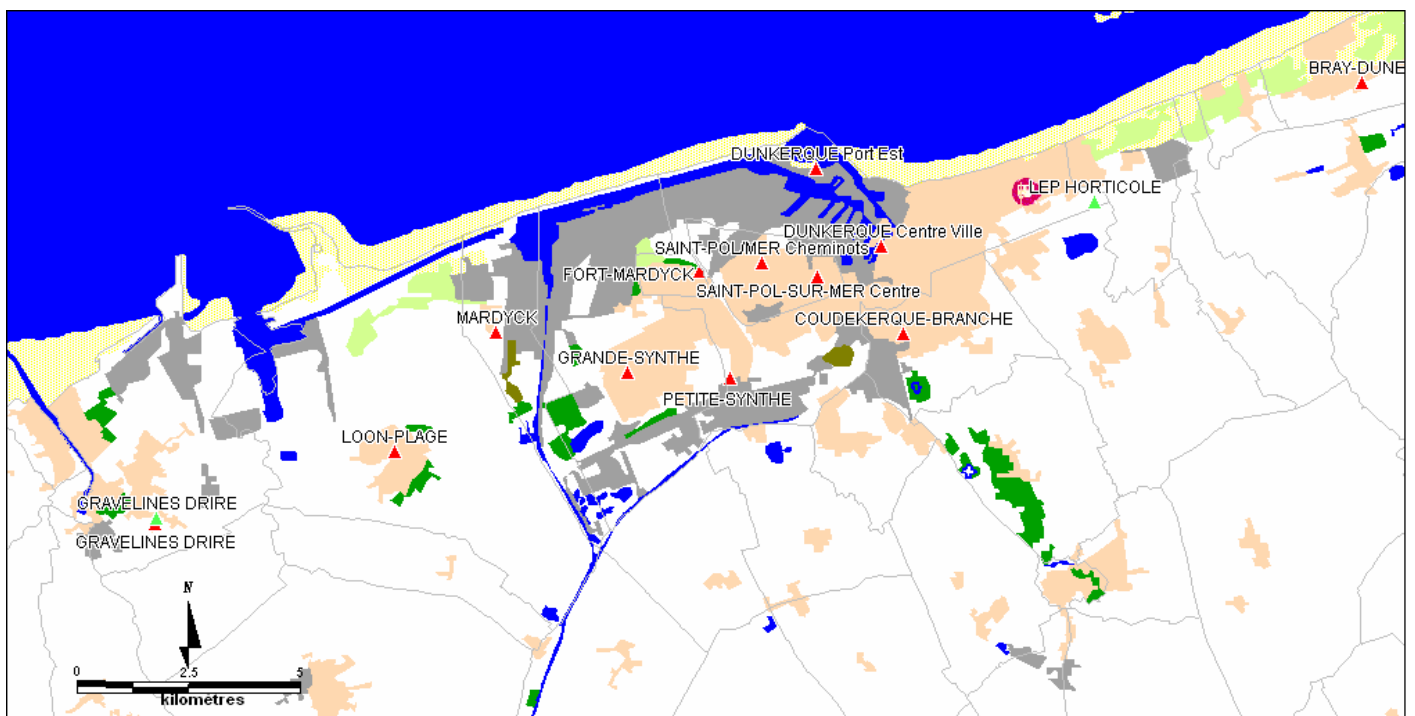
# Contexte et objectifs de l'étude

Atmo Nord Pas de Calais a été sollicité durant l'été 2006 par le Maire Délégué de Mardyck, à propos des polluants mesurés sur sa commune, dans le cadre de la surveillance de proximité industrielle.

S'interrogeant sur la pérennité de la station, il souhaitait que, compte tenu des activités industrielles, le site soit équipé des mesures de monoxyde de carbone et des oxydes d'azote en complément des mesures de dioxyde de soufre et de particules en suspension déjà existantes.

Le Conseil d'Administration a proposé de réaliser une étude NOx / CO pour une durée de 6 mois, qui permettrait de statuer sur l'installation définitive des capteurs en station.

Le rapport présente les résultats des données recueillies par les analyseurs d'oxydes d'azote et de monoxyde de carbone, installés en station du 15 novembre 2006 au 30 avril 2007.



Carte des stations des mesures d'Atmo Nord Pas de Calais sur l'agglomération dunkerquoise

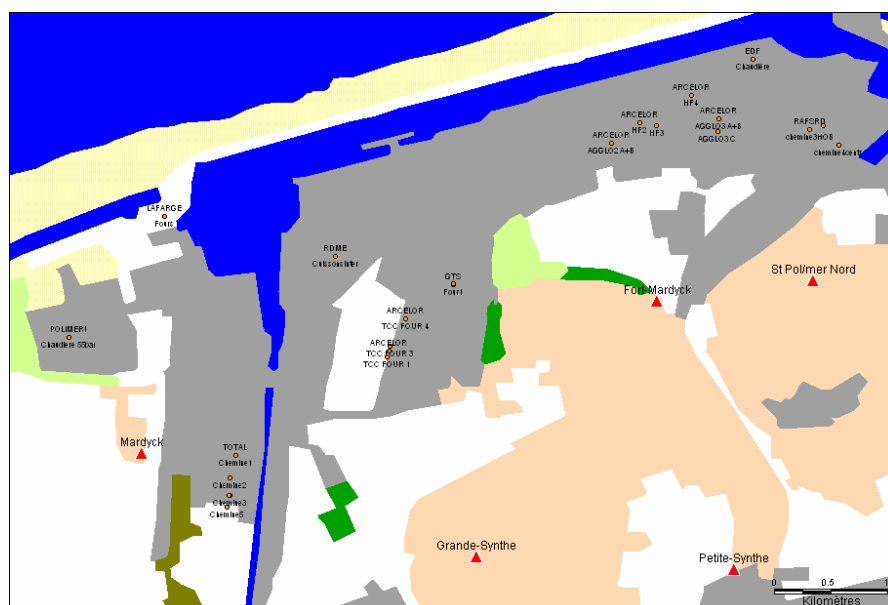
# Organisation stratégique de l'étude

## Situation géographique

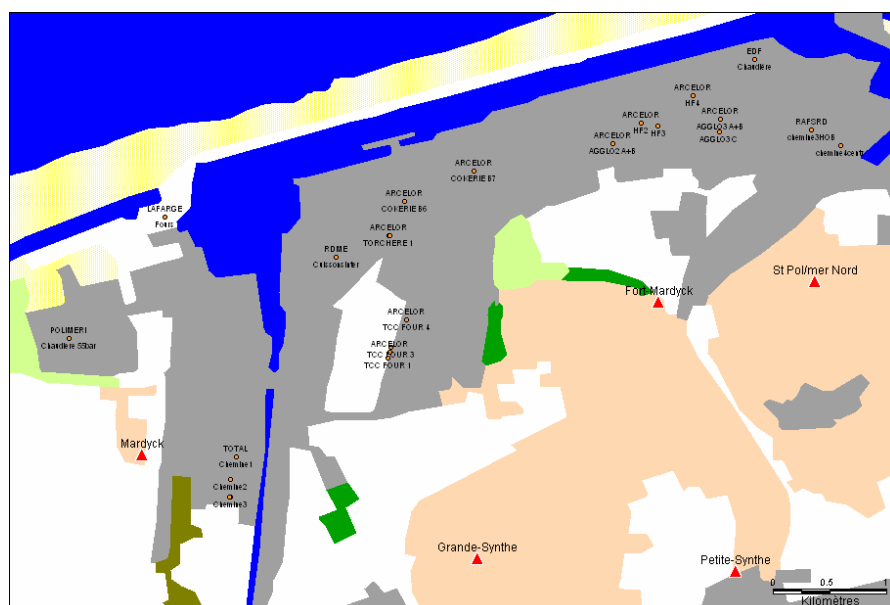
Mardyck, village de 373 habitants situé à l'ouest de l'agglomération de Dunkerque, se trouve aujourd'hui en plein cœur d'une zone industrielle qui s'est étendue au fil des années. A l'Ouest du village, on trouve un espace dunaire appartenant au Port Autonome de Dunkerque. Dans le secteur Nord, se trouvent :

- à 1000 mètres au Nord Ouest, Polimeri Europa (pétrochimie)
- au Nord, la cimenterie Lafarge Aluminate, et plus loin au Nord-Est RDME et Arcelor
- à 300 m à l'est, la raffinerie Total

Le village a été équipé d'une station de surveillance en 1979, quasiment dès l'origine du réseau de surveillance du littoral dunkerquois créé en 1976 (voir les courbes d'évolution des mesures en annexe).



Cartes des grandes sources ponctuelles autour de la station en SO<sub>2</sub> (> 100t/an ci contre) et en NO<sub>x</sub> (> 100t/an ci-dessous), photo de la station de Mardyck (année 2001, source DRIRE)



## Emissions connues

Les émissions domestiques et liées au trafic automobile ne sont pas présentées pour Mardyck. L'inventaire et le cadastre ne nous permettent pas de discrétiser à l'échelle de la commune, Mardyck faisant partie intégrante depuis quelques années de Dunkerque. Les émissions ne seraient donc pas représentatives.

Les principaux émetteurs dans le voisinage de la station de mesure sont repris dans le tableau ci-dessous (source IRE, DRIRE).

Etablissement	Commune	Type d'activités	Rejets atmosphériques en 2005						
			SO <sub>2</sub> (t/an)	NO <sub>x</sub> (t/an)	PS (t/an)	COV (t/an)	Pb (kg/an)	Zn (kg/an)	Cd (kg/an)
Arcelor	Grande Synthe	Sidérurgie, métallurgie	5979	7609	3033	891	7527	1641	220
RDME	Grande Synthe	Industries des ferro-alliages	219	137	20	20	994	375	47
TOTAL	Loon Plage	Raffinage de pétrole, carburants et lubrifiants	6678	2863	190	680			
Polimeri Europa	Loon Plage	Pétrochimie	445	711	39	1791			
Lafarge Aluminates	Dunkerque	Fabrication d'aluminates de calcium	759	268	6	4			19
Terminal Gazier	Loon Plage	Détente et comptage de gaz naturel	0.01	3.15					

# Polluants surveillés

## Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)

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<sub>x</sub>)

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 (O<sub>3</sub>)

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/m<sup>3</sup> (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

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 temps 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 (CH<sub>3</sub>CHO). 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 antidétonnant 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 2 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 HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques)

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.

# Repères réglementaires

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 (Données 1999 - Source : Guidelines for Air Quality, WHO, Geneva 2000)

Seuils	Sur 1h	Sur 8h	Sur 24h	Sur la semaine	Sur l'année
Poussières PM 2,5 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	-	-	25	-	10
Poussières PM10 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	-	-	50	-	20
Dioxyde de soufre $\text{SO}_2$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	500 (pour 10 minutes)	-	20	-	50
Dioxyde d'azote $\text{NO}_2$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	200	-	-	-	40
Ozone $\text{O}_3$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	-	100	-	-	-
Monoxyde de carbone CO ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	30	10	-	-	-
Plomb Pb ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	-	-	-	-	500
Manganèse Mn ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	-	-	-	-	150
Cadmium Cd ( $\text{ng}/\text{m}^3$ )	-	-	-	-	5
Toluène ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	1 (pour 30 minutes)	-	-	0,26	-
Formaldéhyde ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	0,1 (pour 30 minutes)	-	-	-	-
Acétaldéhyde ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	-	-	-	-	50

## Valeurs réglementaires en air ambiant

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.

L'**objectif de qualité** est un niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base de connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement, à atteindre dans une période donnée.

La **valeur limite** est un niveau maximal de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement.

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

● Le tableau suivant regroupe les valeurs pour chaque polluant réglementé :

Polluant	Normes Valeurs limites et objectifs de qualité			
	Moyenne annuelle	Moyenne journalière	Moyenne horaire	
dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> )	50 µg/m <sup>3</sup> (objectif de qualité)	125 µg/m <sup>3</sup> (- de 3 jours/an ou Percentile 99.2)	350 µg/m <sup>3</sup> (- de 24 heures/an ou Percentile 99.7))	-
dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	46 µg/m <sup>3</sup> (valeur limite) 40 µg/m <sup>3</sup> (objectif de qualité)	-	200 µg/m <sup>3</sup> (- de 175 heures/an ou Percentile 98) 230 µg/m <sup>3</sup> (- de 18 heures/an ou Percentile 99.8)	-
poussières (PM10)	40 µg/m <sup>3</sup> (valeur limite) 30 µg/m <sup>3</sup> (objectif de qualité)	50 µg/m <sup>3</sup> (- de 35 jours/an ou Percentile 90.4)	-	-
monoxyde de carbone (CO)	-	-	-	<b>moyenne glissante sur 8 heures :</b> 10 mg/m <sup>3</sup>
ozone (O <sub>3</sub> )		65 µg/m <sup>3</sup> (protection de la végétation)	200 µg/m <sup>3</sup> (protection de la végétation)	110 µg/m <sup>3</sup> Sur 8 heures (objectif de qualité)

Polluant	Normes Valeurs limites et objectifs de qualité			
	Moyenne annuelle	Moyenne journalière	Moyenne horaire	
composés organiques volatils (benzène,...)	pour le benzène : 9 µg/m <sup>3</sup> (valeur limite) 2 µg/m <sup>3</sup> (objectif de qualité)	-	-	-
plomb (Pb)	0,9 µg/m <sup>3</sup> (valeur limite) 0,25 µg/m <sup>3</sup> (objectif de qualité)	-	-	-
cadmium (Cd)	5 ng/m <sup>3</sup>			
arsenic (As)	6 ng/m <sup>3</sup>			
nickel (Ni)	20 ng/m <sup>3</sup>			
benzo(a)pyrène	1 ng/m <sup>3</sup>			

# Résultats de mesures

## Contexte météorologique

Pour une campagne de mesures 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 annexes.

Température °C	Moyenne :	9
	Minimum :	-3
	Maximum :	21
Pression atmosphérique hPa	Moyenne :	1016
Vent m/s	Vitesse moyenne :	7
	Minimum :	0
	Maximum :	29
Humidité relative %	Moyenne :	82

L'étude démarre sous une quinzaine pluvieuse de novembre. Les précipitations sont quasi quotidiennes. On ne constate pas de gelées, les températures sont supérieures de 2 degrés aux normales saisonnières. La douceur se poursuit jusque mi décembre, période durant laquelle les précipitations sont abondantes (2 fois les normales). A partir du 17 décembre, des conditions anticycloniques s'installent et c'est l'apparition des premières gelées. Cette phase hivernale dure jusqu'à la dernière semaine de décembre.

Les conditions météorologiques rencontrées en fin d'année 2006 se poursuivent en ce début d'année 2007. Le mois de Janvier restera le mois le plus doux des 60 dernières années. La température moyenne dépasse de plus de 3 degrés les normales saisonnières (+ 4.1°C sur Lesquin, + 3.3°C sur Boulogne sur Mer). Les précipitations sont normales pour la saison. Les vents sont globalement orientés Ouest à Sud – Ouest et relativement forts : on enregistre des rafales à 137 km/h sur Boulogne et 126 km/h sur Lesquin le 18 janvier. Il faut attendre la troisième décennie pour voir les premières gelées de l'année (3 journées de gel uniquement).

La douceur se poursuit en février. Le mois est, cette fois-ci, beaucoup plus arrosé que le précédent (environ deux fois plus que la normale). On enregistre sur Lesquin, 21 jours de précipitations – dont 2 de neige - sur 28 ! Les températures sont élevées pour la saison (plus 3°C par rapport à la normale) et les vents sont forts, même si les rafales sont moins prononcées qu'en janvier.

Le mois de mars débute sur le même schéma que les mois précédents, avec une première décennie arrosée et venteuse. Le temps se calme la semaine suivante et laisse place à un ensoleillement plus important et des températures plus agréables. A partir du 18 et jusqu'au 24, les giboulées s'installent, faisant baisser les températures. Le printemps s'annonce à partir du 26, avec une remontée des températures et un temps ensoleillé. En moyenne, le mois de mars est plus doux que la normale, l'écart de température est, cette fois-ci, moins élevé (+1.5°C environ sur Boulogne et Lesquin). Enfin, le mois d'avril est exceptionnel : 2 mm de précipitations enregistrées sur Boulogne-sur-Mer contre 49 mm normalement. Quant aux températures, sans battre de record, elles sont 4.5°C au dessus des normales saisonnières. Le vent est globalement orienté au Nord Est.

**Globalement, le contexte météorologique est favorable à la dispersion des polluants en dehors des périodes anticycloniques relevées fin décembre, mi janvier, mi et fin mars, ainsi qu'en avril.**

## Exploitation des résultats

La campagne de mesures s'est déroulée du 15 novembre 2006 au 30 avril 2007. Pour tous les résultats de mesures, les heures sont exprimées en heures TU (changement heure d'hiver / heure d'été le 25 mars).

Polluant	Taux de fonctionnement	Concentration moyenne pendant la campagne	Valeur horaire maximale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Valeur journalière maximale ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
SO <sub>2</sub>	99.2 %	6	286 le 22 décembre 2006 à 12h TU	107 le 1 <sup>er</sup> avril
Ps	82.5 %	36	291 le 11 avril 2007 à 19h TU	124 le 24 décembre
NO <sub>2</sub>	95.8 %	28	133 le 1 <sup>er</sup> avril 2007 à 19h TU	78 le 1 <sup>er</sup> avril
NO	97 %	8	282 le 19 décembre 2006 à 20h TU	67 le 19 décembre
CO	77.6 %	0.3	6.5 le 1 <sup>er</sup> avril 2007 à 19h TU	2.4 le 1 <sup>er</sup> avril

Taux de fonctionnement : il s'agit du pourcentage de données valides d'un appareil de mesures pour la période de mesures.  
NR : non représentatif. Le taux de fonctionnement n'a pas atteint 75 % de données valides.

## **Situation des concentrations de la station mobile par rapport aux stations fixes du réseau de mesure**

Les données de la station 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 :

- Saint Pol-sur-Mer : de typologie urbaine, cette station située à l'école Van Cauwenberghe est influencée par les industries. Les mesures présentes en station concernent l'ozone, les oxydes d'azote, les poussières en suspension, les composés organiques volatils et le dioxyde de soufre ;
- Fort-Mardyck : située dans l'enceinte de la caserne des pompiers, cette station de proximité industrielle mesure les oxydes d'azote, le monoxyde de carbone, le dioxyde de soufre et l'hydrogène sulfuré, ainsi que les poussières en suspension ;
- Grande-Synthe : malgré la typologie urbaine, liée à la densité de population, les mesures de Grande-Synthe (dioxyde de soufre, poussières en suspension) sont influencées par les activités industrielles environnantes ;
- Gravelines : en périphérie de la communauté urbaine de Dunkerque, les mesures de dioxyde de soufre, de poussières en suspension, d'oxydes d'azote et d'ozone ont la typologie périurbaine ;
- Petite-Synthe : station périurbaine dans laquelle on trouve les mesures de dioxyde de soufre, d'oxydes d'azote, d'ozone et de poussières en suspension (PM 10 et PM 2.5) ;
- Enfin, Dunkerque Centre : seule station de proximité automobile de l'agglomération dunkerquoise, mesurant le dioxyde de soufre, les oxydes d'azote, le monoxyde de carbone et les poussières en suspension (PM10 et PM 2.5).

Les courbes des polluants mesurés, présentées ci-après, sont déclinées en annexes en grand format.



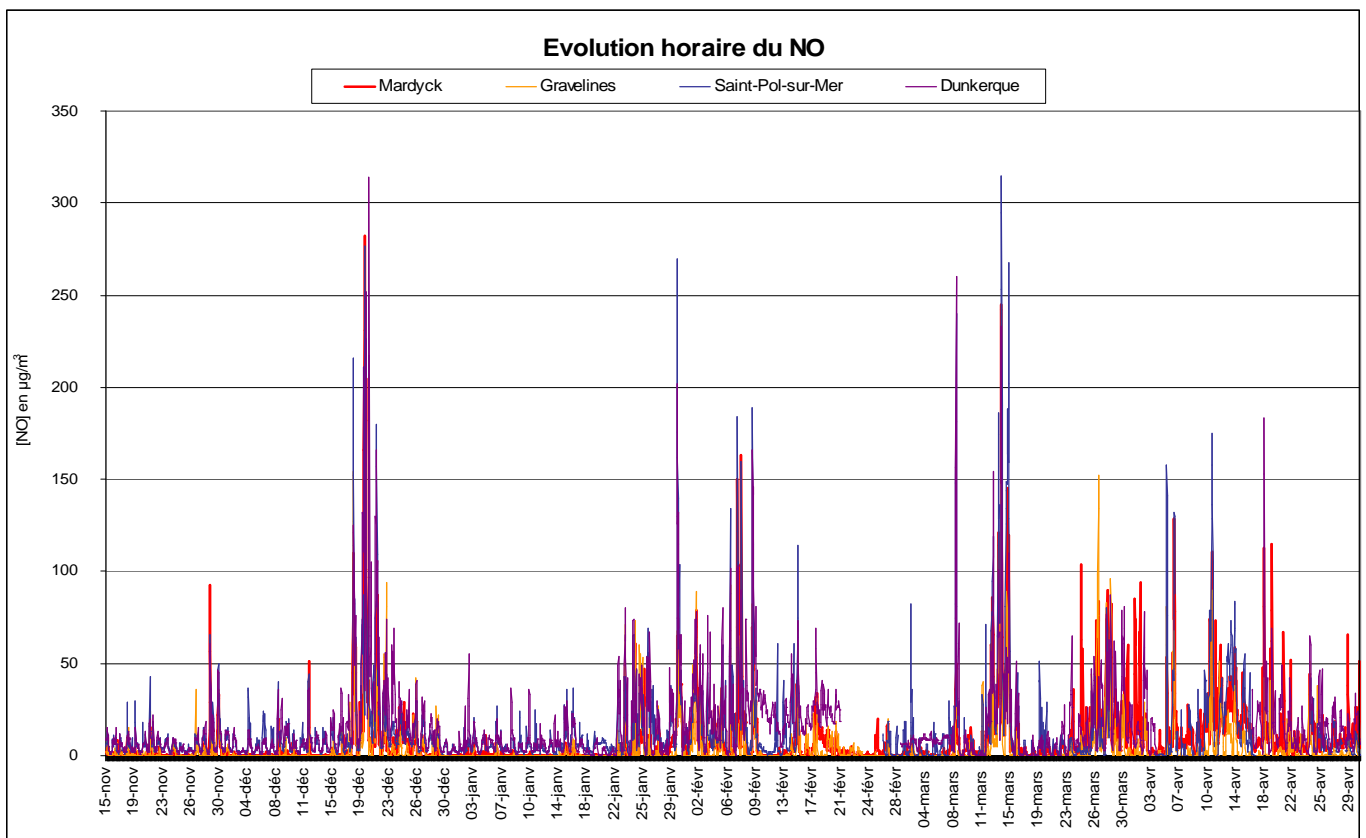
## Les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>)

### Le monoxyde d'azote NO

- Moyennes durant la campagne de mesures

Site	Concentration moyenne (µg/m <sup>3</sup> )	Valeur horaire maximale (µg/m <sup>3</sup> )
Mardyck	8	282 le 19 décembre à 20h TU
Saint-Pol	14	315 le 14 mars à 8h TU
Fort-Mardyck	12	429 le 14 mars à 8h TU
Gravelines	5	156 le 19 décembre à 23h TU
Dunkerque Centre	16	314 le 20 décembre à 10h TU
Petite-Synthe	18	474 le 19 décembre à 17h TU

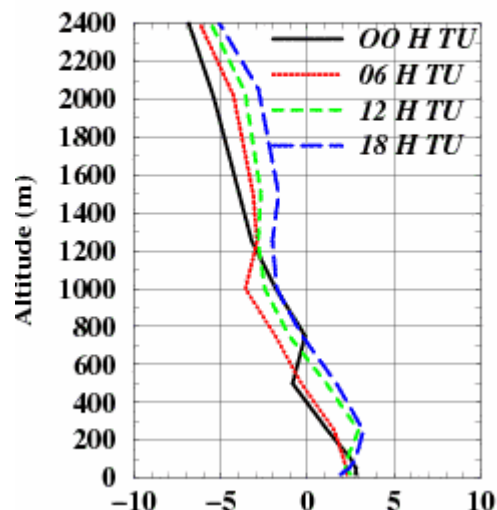
- Evolution des moyennes horaires



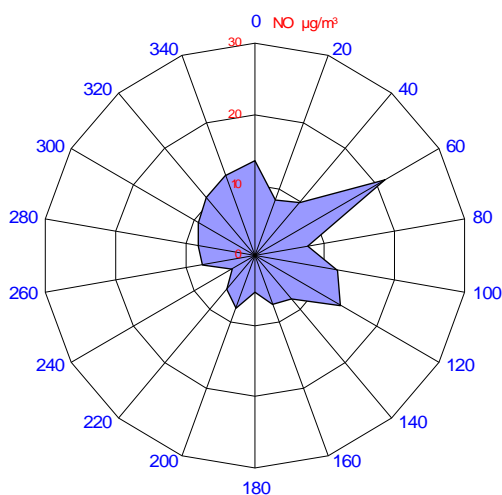
La moyenne en monoxyde d'azote de la station de Mardyck est l'une des plus faibles valeurs enregistrées durant l'étude. Elle est légèrement supérieure à celle de Gravelines, station périurbaine de l'agglomération. Le constat est le même sur les valeurs maximales, même si le maximum horaire sur Mardyck est plus proche des valeurs maximales relevées sur les autres sites.

La valeur maximale sur Mardyck est simultanée à des maxima horaires sur Gravelines, Dunkerque et Petite-Synthe. Ces valeurs de pointe sont liées à de mauvaises conditions de dispersion : pression atmosphérique et humidité relative élevées, vent faible à nul et températures négatives en fin de journée. Ces conditions anticycloniques se sont traduites par une inversion thermique, favorisant à partir de la fin de journée l'accumulation des oxydes d'azote sur l'ensemble de l'agglomération.

## Profil de Temperature



Mardyck - Rose de pollution du NO



La rose de pollution, établie avec les données météorologiques de Gravelines, met en évidence quelques directions prépondérantes. Le principal impact se fait par vent de secteur Nord-Est, sous le vent de la zone sidérurgique. La seconde direction pointe les torchères dans la partie Sud de la raffinerie.

Les concentrations situées dans le quart Nord-Ouest de la rose de pollution illustrent :

- les activités industrielles au Nord (Poliméri et Lafarge)
- les émissions domestiques (implantation du village au rapport au capteur).

- Corrélation aux autres sites (voir annexe 1)

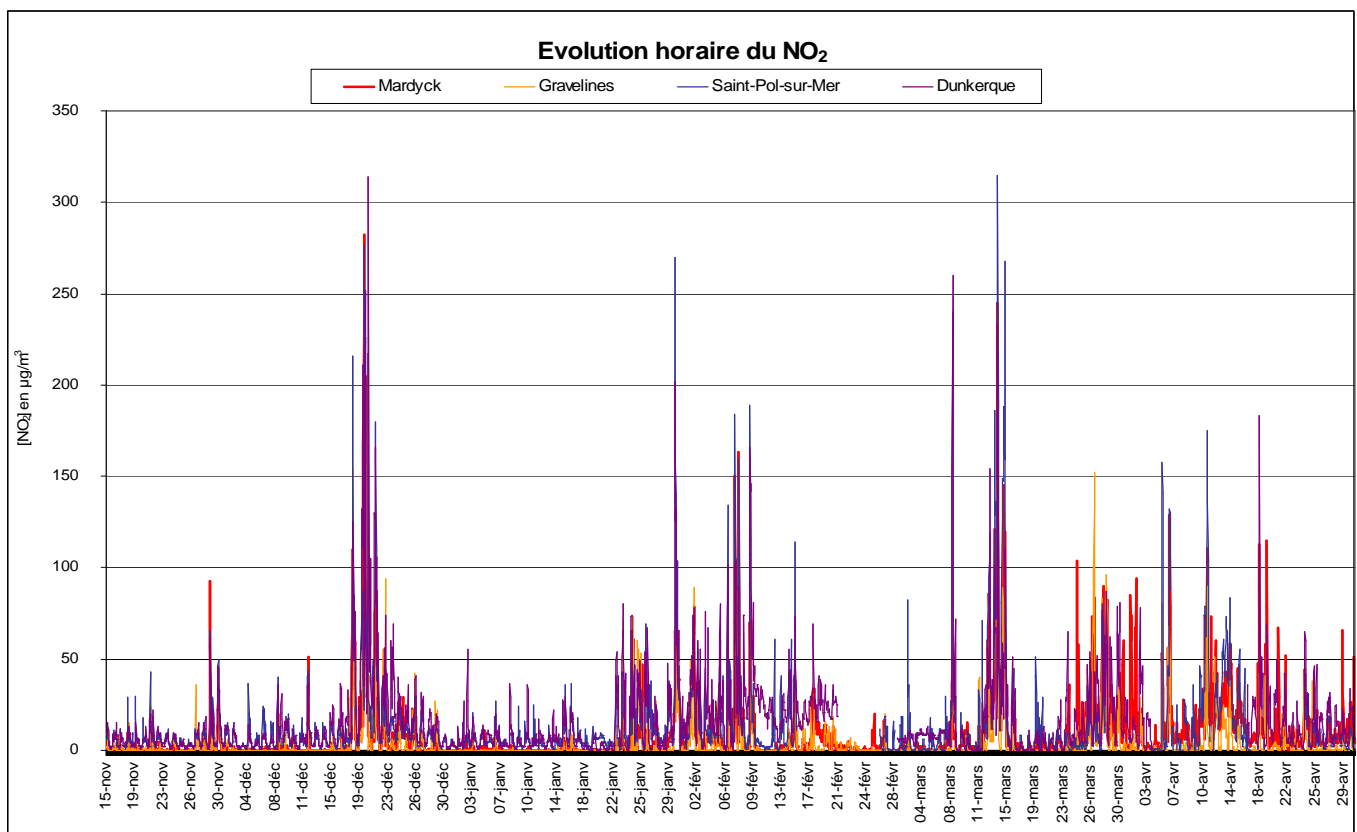
Le coefficient de corrélation du NO n'est pas très élevé (0.56) avec le NO<sub>2</sub> et faible avec le CO, le SO<sub>2</sub> et les poussières en suspension sur le site de Mardyck. La corrélation avec le monoxyde d'azote mesuré sur Fort Mardyck, Saint-Pol et Gravelines est meilleure et supérieure à 0.75 pour chaque site. Les coefficients sont moins élevés pour Dunkerque et Petite Synthe, sites de mesure plus influencés par le trafic automobile.

## Le dioxyde d'azote NO<sub>2</sub>

- Moyennes durant la campagne de mesures

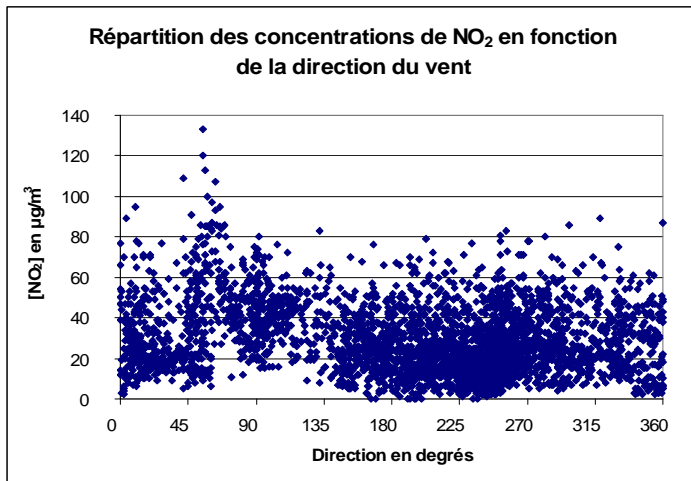
Site	Concentration moyenne (µg/m <sup>3</sup> )	Valeur horaire maximale (µg/m <sup>3</sup> )
Mardyck	28	133 le 1 <sup>er</sup> avril à 19h TU
Saint-Pol	30	107 le 16 mars à 14h TU
Fort-Mardyck	28	93 le 14 mars à 8h TU
Gravelines	20	106 le 27 mars à 19h TU
Dunkerque Centre	36	133 le 19 décembre à 17h TU
Petite-Synthe	33	113 le 19 décembre à 17h TU

- Evolution des moyennes horaires



La moyenne en NO<sub>2</sub> sur le site de Mardyck est plus homogène avec les stations urbaines de l'agglomération dunkerquoise qu'elle ne l'est pour le NO. Elle reste inférieure aux valeurs de Dunkerque et Petite-Synthe, influencées par le trafic automobile. Les valeurs maximales sont plus dispersées au niveau des dates que pour le monoxyde d'azote. Le maximum horaire en NO<sub>2</sub> enregistré le 1<sup>er</sup> avril à 19 heures est simultané au maximum horaire en CO et à des valeurs élevées de SO<sub>2</sub> et de poussières en suspension. La station enregistre pendant plusieurs heures en fin de journée une élévation des concentrations en dioxyde de soufre, dioxyde d'azote et poussières en suspension. Le vent, stable durant la journée, est établi au Nord-Est (55° – 60°) et de vitesse supérieure à 5 m /s. Cette valeur maximale est probablement d'origine industrielle.

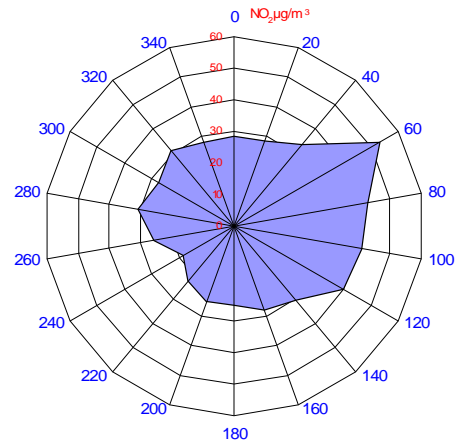
**Aucun dépassement des valeurs limites et objectifs de qualité n'a été constaté durant l'étude pour le dioxyde d'azote.**



On constate, sur le nuage de points, que la majorité des concentrations entre 0 et 70  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ne dépendent pas d'une direction particulière. Les valeurs supérieures à 100  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sont systématiquement associées à des vents de secteur Nord-Est ( $55^\circ - 60^\circ$ ).

La rose de pollution du  $\text{NO}_2$  met évidence un secteur plus large que pour le  $\text{NO}$  mais dont la direction dominante est la même.

Mardyck - Rose de pollution du  $\text{NO}_2$



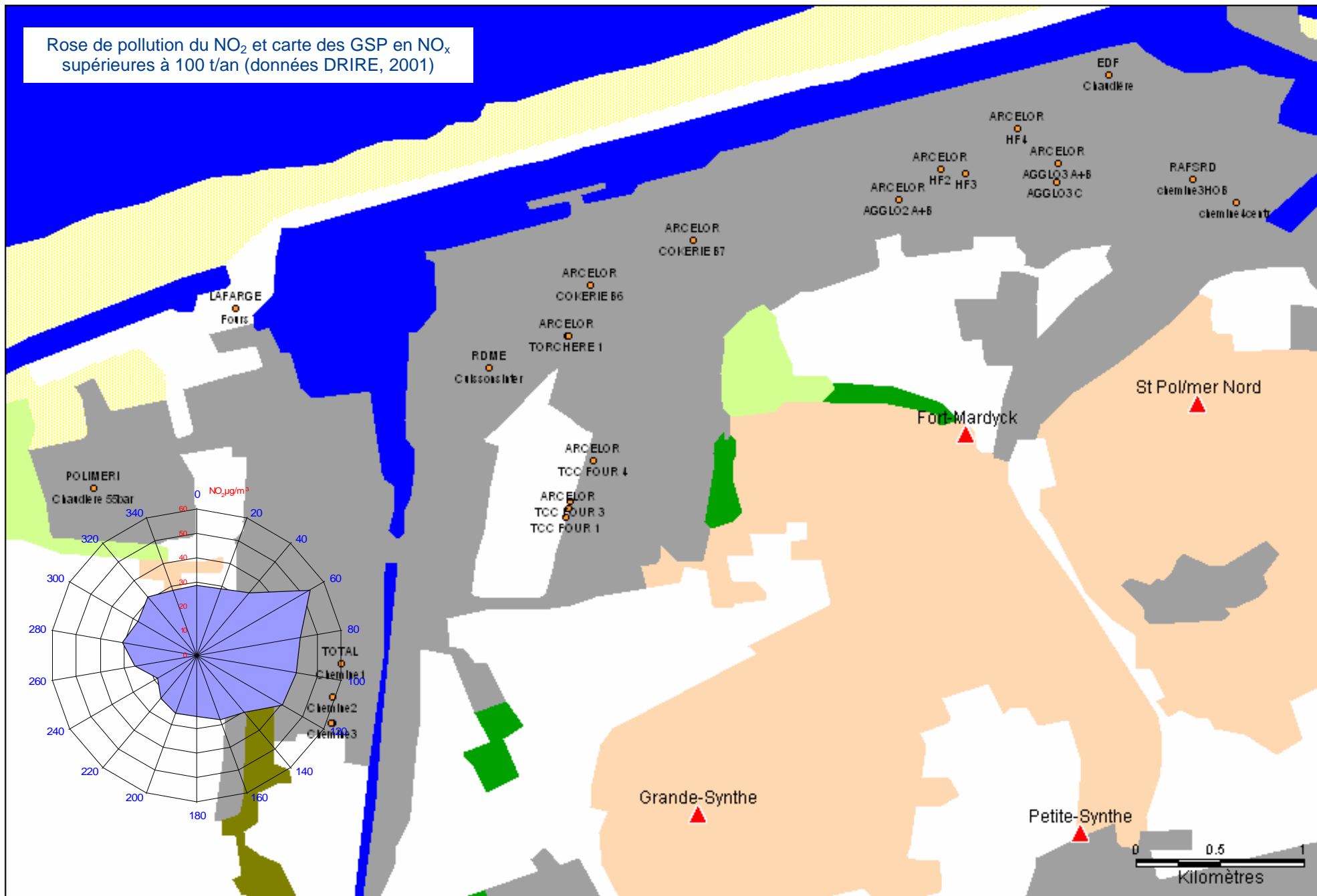
- Corrélation aux autres sites

Le coefficient de corrélation du  $\text{NO}_2$  avec les autres sites de mesure est bon avec Fort-Mardyck et Saint-Pol, plus élevé encore avec Gravelines. Il illustre l'homogénéité de la répartition du dioxyde d'azote sur l'agglomération dunkerquoise. Seules les stations de proximité automobile se distinguent avec un coefficient plus faible.

Le rapport  $\text{NO}/\text{NO}_2$  est égal à 0.44. L'ADEME préconise un rapport  $\text{NO}/\text{NO}_2$  inférieur à 1.5 pour des stations urbaines.

**Les concentrations en oxydes d'azote, bien que pouvant subir une influence industrielle, sont typiques des concentrations en zone urbaine rencontrées dans l'agglomération dunkerquoise.**

Rose de pollution du NO<sub>2</sub> et carte des GSP en NO<sub>x</sub> supérieures à 100 t/an (données DRIRE, 2001)



## Le monoxyde de carbone (CO)

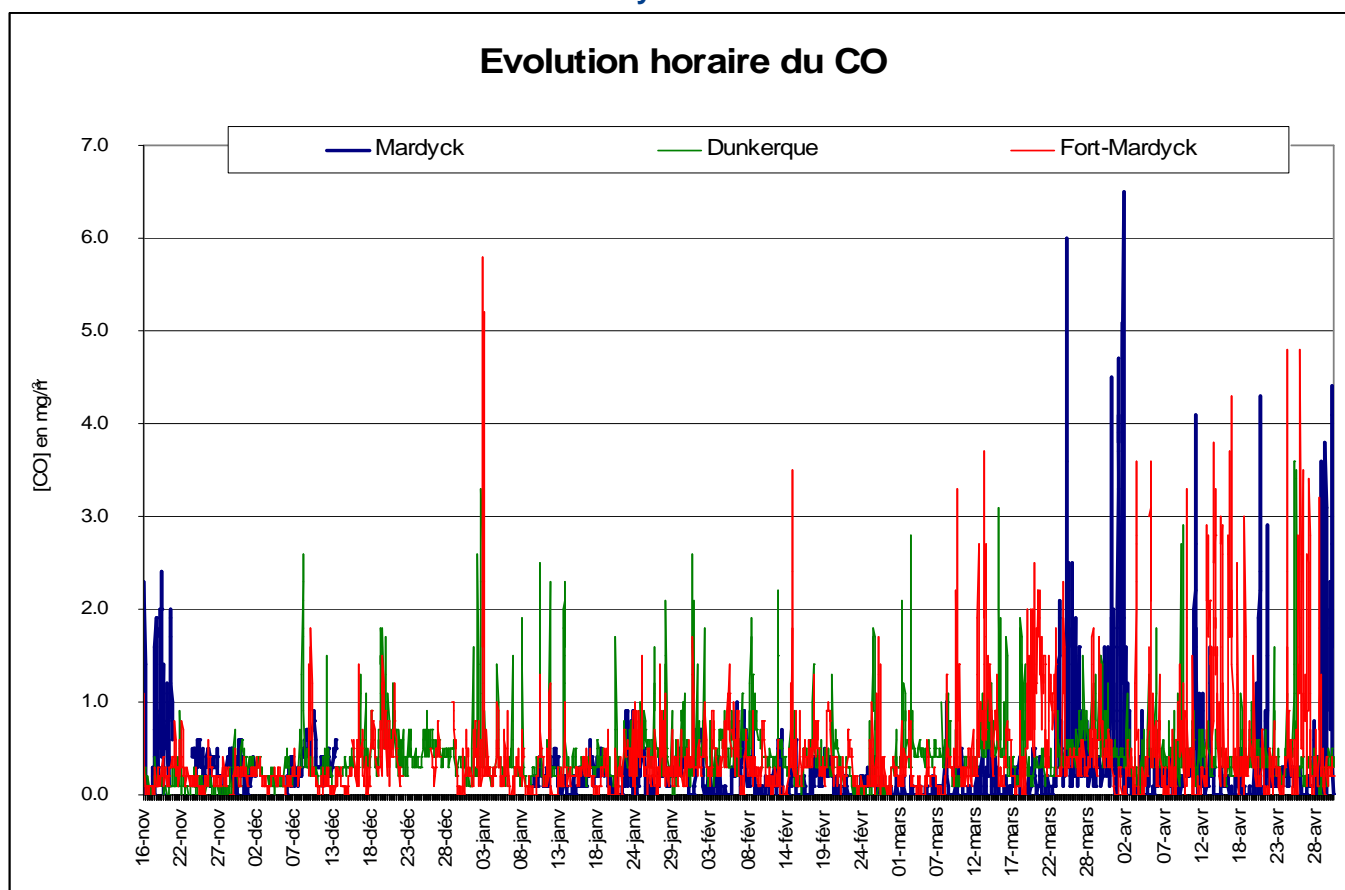
- Moyennes durant la campagne de mesures

Site	Concentration moyenne (mg/m <sup>3</sup> )	Valeur horaire maximale (mg/m <sup>3</sup> )	Moyenne sur 8 heures glissantes maximales (mg/m <sup>3</sup> )
Mardyck	0.3	6.5 le 1 <sup>er</sup> avril à 19h TU	3.4
Fort-Mardyck	0.4	5.8 le 24 avril à 13h TU	2.7
Dunkerque Centre	0.4	3.6 le 25 avril à 13h TU	1.6

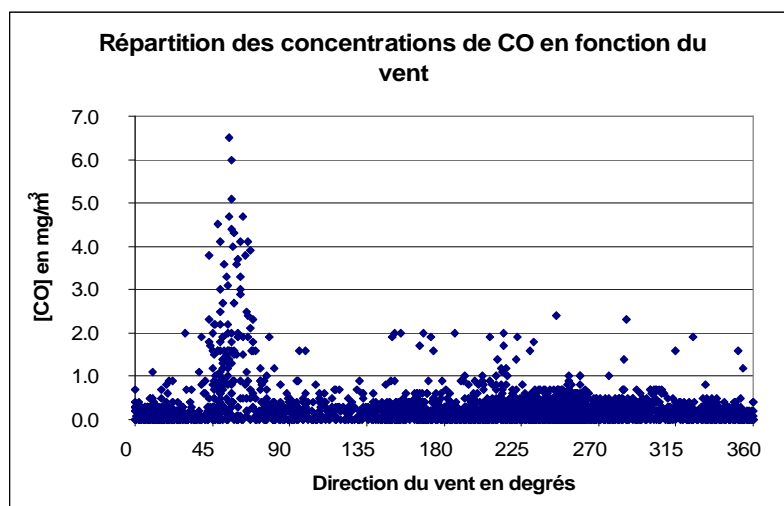
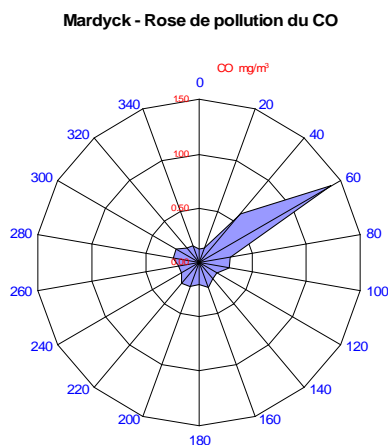
- Evolution des moyennes horaires

Les moyennes en CO sont équivalentes sur les trois sites. Les maxima horaires sont du même ordre de grandeur sur les sites de Fort-Mardyck et Mardyck, plus faibles sur le site de Dunkerque centre.

**Aucun dépassement des valeurs réglementaires n'a été constaté durant l'étude pour le monoxyde de carbone.**



Les valeurs maximales sont moins fréquentes sur Mardyck que sur Fort Mardyck et sont quasi systématiquement associées à une seule direction. On ne constate pas de dépassements des valeurs recommandées par l'OMS.

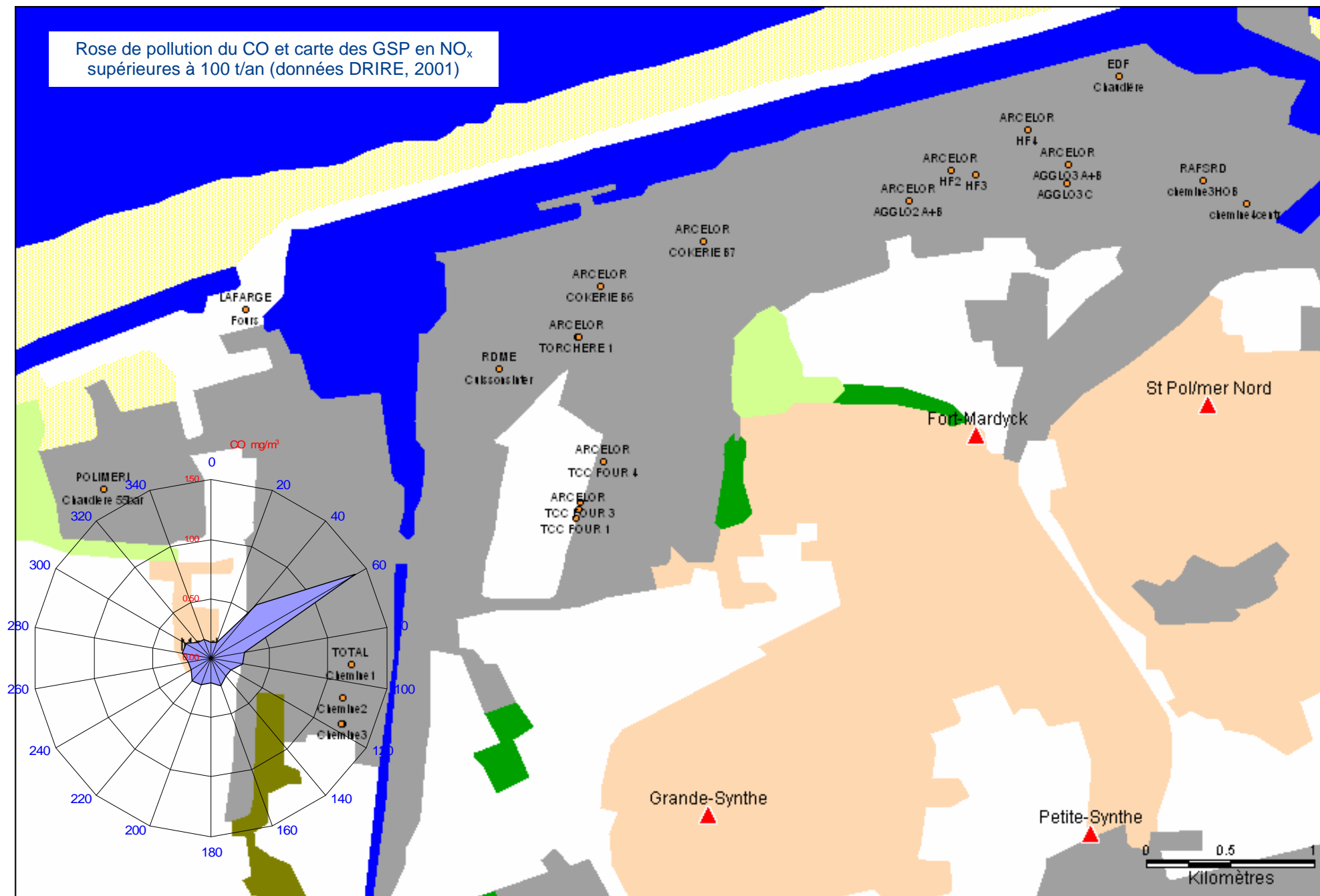


Le champ de vent associé aux valeurs les plus élevées est le même que pour les oxydes d'azote.

- Corrélation aux autres sites

Les sources principales d'émission du monoxyde de carbone sont automobiles et industrielles. Le trafic dans le secteur de Mardyck, malgré la desserte des industries voisines, est plus faible que dans le centre de Dunkerque. Les valeurs maximales de CO ne sont pas simultanées à celles de Dunkerque Centre, ni de même source, d'où le mauvais coefficient de corrélation. L'activité industrielle est la première source d'émission sur Mardyck. Cependant, Mardyck et Fort-Mardyck n'étant pas situés sous les mêmes vents par rapport aux industries émettrices, les valeurs maximales ne peuvent pas être simultanées, impliquant un mauvais coefficient de corrélation même si la ou les sources d'émission sont les mêmes.

Rose de pollution du CO et carte des GSP en NO<sub>x</sub> supérieures à 100 t/an (données DRIRE, 2001)

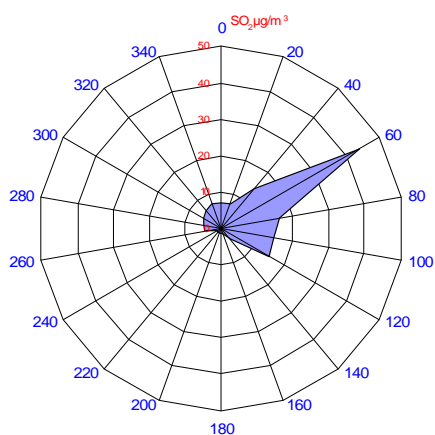




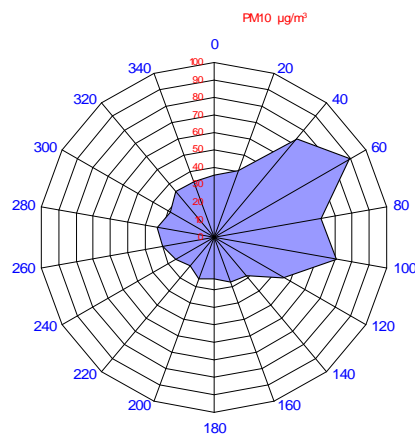
## Autres polluants mesurés (SO<sub>2</sub> et PM 10)

A titre indicatif, les résultats des polluants mesurés de façon classique sur le site de Mardyck sont présentés brièvement. Les roses de pollution du SO<sub>2</sub> et des PM 10 mettent en évidence la même direction dominante que pour les oxydes d'azote et le monoxyde de carbone.

Mardyck - Rose de pollution du SO<sub>2</sub>



Mardyck - Rose de pollution des PM 10



Outre la direction Nord-Est récurrente sur les cinq roses de pollution, la direction Est-Sud-Est est plus marquée, notamment pour le SO<sub>2</sub>. Cette direction englobe la partie sud de la raffinerie.

# Conclusion

A la demande de Monsieur Blanchard, Maire délégué de la commune de Mardyck, une étude sur le complément de mesures de la station de Mardyck a été programmée du 15 novembre 2006 au 30 avril 2007. L'objectif de cette étude est d'évaluer l'impact des activités industrielles voisines sur le site de Mardyck et de positionner les valeurs mesurées par rapport aux autres stations de l'agglomération dunkerquoise afin de décider de la nécessité de compléter ou non les mesures sur ce site fixe de proximité industrielle.

Pour les oxydes d'azote, l'exploitation des résultats n'a pas mis en évidence de dépassement des valeurs réglementaires. Les valeurs en monoxyde d'azote se situent entre les niveaux de la station urbaine de Saint-Pol-sur-Mer et la station périurbaine de Gravelines. La moyenne en dioxyde d'azote est plus proche des valeurs relevées en zone urbaine, à Fort-Mardyck et Saint-Pol-sur-Mer. Les roses de pollution mettent en évidence un impact de la zone sidérurgique sur la direction 55° - 60° (Nord-Est).

Pour le monoxyde de carbone, la moyenne du site de Mardyck est homogène avec les mesures réalisées en proximités industrielle et automobile. Les valeurs maximales sont du même ordre de grandeur que celles observées à Fort-Mardyck. La rose de pollution établie pour le CO met en évidence la même direction que pour les oxydes d'azote. De même, cette direction est prépondérante sur les roses de pollution du dioxyde de soufre et des poussières en suspension. Aucun dépassement des valeurs réglementaires n'a été enregistré pour le monoxyde de carbone sur le site de Mardyck.

L'effet de proximité industrielle sur les concentrations en NOx et CO a pu être augmenté par de mauvaises conditions de dispersion (pression élevées, inversions de températures) associées à des vents de secteur Nord-Est mis en évidence sur les roses de pollution.

L'exploitation des résultats montre que les niveaux moyens d'oxydes d'azote et de monoxyde de carbone sur Mardyck sont homogènes avec les mesures réalisées sur les stations de Saint-Pol-sur-Mer et de Fort-Mardyck. On peut donc considérer ces stations comme étant représentatives de la qualité de l'air sur l'agglomération dunkerquoise. L'impact de l'activité sidérurgique a été mis en évidence sur le site de Mardyck, dans des proportions égales aux mesures faites en toute proximité de la zone d'émissions.

**Les résultats de cette étude montrent qu'il n'y a pas lieu de mettre en place une surveillance en continu des oxydes d'azote et du monoxyde de carbone.**

## Coefficients de corrélation

### Station de Mardyck

	NO	NO <sub>2</sub>	CO	SO <sub>2</sub>	PM10
NO	1	0.56	0.31	0.27	0.33
NO <sub>2</sub>	0.56	1	0.45	0.51	0.61
CO	0.31	0.45	1	0.57	0.50

### NO

	Dunkerque Centre	Fort-Mardyck	Saint-Pol	Petite-Synthe	Mardyck	Gravelines
Dunkerque Centre	1	0.66	0.77	0.70	0.59	0.60
Fort-Mardyck	0.66	1	0.87	0.78	0.75	0.75
Saint-Pol	0.77	0.87	1	0.76	0.77	0.72
Petite-Synthe	0.70	0.78	0.76	1	0.64	0.68
Mardyck	0.59	0.75	0.77	0.64	1	0.76
Gravelines	0.60	0.75	0.72	0.68	0.76	1

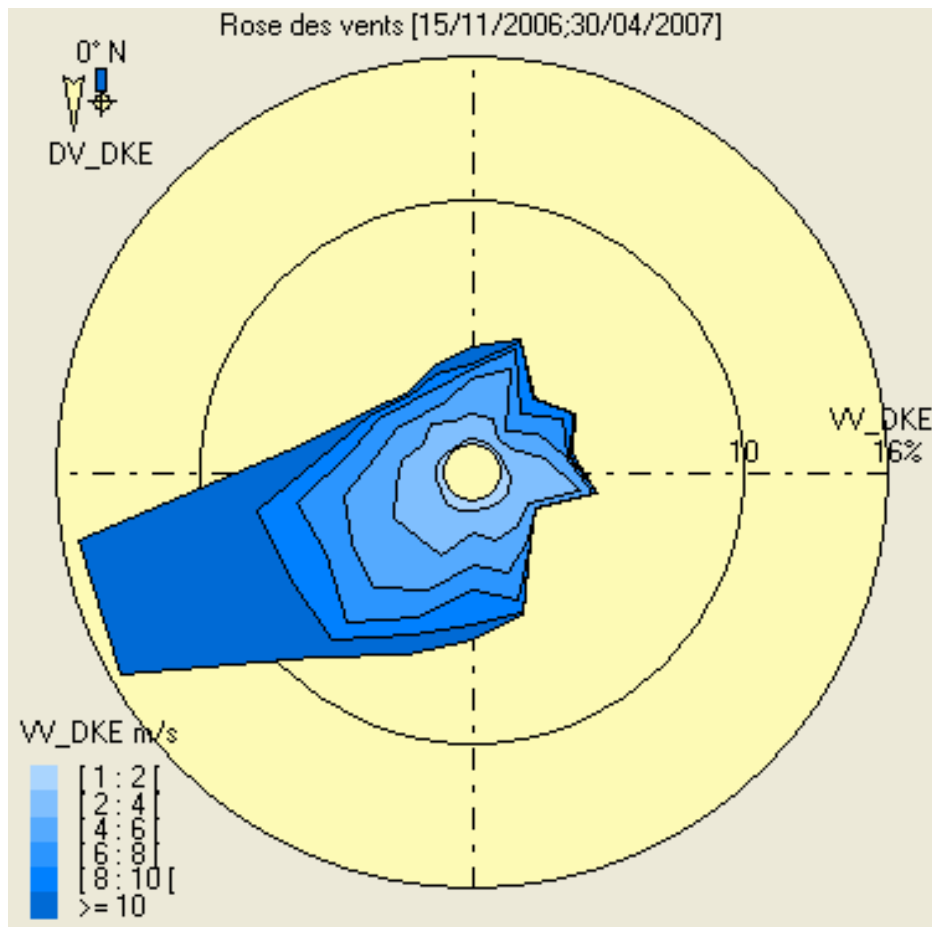
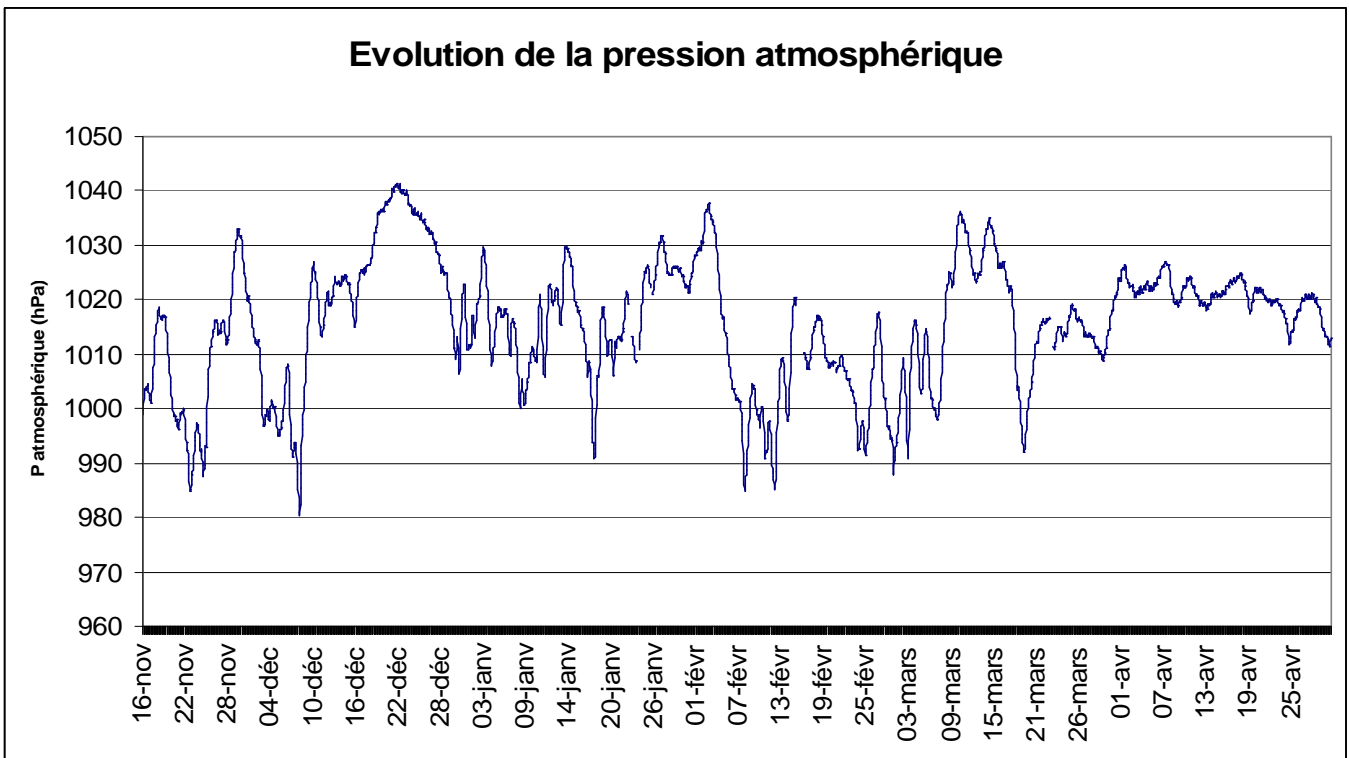
### NO<sub>2</sub>

	Dunkerque Centre	Fort-Mardyck	Saint-Pol	Petite-Synthe	Mardyck	Gravelines
Dunkerque Centre	1	0.74	0.84	0.75	0.68	0.73
Fort-Mardyck	0.74	1	0.87	0.78	0.74	0.79
Saint-Pol	0.84	0.87	1	0.77	0.75	0.78
Petite-Synthe	0.75	0.78	0.77	1	0.61	0.73
Mardyck	0.68	0.74	0.75	0.61	1	0.85
Gravelines	0.73	0.79	0.78	0.73	0.85	1

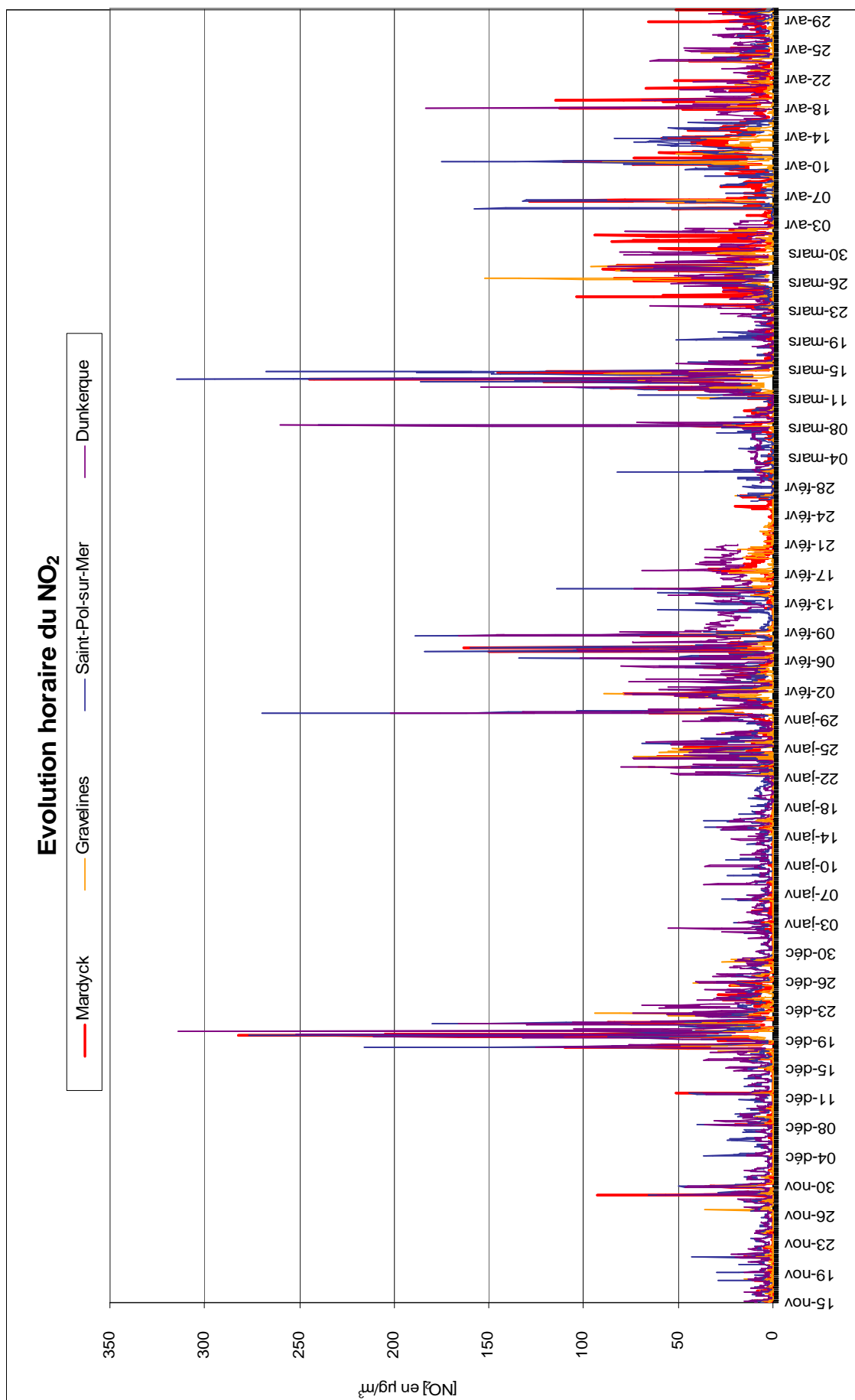
### CO

	Dunkerque Centre	Fort-Mardyck	Mardyck
Dunkerque Centre	1	0.13	0.02
Fort-Mardyck	0.13	1	-0.08
Mardyck	0.02	-0.08	1

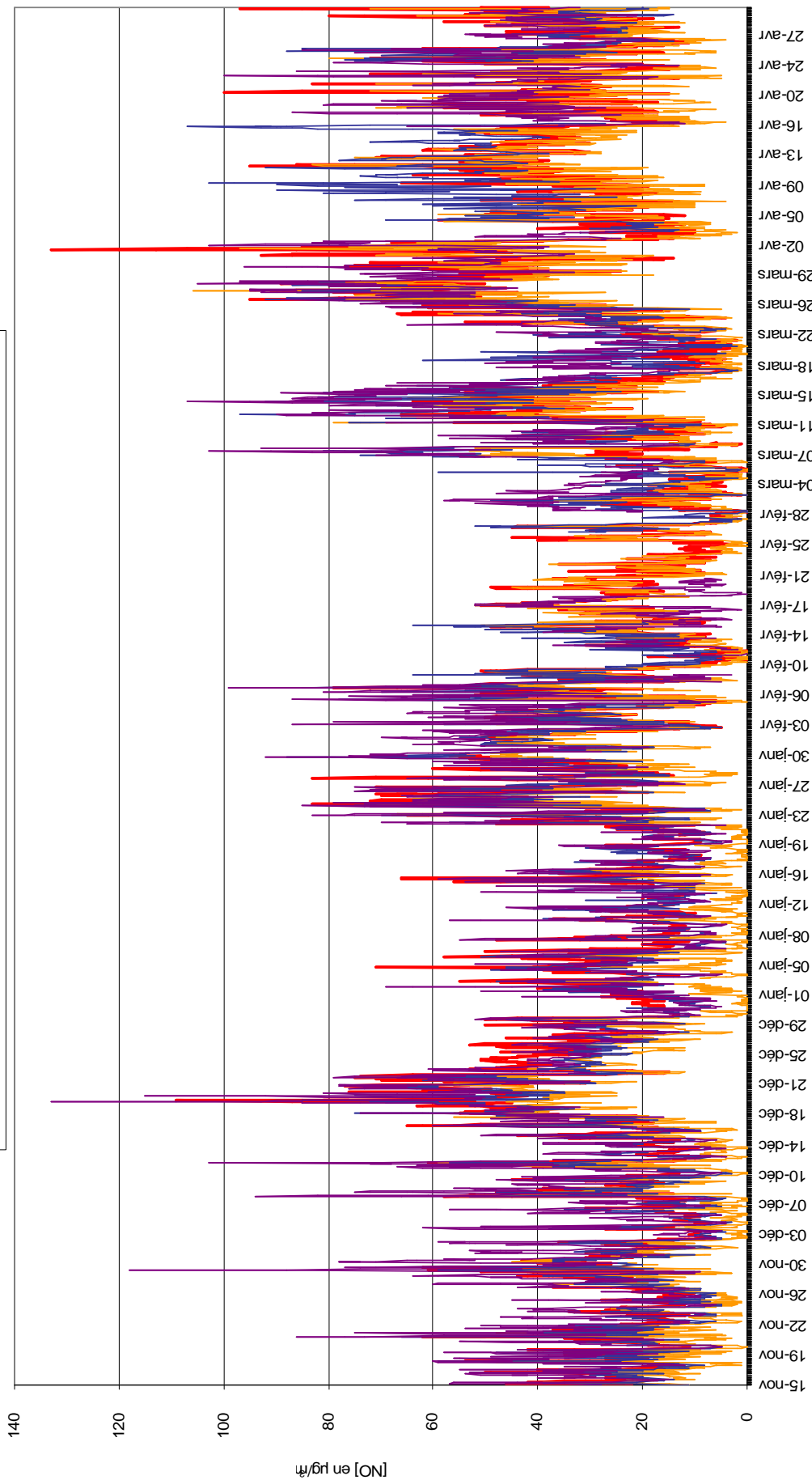
# Météorologie



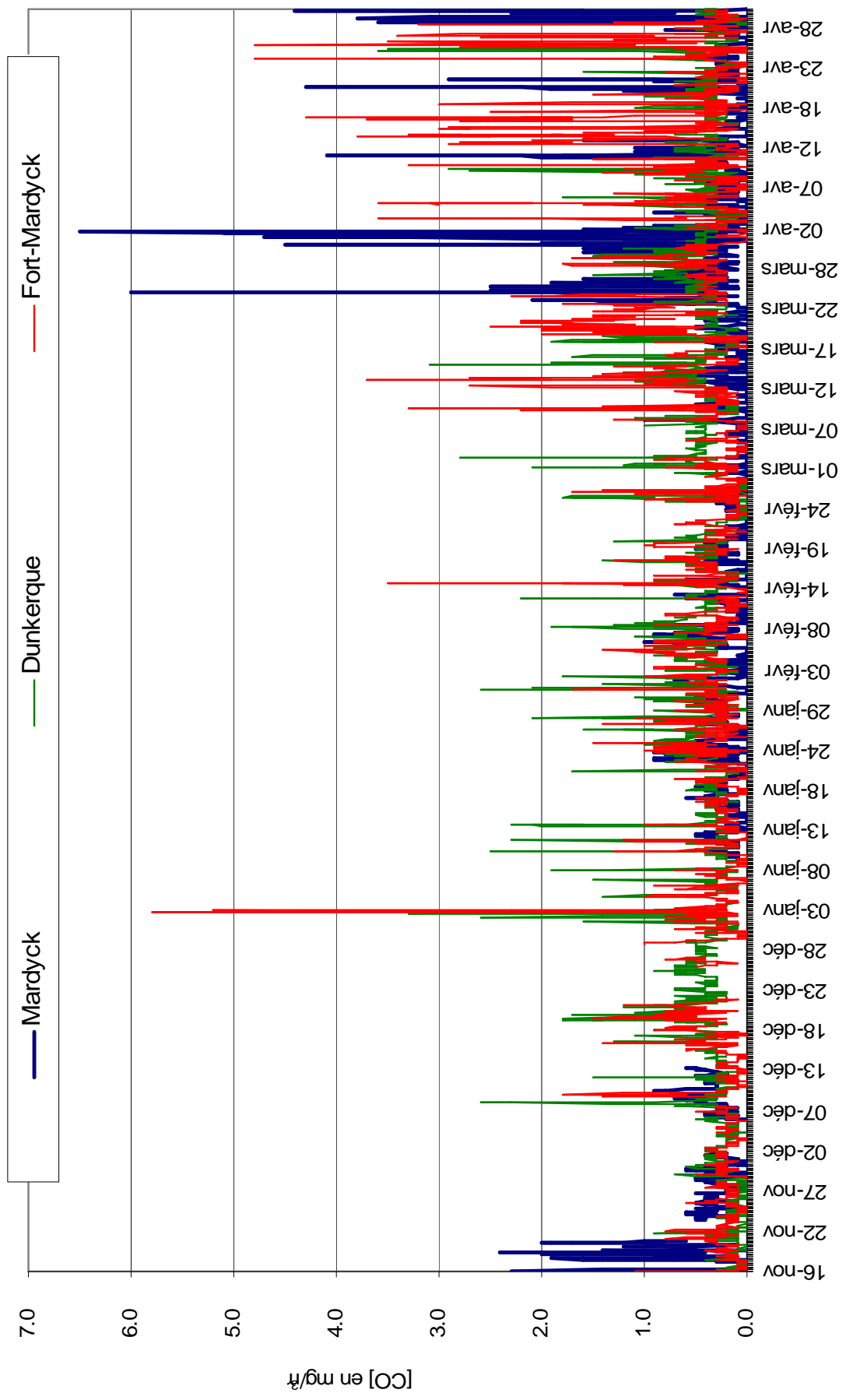
## Courbes des polluants



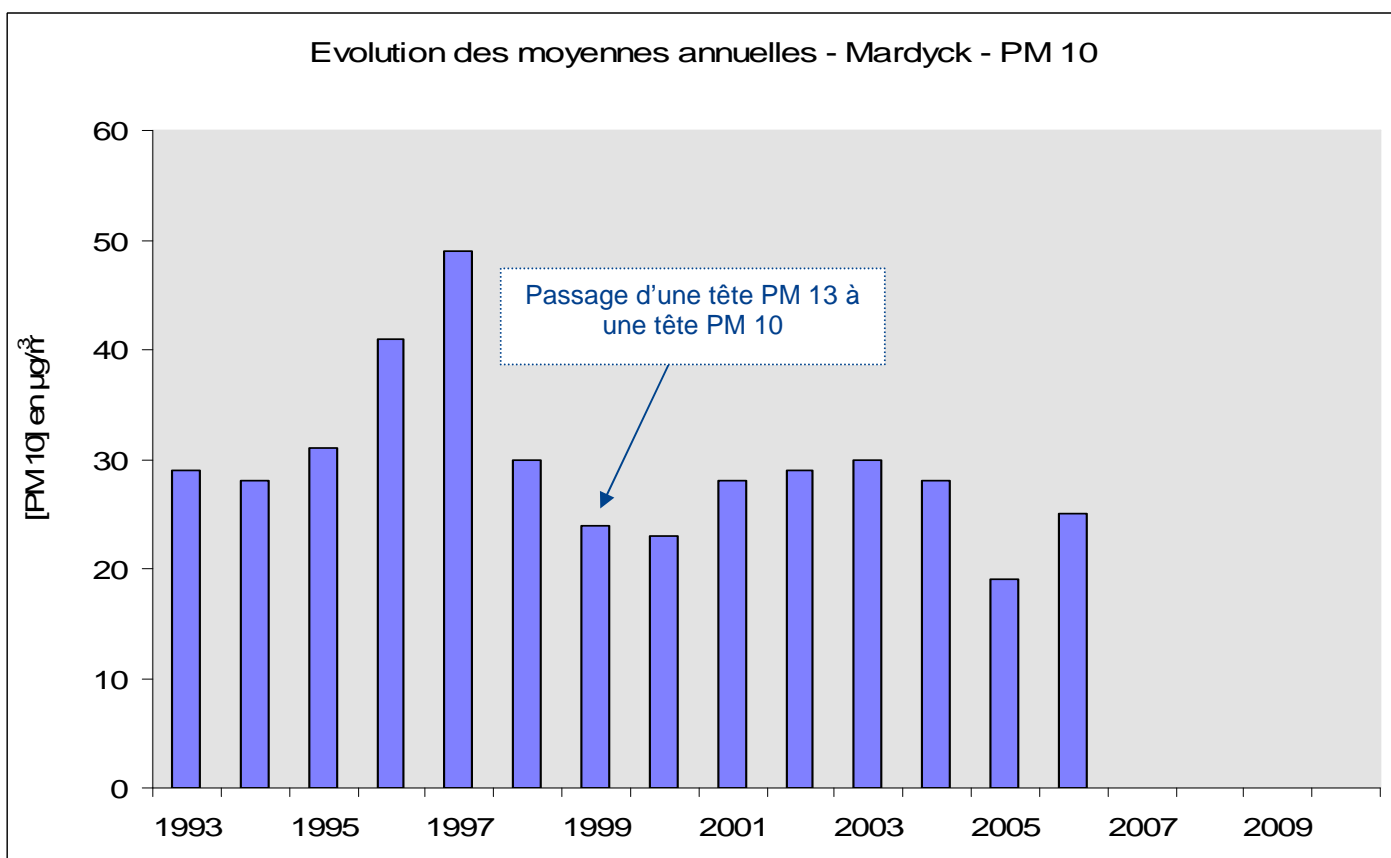
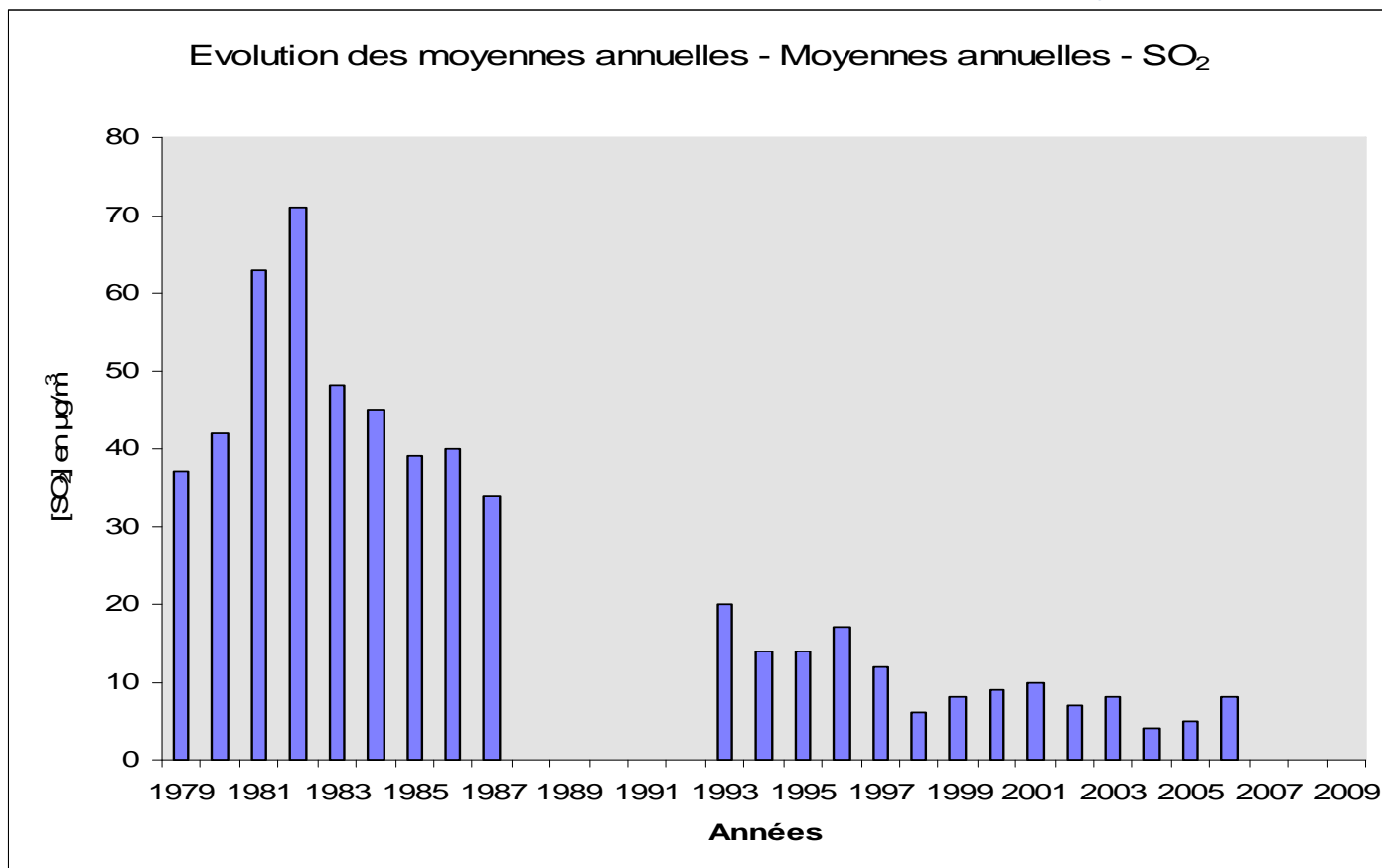
## Evolution horaire du NO



# Evolution horaire du CO

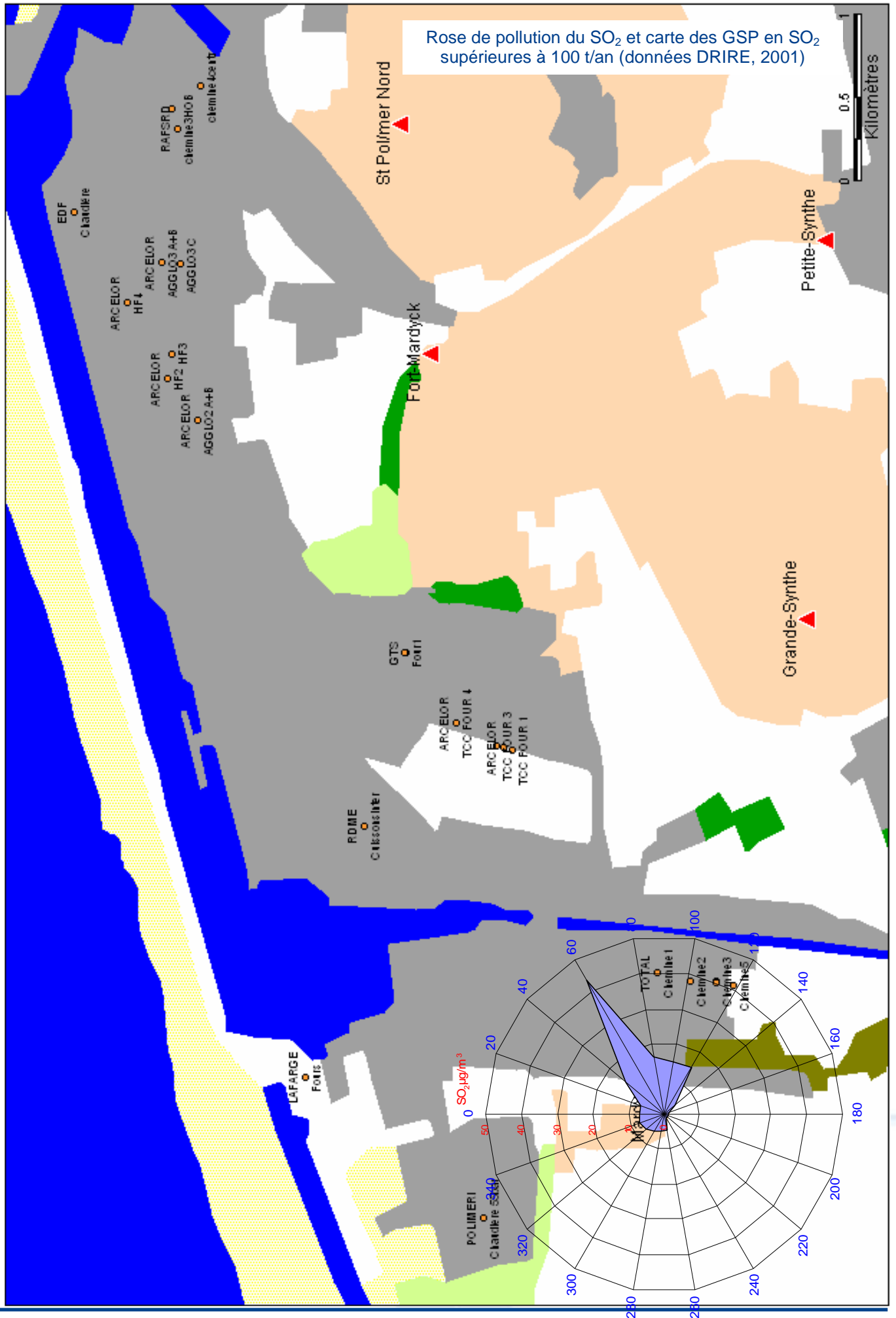


## Historique des données de la station de Mardyck





Rose de pollution du SO<sub>2</sub> et carte des GSP en SO<sub>2</sub> supérieures à 100 t/an (données DRIRE, 2001)



## QUATRE SERVICES SUR QUATRE SITES



**GRAVELINES**

### ADMINISTRATIF ET FINANCIER/RESSOURCES HUMAINES

Rue du Pont de pierre - B.P. 78  
59820 GRAVELINES

administration@atmo-npdc.fr ou finances@atmo-npdc.fr



**VALENCIENNES**

### COMMUNICATION

Zone d'activités de Prouvy-Rouvignies - B.P. 800  
59309 VALENCIENNES Cedex

contact@atmo-npdc.fr



**BÉTHUNE**

### ÉTUDES/RECHERCHE & DÉVELOPPEMENT

Centre Jean-monnet  
Avenue de Paris  
62400 BÉTHUNE

etudes@atmo-npdc.fr



**LILLE**

### TECHNIQUE ET MÉTROLOGIE

189, boulevard de la Liberté  
59000 LILLE Cedex

technique@atmo-npdc.fr

World Trade Center Lille  
299, boulevard de Leeds  
59777 EURAILLIE  
<http://www.atmo-npdc.fr>

**N°Azur 0 810 10 59 62**

PRIX D'APPEL LOCAL

**N°Azur FAX 0 810 11 59 62**

PRIX D'APPEL LOCAL