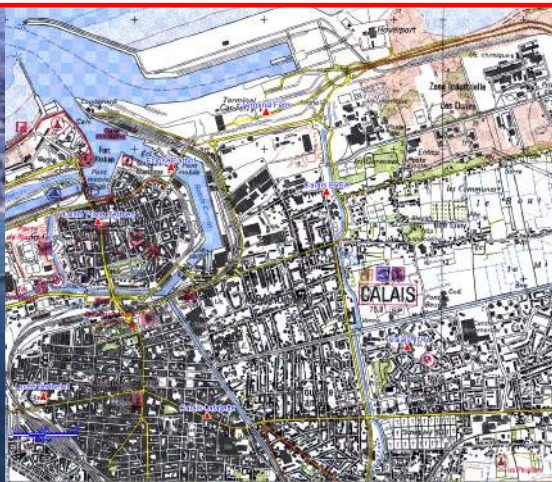


# Campagne de mesures de la qualité de l'air



**Etude réalisée à Calais**  
**du 6 mai au 2 juin 2009 - Station mobile**





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 Calais

## Ecluse Carnot

### du 6 mai au 2 juin 2009

### par la station mobile

Rapport d'étude N° 06-2009-AA

30 pages (hors couvertures)

Parution : Novembre 2009

|          | 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° 06 - 2009 - AA.

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>Table des illustrations</b> .....             | <b>3</b>  |
| <b>Contexte et objectifs de l'étude</b> .....    | <b>4</b>  |
| <b>Organisation stratégique de l'étude</b> ..... | <b>5</b>  |
| Situation géographique .....                     | 5         |
| Réglementation européenne .....                  | 6         |
| Sites de mesure .....                            | 6         |
| Emissions connues.....                           | 7         |
| Technique utilisée.....                          | 8         |
| <b>Polluants surveillés</b> .....                | <b>9</b>  |
| Le dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> ) .....    | 9         |
| Les oxydes d'azote (NO <sub>x</sub> ) .....      | 9         |
| Les poussières en suspension (PS) .....          | 9         |
| L'ozone (O <sub>3</sub> ) .....                  | 9         |
| Le monoxyde de carbone (CO).....                 | 9         |
| <b>Repères réglementaires</b> .....              | <b>10</b> |
| Recommandations de l'OMS .....                   | 10        |
| Valeurs réglementaires en air ambiant .....      | 11        |
| <b>Exploitation des mesures</b> .....            | <b>13</b> |
| Contexte météorologique .....                    | 13        |
| Exploitation des résultats .....                 | 14        |
| <b>Conclusion</b> .....                          | <b>23</b> |
| <b>Annexes</b> .....                             | <b>24</b> |

# Table des illustrations

|  |    |
|--|----|
| Figure 1 : Carte des trafics maritimes (source Région Nord – Pas-de-Calais) .....  | 4  |
| Figure 2 : Carte du site d'étude et des stations fixes .....   | 4  |
| Figure 3 : Port de Calais (Photo et informations - source : <a href="http://www.calais-port.com">www.calais-port.com</a> ) ..... | 5  |
| Figure 4 : Station mobile 3 sur le site de l'écluse Carnot .....   | 6  |
| Figure 5 : Emissions du transport routier .....  | 7  |
| Figure 6 : Emissions industrielles .....   | 7  |
| Figure 7 : Emissions domestiques .....   | 7  |
| Figure 8 : Emissions estimées du trafic terrestre non routier .....  | 7  |
| Figure 9 : Recommandations OMS.....  | 10 |
| Figure 10 : Valeurs réglementaires.....  | 11 |
| Figure 11 : Valeurs réglementaires.....  | 12 |
| Figure 12 : Données météorologiques.....   | 13 |
| Figure 13 : Rose des vents de la période – site Carnot .....   | 13 |
| Figure 14 : Résultats de l'étude .....   | 14 |
| Figure 15 : Données de SO <sub>2</sub> .....   | 16 |
| Figure 16 : Moyennes horaires en SO <sub>2</sub> .....   | 16 |
| Figure 17 : Roses de pollution en SO <sub>2</sub> , nuage de points et carte .....   | 17 |
| Figure 18 : Données d'oxydes d'azote.....  | 18 |
| Figure 19 : Moyennes horaires en NO .....  | 18 |
| Figure 20 : Roses de pollution en NO et en NO <sub>2</sub> .....   | 19 |
| Figure 21 : Moyennes horaires en NO <sub>2</sub> .....   | 19 |
| Figure 22 : Données de PM <sub>10</sub> .....  | 20 |
| Figure 23 : Moyennes horaires en PM <sub>10</sub> .....  | 20 |
| Figure 24 : Roses de pollution en PM <sub>10</sub> .....   | 20 |
| Figure 25 : Données d'O <sub>3</sub> .....   | 21 |
| Figure 26 : Moyennes horaires en O <sub>3</sub> .....  | 21 |
| Figure 27 : Données de CO.....   | 22 |
| Figure 28 : Moyennes horaires de CO.....   | 22 |



# Contexte et objectifs de l'étude

Situé dans le détroit du Pas-de-Calais, sur la Mer du Nord, le port de Calais dispose d'infrastructures et d'équipements portuaires modernes et adaptés à la réception de grands navires de commerce traditionnel et au déchargement et chargement des marchandises en vrac et marchandises diverses. L'atout le plus fondamental de Calais est de donner accès à la route maritime la plus courte du continent vers l'Angleterre et notamment à la grande région de Londres. Par ailleurs, c'est la route maritime la plus sécurisante du point de vue nautique, permettant en effet aux transbordeurs en provenance ou à destination de Douvres de couper sans détour et à angle droit le dispositif de séparation du trafic maritime dans le détroit, conformément aux prescriptions de la réglementation internationale. Cette particularité, réduisant à 40 km la traversée (contre 50 km au départ de Boulogne-sur-Mer et 70 km au départ de Dunkerque), permet une cinquantaine de traversées par jour, assurée par une dizaine de navires environ.



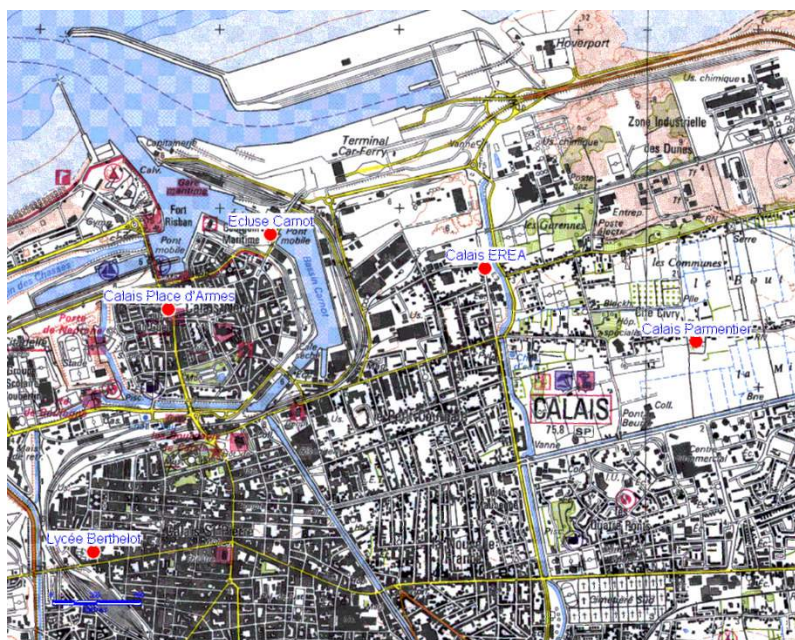
Figure 1 : Carte des trafics maritimes (source Région Nord – Pas-de-Calais)

Dès la mise en service (en 2001) de la station de mesure située sur la Place d'Armes sur le secteur de Calais-Nord, des pointes récurrentes de dioxyde de soufre et d'oxydes d'azote sont observées sous les vents de la zone portuaire. La problématique de la pollution liée au trafic transmanche a été intégrée au programme d'étude et la première campagne de mesure s'est déroulée en 2003, sur le site de l'Ecluse Carnot. Une seconde étude sur un secteur plus élargi, intégrant le site du terminal transmanche a été conduite en 2007, intégrant à cette occasion, une étude modélisation des rejets des navires.

Le site de l'Ecluse Carnot, reconduit lors de cette seconde campagne, s'est avéré un site répondant aux critères d'implantation d'une station fixe.

Le principe d'une station d'observation de la zone portuaire ayant été inscrit au Programme de Surveillance de la Qualité de l'Air d'Atmo Nord – Pas-de-Calais, le choix de l'implantation de la station fixe de mesure s'est porté sur l'Ecluse Carnot.

L'objectif de cette troisième campagne est la validation de l'implantation de la station sur la parcelle. L'étude s'est déroulée du 6 mai au 2 juin 2009. La carte ci-dessous repère l'implantation de notre site d'étude et des stations fixes utilisées pour la comparaison des résultats issus de la campagne de mesure.



Copyright ©IGN 2003 – Reproduction interdite

Figure 2 : Carte du site d'étude et des stations fixes

# Organisation stratégique de l'étude

## Situation géographique

La passe d'entrée et l'avant port sont accessibles depuis le rail montant de la mer du Nord grâce à un chenal extérieur. L'avant port permet l'accès au bassin en eau profonde Henri Ravisse. Ce bassin, soumis à l'action de la marée, peut accueillir des navires de type « Panamax » aux trois postes du quai Nord en eau profonde. Ce quai, équipé de grues polyvalentes et disposant de toutes les surfaces de terre-pleins nécessaires au transit de marchandises, permet aux entreprises installées sur les zones industrielles voisines de s'approvisionner en matières premières (accueil de cargos transportant jusqu'à 60 000 tonnes de minerais) ou d'exporter leur fabrication. Une passe intérieure relie l'avant-port à l'arrière-port, qui donne directement accès au quai en eau profonde Paul Devot, au bassin d'échouage Paradis et par l'intermédiaire d'écluses aux bassins à flot Carnot et Ouest.

Figure 3 : Port de Calais (Photo et informations - source : [www.calais-port.com](http://www.calais-port.com))



La Chambre de Commerce et d'Industries de Calais est concessionnaire, depuis 1995 et pour une durée de 50 ans, de l'outillage public du port, dont le propriétaire était, jusqu'au 31 décembre 2006, l'Etat. Avec la loi sur la décentralisation, la région Nord-Pas-de-Calais est devenue propriétaire du port de Calais depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2007. La CCI de Calais assure le fonctionnement des services, la garantie des installations (passerelles, ouvrages à quai, voiries, bassins...) et la sureté portuaire pour le port de commerce (marchandises et trafic transmanche), ainsi que la gestion du bassin de plaisance (bassin du Paradis).

En 2008, le port de Calais a enregistré un recul de 4.5% du total de passagers par rapport à 2007, avec 11.001.178 passagers entre la France et l'Angleterre.

La baisse est un peu limitée sur le trafic des véhicules de tourisme, le total pour les 12 mois représentant 1.976.111 unités. Quant au trafic fret, il a, très vite, montré des signes de faiblesse dès le 2<sup>ème</sup> trimestre 2008, à l'image du ralentissement de l'économie britannique plusieurs mois avant la crise financière. Une baisse de 4% du nombre de camions est enregistré (1.722.844 unités) et de 2.4% en tonnage transporté (39.708.599 tonnes de marchandises transmanche pour l'ensemble de l'année). Le total du trafic marchandises du port de Calais (transmanche et port de commerce traditionnel confondus) s'élève en 2008 à 40.386.855 tonnes soit une baisse de 2.7% par rapport à 2007. Chaque jour, environ 60 départs de car-ferries sont proposés au départ de Calais vers Douvres.

Au début des années 2000, la prise de conscience des limites de l'équipement portuaire actuel (forte concentration spatiale du trafic sur une surface peu élevée, insuffisance des accès nautiques dans la perspective d'une augmentation de la taille et de la capacité des navires, maintenance et renouvellement des équipements), incompatibles avec le développement d'autres activités (import-export de véhicules neufs, cabotage intra-européen...) amène la CCI de Calais et l'Etat à réfléchir sur un schéma directeur permettant d'estimer les besoins futurs, les différents scénarii d'aménagement et d'étudier le projet correspondant au scénario privilégié : Calais Port 2015. L'extension et l'aménagement du port permettront de répondre aux besoins de capacité liés à l'évolution des trafics (augmentation du nombre de postes, surfaces de stockage supplémentaires), d'accueillir les futures générations de navires (longueur jusqu'à 240 mètres) tout en maintenant le cadencement des liaisons et d'anticiper sur les évolutions modales de transport intra-européen (transport combiné ferroviaire et cabotage maritime). Le projet est en débat public d'octobre à novembre 2009.



## Réglementation européenne

L'annexe VI de la convention MARPOL (Convention internationale pour la prévention de la pollution par les navires, adoptée en 1973) prévoit la désignation de certaines zones comme « zones de contrôle des émissions de dioxyde de soufre ». La Mer Baltique est déjà ainsi désignée. Des discussions dans le cadre de l'Organisation Maritime Internationale (OMI) ont débouché sur un accord de principe, concernant la désignation de la Mer du Nord, y compris la Manche, comme zone de contrôle des émissions de SO<sub>x</sub> après l'entrée en vigueur de l'annexe VI. Ratifiée le 18 mai 2004, conformément à l'exigence de 15 pays représentant au moins 50% du tonnage brut mondial, l'annexe VI de la convention est entrée en vigueur le 19 mai 2005. Elle est complétée par la directive 2005/33/CE modifiant la directive 1999/32/CE concernant la teneur en soufre des combustibles marins. Cette directive fixe en outre la teneur en soufre à 0.1% en masse pour les combustibles marins utilisés par les bateaux de navigation intérieure et les navires à quai dans les ports de la Communauté, applicable au 1<sup>er</sup> janvier 2010 ; et la teneur en soufre à 1.5% en masse pour les navires dans les parties des mers territoriales, des zones économiques exclusives et des zones relevant des zones de contrôles des émissions de SO<sub>x</sub> de chaque Etat membre.

La révision de l'annexe VI en octobre 2008 prévoit une réduction de la teneur en soufre de 4.5% à 3.5% au 1<sup>er</sup> janvier 2012, puis de façon progressive à 0.5% à échéance du 1<sup>er</sup> janvier 2020. Concernant les zones de contrôle des émissions de SO<sub>x</sub>, la teneur diminue de 1.5% à 1% au 1<sup>er</sup> janvier 2010, puis à 0.1% en 2015.

En France, le service des Douanes vérifie les carburants de navires (autorisation d'utilisation du carburant en soute), les teneurs en soufre sont analysés par le laboratoire des Douanes.

## Sites de mesure

La station mobile UM 3 a été réinstallée sur le site initial, situé à l'écluse Carnot, écluse de passage entre l'arrière port et le bassin Carnot. Le point de mesure se trouve à environ 200 mètres du premier quai d'appontement (P4). La zone portuaire complète (quais, avant-port) se trouve dans le secteur [290° : 340°] (Nord – Nord-Ouest). La zone industrielle des Dunes se trouve à environ 1.5 kilomètres à l'Est [75° - 85°]. La densité de population dans un rayon d'un kilomètre autour du site de mesure est de 1965 habitants par km<sup>2</sup>. La campagne de mesure se déroule du 6 mai au 2 juin 2009.



Figure 4 : Station mobile 3 sur le site de l'écluse Carnot

## Emissions connues

La connaissance des émissions potentielles de polluants sur le secteur d'étude constitue une première évaluation de la qualité de l'air. La répartition géographique et par type d'activité des émissions peut être estimée au niveau de la commune étudiée grâce à l'inventaire régional des émissions de polluants. Dans les tableaux suivants, la répartition des rejets par type d'activité est basée sur les catégories SECTEN<sup>1</sup>. On prendra ainsi en compte les émissions selon trois origines différentes :

### ➤ Emissions du trafic routier

Ce secteur comprend les rejets des transports routiers terrestres, tous véhicules confondus.

#### *Emissions du secteur des transports routiers en kg par an*

| COMMUNE | CO     | SO <sub>2</sub> | NOx    | COV    | PS    | Pb | Zn | Cd  |
|---------|--------|-----------------|--------|--------|-------|----|----|-----|
| Calais  | 488940 | 10994           | 360120 | 217724 | 24679 | 11 | -  | 0.2 |

Figure 5 : Emissions du transport routier

### ➤ Emissions industrielles

Le tableau ci-dessous reprend les émissions des deux catégories SECTEN de l'industrie manufacturière et de la transformation d'énergie. Cette estimation dépend directement de la présence d'établissements industriels.

#### *Emissions du secteur industriel en kg par an*

| COMMUNE | CO      | SO <sub>2</sub> | NOx    | COV    | PS    | Pb  | Zn | Cd |
|---------|---------|-----------------|--------|--------|-------|-----|----|----|
| Calais  | 3522792 | 1205423         | 387368 | 742397 | 46160 | 207 | 52 | 23 |

Figure 6 : Emissions industrielles

### ➤ Emissions domestiques

Les émissions domestiques sont incluses dans la catégorie SECTEN résidentiel et tertiaire. Elle comprend les rejets des chauffages domestiques, mais aussi des établissements de commerce et de services. Ces rejets sont, en général, proportionnels à la population de la commune, mais ils dépendent également de l'énergie majoritairement utilisée pour le chauffage.

#### *Emissions du secteur résidentiel et tertiaire en kg par an*

| COMMUNE | CO      | SO <sub>2</sub> | NOx   | COV    | PS     | Pb | Zn  | Cd |
|---------|---------|-----------------|-------|--------|--------|----|-----|----|
| Calais  | 3004928 | 89695           | 99262 | 429887 | 170289 | 43 | 205 | 5  |

Figure 7 : Emissions domestiques

### ➤ Emissions du transport terrestre non routier

Ce secteur regroupe les émissions du trafic maritime, fluvial et ferroviaire.

| COMMUNE | CO      | SO <sub>2</sub> | NOx     | COV    | PS    | Pb | Zn | Cd  |
|---------|---------|-----------------|---------|--------|-------|----|----|-----|
| Calais  | 1905918 | 2264065         | 3613924 | 252095 | 84184 | 5  | 28 | 0.6 |

Figure 8 : Emissions estimées du trafic terrestre non routier

Les transports terrestres non routiers apparaissent comme une source non négligeable, notamment pour le monoxyde de carbone, le dioxyde de soufre et les oxydes d'azote.

<sup>1</sup> Secteurs Economiques et Energie, format de restitution des inventaires d'émissions utilisé notamment par le CITEPA, comprenant 7 catégories.



## 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 3 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 du réseau, à cette différence près qu'elles sont, comme leur nom l'indique, adaptées au déplacement.

Ainsi, on peut effectuer des campagnes de mesure 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 mesure 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.

L'analyseur multi polluants AIR POINTER® est un système de mesure compact, facile à installer et à déplacer, qui permet d'assurer un suivi des polluants atmosphériques gazeux pour les besoins spécifiques d'une étude.



### Polluants mesurés par les stations mobiles :

PM10 : Poussières en suspension

O<sub>3</sub> : ozone

NO<sub>2</sub> : dioxyde d'azote

NO : monoxyde d'azote

CO : monoxyde de carbone

SO<sub>2</sub> : dioxyde de soufre

BTEX : Benzène, Toluène, Ethylbenzène, et xylènes (ortho, méta et para)

Métaux : Nickel, Cadmium, Arsenic et Plomb

### Paramètres météorologiques relevés par les stations mobiles :

humidité relative

température ambiante

vitesse et direction des vents

pression atmosphérique

### Polluants mesurés par le dispositif Airpointer :

O<sub>3</sub> : ozone

NO<sub>2</sub> : dioxyde d'azote

NO : monoxyde d'azote

CO : monoxyde de carbone

SO<sub>2</sub> : dioxyde de soufre

# 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 cancérigènes.

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.

# 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 <sub>2,5</sub> (µg/m <sup>3</sup> )      | -                        | -      | 25      | -              | 10          |
| Poussières PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> )       | -                        | -      | 50      | -              | 20          |
| Dioxyde de soufre SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) | 500<br>(pour 10 minutes) | -      | 20      | -              | 50          |
| Dioxyde d'azote NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )   | 200                      | -      | -       | -              | 40          |
| Ozone O <sub>3</sub> (µg/m <sup>3</sup> )              | -                        | 100    | -       | -              | -           |
| Monoxyde de carbone CO (mg/m <sup>3</sup> )            | 30                       | 10     | -       | -              | -           |
| Plomb Pb (ng/m <sup>3</sup> )                          | -                        | -      | -       | -              | 500         |
| Manganèse Mn (ng/m <sup>3</sup> )                      | -                        | -      | -       | -              | 150         |
| Cadmium Cd (ng/m <sup>3</sup> )                        | -                        | -      | -       | -              | 5           |
| Toluène (mg/m <sup>3</sup> )                           | 1<br>(pour 30 minutes)   | -      | -       | 0,26           | -           |
| Formaldéhyde (mg/m <sup>3</sup> )                      | 0,1<br>(pour 30 minutes) | -      | -       | -              | -           |
| Acétaldéhyde (µg/m <sup>3</sup> )                      | -                        | -      | -       | -              | 50          |

Figure 9 : Recommandations OMS



## 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<br>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><br>(objectif de qualité)   | 125 µg/m <sup>3</sup><br>(- de 3 jours/an ou<br>Percentile 99.2) | 350 µg/m <sup>3</sup><br>(- de 24 heures/an<br>ou Percentile 99.7))   | -   |
| dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )   | 42 µg/m <sup>3</sup> (valeur limite)<br>40 µg/m <sup>3</sup> (objectif de<br>qualité) | -  | 200 µg/m <sup>3</sup><br>(- de 175 heures/an<br>ou Percentile 98)<br>210 µg/m <sup>3</sup><br>(- de 18 heures/an<br>ou Percentile 99.8) | -   |
| poussières (PM <sub>10</sub> )       | 40 µg/m <sup>3</sup> (valeur limite)<br>30 µg/m <sup>3</sup> (objectif de<br>qualité) | 50 µg/m <sup>3</sup><br>(- de 35 jours/an ou<br>Percentile 90.4) | -   | -   |
| monoxyde de carbone (CO)             | -   | -  | -   | <b>moyenne glissante<br/>sur 8 heures :</b><br>10 mg/m <sup>3</sup>   |
| ozone (O <sub>3</sub> )              | -   | -  | -   | 120 µg/m <sup>3</sup><br>Sur 8 heures (objectif<br>de qualité)<br>120 µg/m <sup>3</sup> (- de 25<br>jours, en moyenne<br>sur 3 ans) |

Figure 10 : Valeurs réglementaires

| Polluant                                   | Normes<br>Valeurs limites et objectifs de qualité   |                     |                 |   |
|--|---|---------------------|-----------------|---|
|  | Moyenne annuelle  | Moyenne journalière | Moyenne horaire |   |
| composés organiques volatils (benzène,...) | pour le benzène :<br>6 µg/m <sup>3</sup> (valeur limite)<br>2 µg/m <sup>3</sup> (objectif de qualité) | -                   | -               | - |
| plomb (Pb)                                 | 0,6 µg/m <sup>3</sup> (valeur limite)<br>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>   | -                   | -               | - |

Figure 11 : Valeurs réglementaires

# Exploitation des 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. Le bilan est établi à partir des données des stations météorologiques d'Atmo Nord-Pas-de-Calais et des synthèses mensuelles de Météo France.

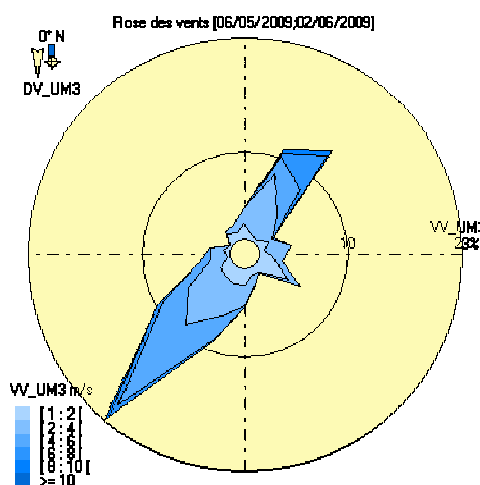
|                                   |                   |      |
|-----------------------------------|-------------------|------|
| <b>Température °C</b>             | Moyenne :         | 11   |
|                                   | Minimum :         | 6.2  |
|                                   | Maximum :         | 20.6 |
| <b>Pression atmosphérique hPa</b> | Moyenne :         | 1017 |
| <b>Vent m/s</b>                   | Vitesse moyenne : | 3    |
|                                   | Minimum :         | 0    |
|                                   | Maximum :         | 9    |
| <b>Humidité relative %</b>        | Moyenne :         | 81   |

Figure 12 : Données météorologiques

La campagne se déroule sous une large dominante Sud Ouest et débute sous une période anticyclonique. Les précipitations sont quasi nulles durant la première semaine de mesure. Globalement, elles sont excédentaires sur la période mais très irrégulières et associées à des épisodes orageux. Quelques journées ensoleillées se distinguent durant la période, induisant la formation de brises côtières, notamment les journées des 23 et 25 mai.

Figure 13 : Rose des vents de la période – site Carnot

**Le contexte météorologique est globalement favorable à la dispersion des polluant hormis durant les journées de brise côtière.**





## Exploitation des résultats

La campagne de mesures s'est déroulée du 6 mai au 2 juin 2009. Pour tous les résultats de mesures, les heures sont exprimées en heures TU.

| Polluant        | Taux de fonctionnement en % | 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> | 94.5                        | 6   | 159  | 20   |
| Ps              | 83.8                        | 27  | 71   | 55   |
| NO <sub>2</sub> | 98.1                        | 23  | 88   | 58   |
| NO              | 98.1                        | 10  | 85   | 44   |
| O <sub>3</sub>  | 97.9                        | 56  | 118  | 80   |
| CO              | 75                          | 0.23                                      | 0.8  | 0.41   |

Figure 14 : Résultats de l'étude

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 mobile 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 :

- la station Place d'Armes (CA4) : destinée à l'origine au suivi de l'impact de la zone industrielle des Dunes et du trafic automobile sur Calais-Nord, cette station, située en proximité de la zone portuaire, a permis l'identification des valeurs de pointe liées au trafic maritime. Elle mesure les oxydes d'azote et le dioxyde de soufre ;
- la station Sangatte (CA5) : la station périurbaine de l'agglomération calaisienne dispose des mesures d'ozone, d'oxydes d'azote, de poussières en suspension (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>) ainsi que de la mesure des paramètres météorologiques (direction et vitesse du vent, température, humidité relative et rayonnement) ;
- la station EREA (CA7) : rue de Bitche, au sein de l'Etablissement Régional d'Enseignement Adapté. Cette station (cabine indépendante) sous influence industrielle se situe dans une zone de forte densité de population. Cette station est équipée d'un analyseur de SO<sub>2</sub> et d'oxydes d'azote ;
- la station Berthelot (CA8) : au lycée Berthelot, avenue Gambetta, ce site urbain est le site de référence pour l'ajustement de la mesure des poussières en suspension, le dioxyde de soufre y est mesuré ;
- la station Parmentier (CA9) : station urbaine, rue du Petit Courghain, mesure l'ozone, les oxydes d'azote, le dioxyde de soufre et les poussières fines

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

## Le dioxyde de soufre (SO<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> ) | Valeur journalière maximale (µg/m <sup>3</sup> ) |
|---------------|--|--|--|
| Ecluse Carnot | 6  | 159 le 29 mai à 23h TU                       | 20 les 25 et 29 mai                              |
| Place d'Armes | NR   | NR   | NR   |
| Eréa          | 16   | 433 le 1 <sup>er</sup> juin à 18h TU         | 152 le 1 <sup>er</sup> juin                      |
| Berthelot     | 1  | 13 le 29 mai à 18h TU                        | 4 le 14 mai                                      |
| Parmentier    | 2  | 87 le 25 mai à 16h TU                        | 10 le 9 mai                                      |

Figure 15 : Données de SO<sub>2</sub>

- Evolution des moyennes horaires

La moyenne des concentrations obtenues sur le site de l'écluse Carnot se situe entre le site de proximité industrielle et les stations urbaines de l'agglomération calaisienne. Sans atteindre les valeurs de la station Eréa, sous le vent de la zone industrielle, le maximum horaire enregistré sur Carnot est beaucoup plus élevé qu'en zone urbaine.

Evolution horaire des concentrations en SO<sub>2</sub> durant l'étude

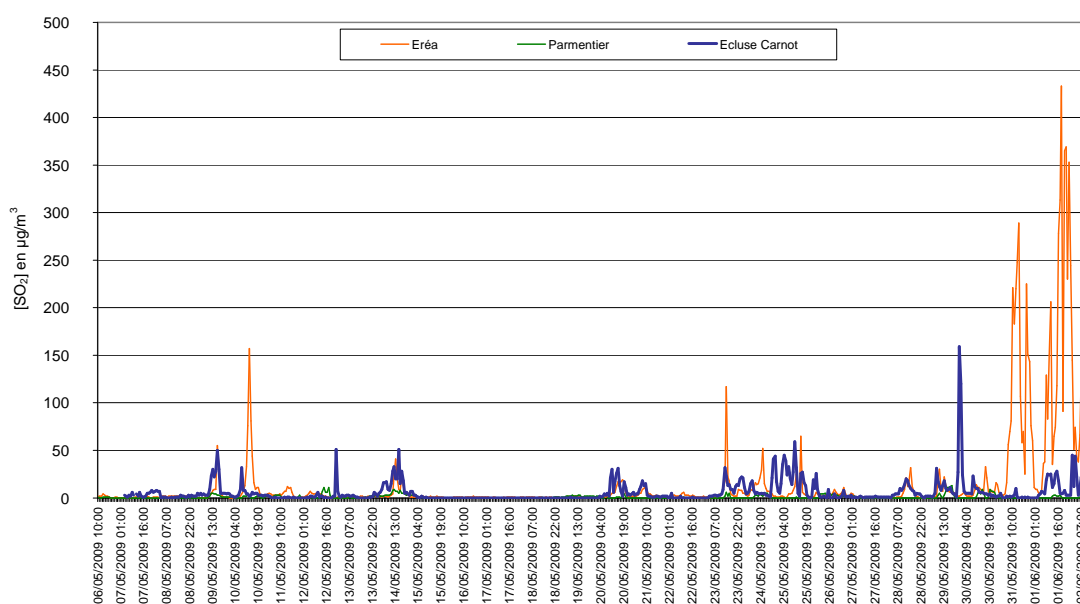


Figure 16 : Moyennes horaires en SO<sub>2</sub>

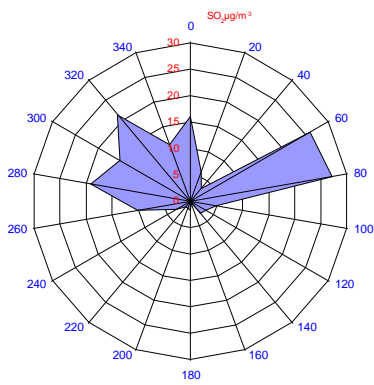
On ne constate pas de dépassements des valeurs réglementaires durant la période d'étude. Cependant, la valeur journalière recommandée par l'OMS (20 µg/m<sup>3</sup> en moyenne journalière) est atteinte à deux reprises.

La rose de pollution en dioxyde de soufre établie sur la base des concentrations horaires en SO<sub>2</sub> et des directions de vent relevées sur le site de l'Ecluse Carnot montre que la zone d'apportement et la zone industrielle des Dunes ont un impact moyen du même ordre de grandeur sur le site d'étude.

L'étude de la corrélation entre SO<sub>2</sub> et NO par secteur d'émission n'a pas été menée en raison de durées d'exposition aux émetteurs trop faibles (1.5% du temps pour la zone industrielle et 4% pour la zone d'apportement).



Moyennes en SO<sub>2</sub> par direction de vent



Répartition des concentrations horaires en fonction du vent

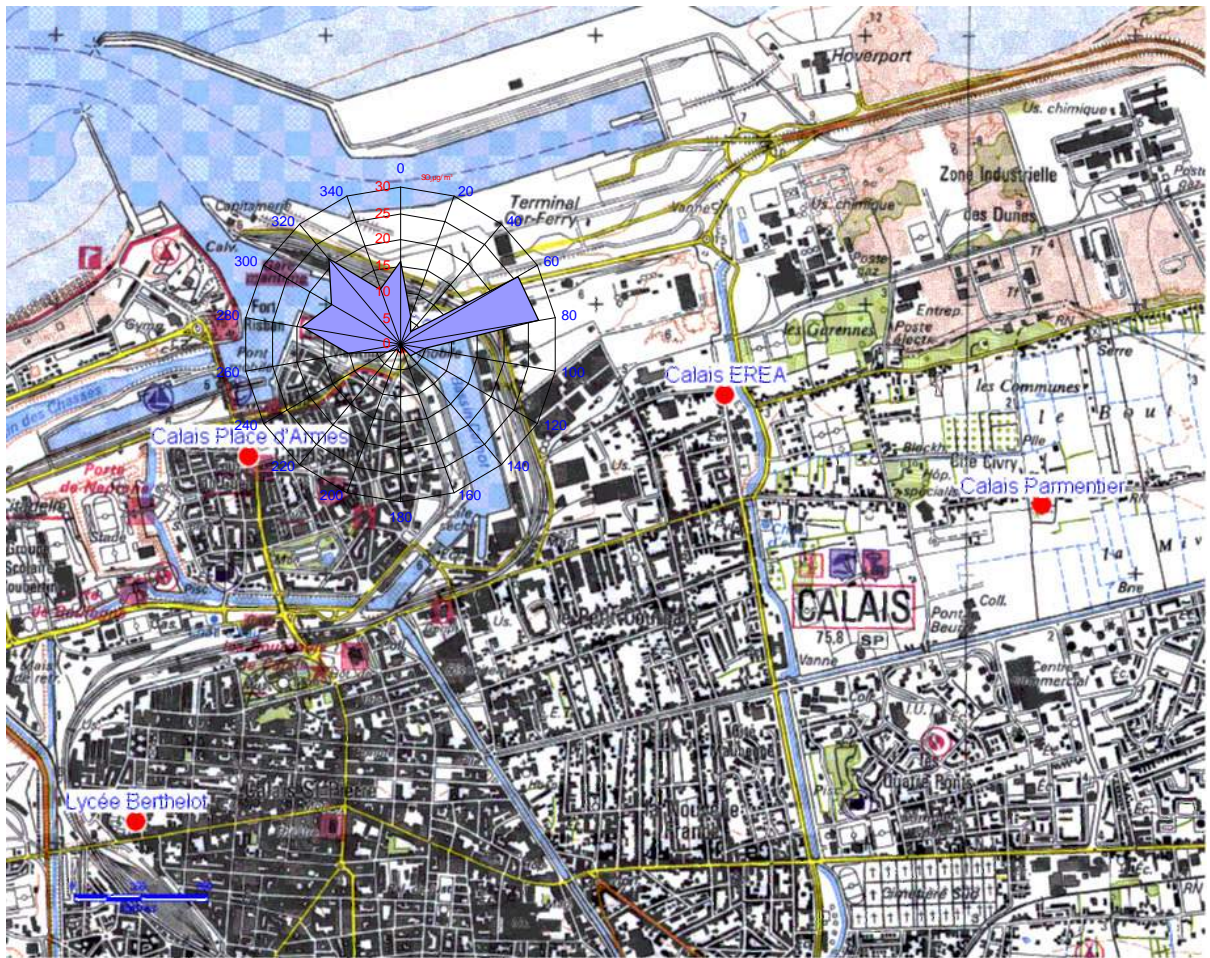
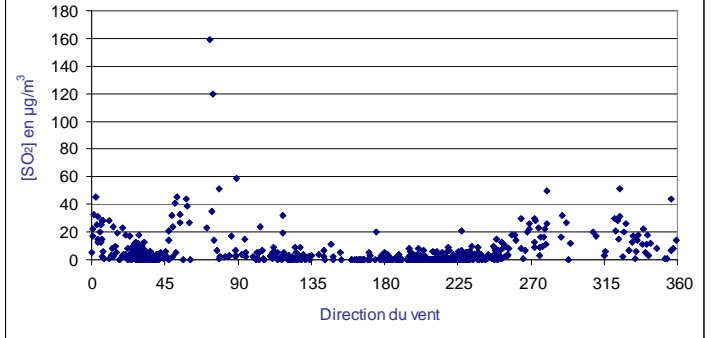


Figure 17 : Roses de pollution en SO<sub>2</sub>, nuage de points et carte

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

- Moyennes durant la campagne de mesures

### Monoxyde d'azote (NO)

| Site          | Concentration moyenne (µg/m <sup>3</sup> ) | Valeur horaire maximale (µg/m <sup>3</sup> ) |
|---------------|--|--|
| Ecluse Carnot | 10   | 85   |
| Place d'Armes | 14   | 98   |
| Eréa          | 6  | 89   |
| Parmentier    | 5  | 92   |
| Sangatte      | 4  | 90   |

### Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)

| Site          | Concentration moyenne (µg/m <sup>3</sup> ) | Valeur horaire maximale (µg/m <sup>3</sup> ) |
|---------------|--|--|
| Ecluse Carnot | 23   | 88   |
| Place d'Armes | 30   | 97   |
| Eréa          | 19   | 79   |
| Parmentier    | 21   | 85   |
| Sangatte      | 17   | 76   |

Figure 18 : Données d'oxydes d'azote

- Evolution des moyennes horaires

Evolution horaire des concentrations en NO durant l'étude

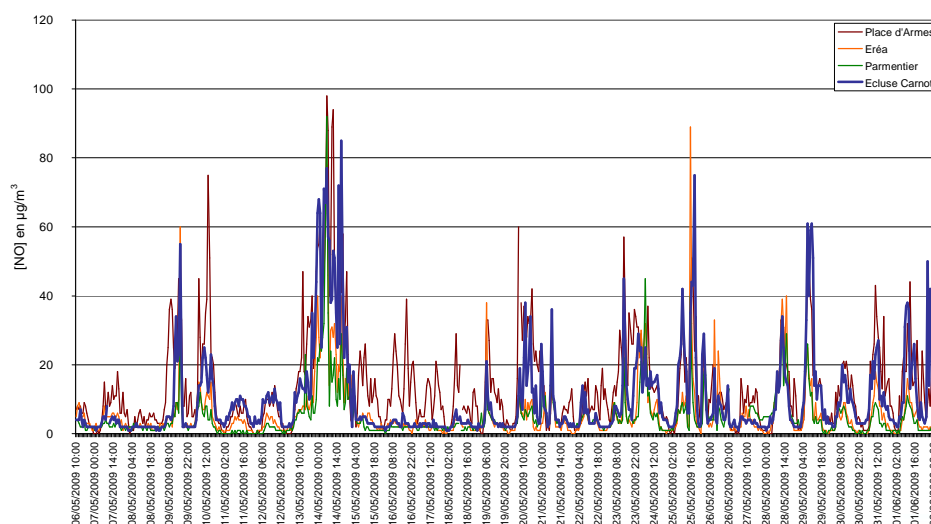
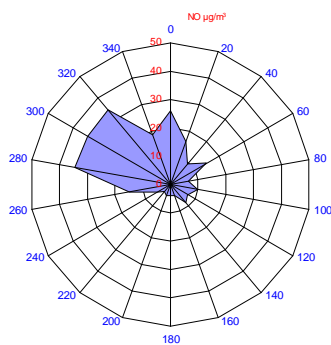


Figure 19 : Moyennes horaires en NO

De manière analogue au dioxyde de soufre, la valeur moyenne en monoxyde d'azote du site d'étude est supérieure aux valeurs relevées sur les urbains de l'agglomération de Calais. Elle est cependant légèrement plus faible qu'en proximité automobile. Les résultats sont plus homogènes sur les valeurs maximales. La rose de pollution du NO met en évidence le secteur ouest de l'écluse Carnot comme source prépondérante ;

Moyennes en NO par direction de vent



Moyennes en NO<sub>2</sub> par direction de vent

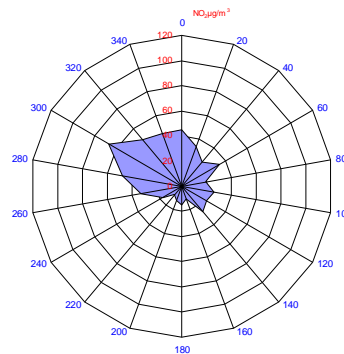


Figure 20 : Roses de pollution en NO et en NO<sub>2</sub>

Les résultats des stations de mesure et de l'unité mobile pour le dioxyde d'azote sont plus homogènes. Seule la station de proximité automobile se distingue avec des valeurs plus élevées, tant en moyenne qu'en valeur de pointe. L'évolution des concentrations du NO<sub>2</sub> est relativement conforme à celle des autres sites de mesure.

Les valeurs réglementaires ne sont ni dépassées, ni atteintes pour la période.

Evolution horaire des concentrations en NO<sub>2</sub> durant l'étude

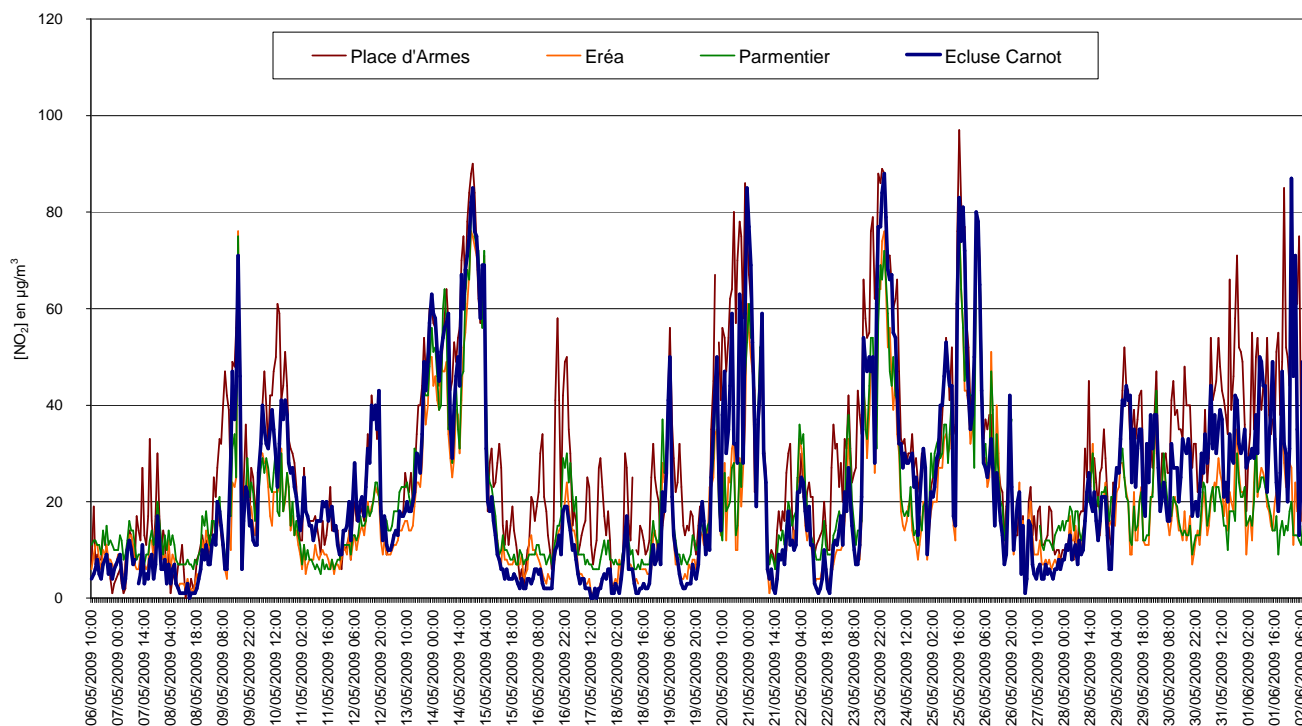


Figure 21 : Moyennes horaires en NO<sub>2</sub>

## Les poussières en suspension (Ps)

- 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 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |
|---------------|--|--|--|
| Ecluse Carnot | 27   | 71 le 14 mai à 6h TU                                 | 55 le 14 mai   |
| Berthelot     | 28   | 74 le 14 mai à 7h TU                                 | 57 le 14 mai   |

Figure 22 : Données de PM<sub>10</sub>

- Evolution des moyennes horaires

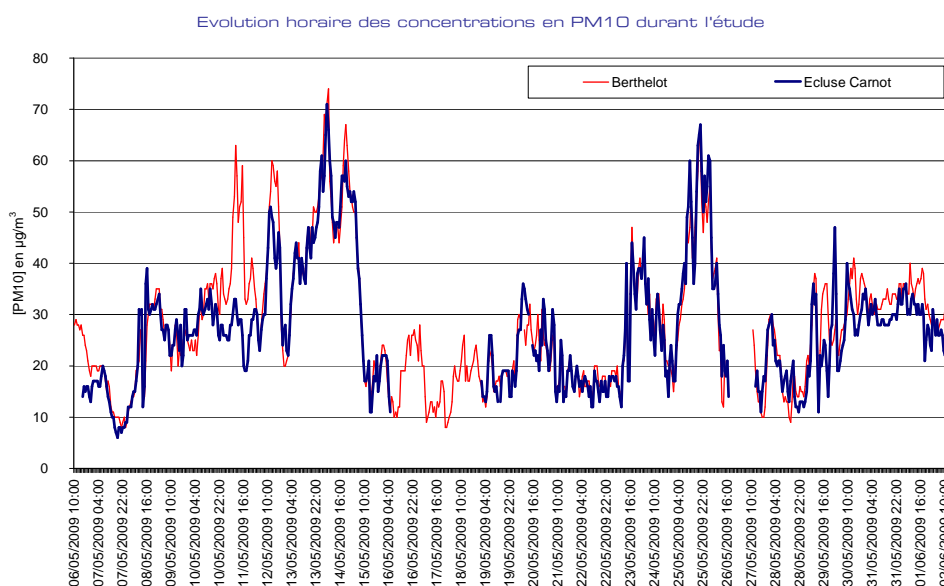


Figure 23 : Moyennes horaires en PM<sub>10</sub>

L'évolution des concentrations est relativement proche pour les deux sites dans l'agglomération, pourtant relativement éloignés l'un de l'autre. Les maxima horaires et journaliers se déroulent aux mêmes périodes. Ils sont dus à une masse d'air chargée en particules relativement homogène. On ne distingue pas d'apport local sur la rose de pollution. Les « pointes » sur les secteurs de direction 100° et 300° sont liées à la part de la fraction volatile des poussières en suspension un peu plus importante par vents de secteur Ouest – Nord Ouest et Sud Est.

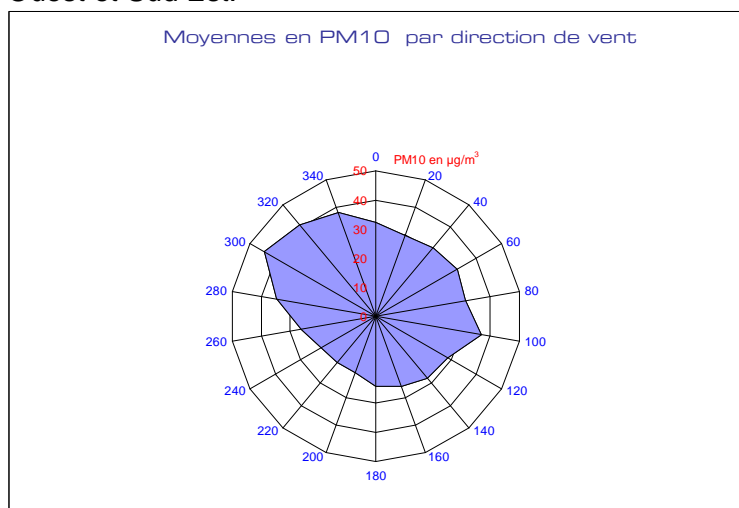


Figure 24 : Roses de pollution en PM<sub>10</sub>



Les maxima journaliers dépassent la valeur limite fixée à 50 µg/m<sup>3</sup>. Cette valeur limite ne doit pas être dépassée plus de 35 jours par an. La région Nord – Pas-de-Calais étant soumise très régulièrement à des épisodes de pollution par les poussières en suspension, cette valeur limite a été dépassée en 2007 et en 2008.

## L'ozone (O<sub>3</sub>)

- Moyennes durant la campagne de mesures

| Site          | Concentration moyenne (µg/m <sup>3</sup> ) | Valeur horaire maximale (µg/m <sup>3</sup> ) |
|---------------|--|--|
| Ecluse Carnot | 56   | 118 le 25 mai à 14h TU                       |
| Parmentier    | 54   | 118 le 24 mai à 16h TU                       |
| Sangatte      | 57   | 104 le 2 juin à 10h TU                       |

Figure 25 : Données d'O<sub>3</sub>

- Evolution des moyennes horaires

Evolution horaire des concentrations en O<sub>3</sub> durant l'étude

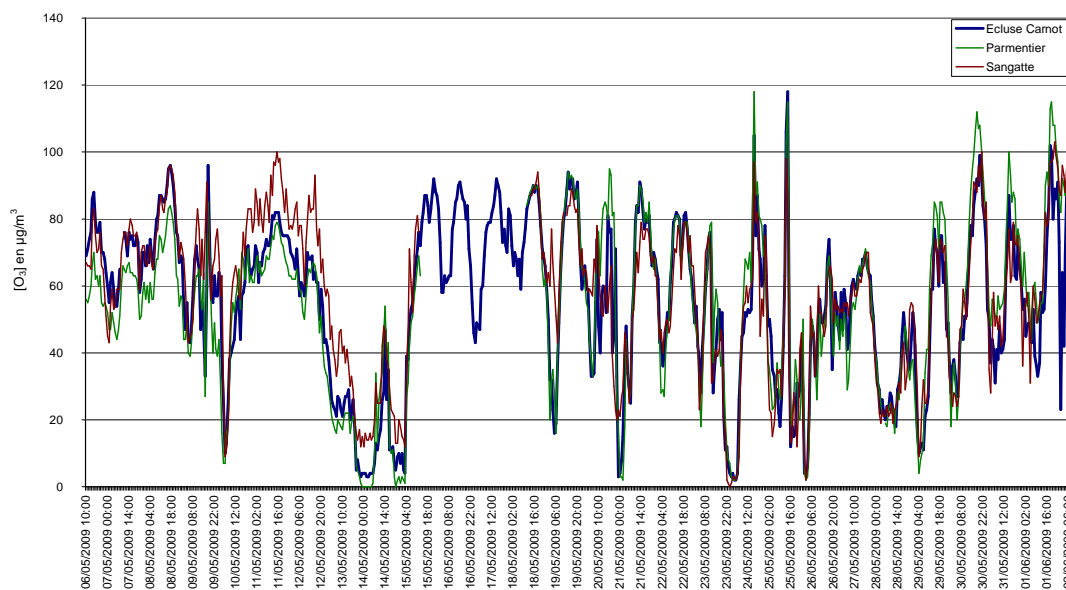


Figure 26 : Moyennes horaires en O<sub>3</sub>

Les moyennes en ozone sont homogènes entre la zone urbaine de Calais (Carnot et Parmentier) et la station périurbaine de Sangatte. Les maxima horaires sur les sites de Carnot et de Parmentier sont enregistrés durant la période de chaleur de la fin du mois de mai. Ces valeurs restent néanmoins peu élevées et conformes aux concentrations relevées durant cette saison.



## 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> ) |
|---------------|--|--|
| Ecluse Carnot | 0.23                                       | 0.79 le 25 mai à 15h TU                      |

Figure 27 : Données de CO

- Evolution des moyennes horaires

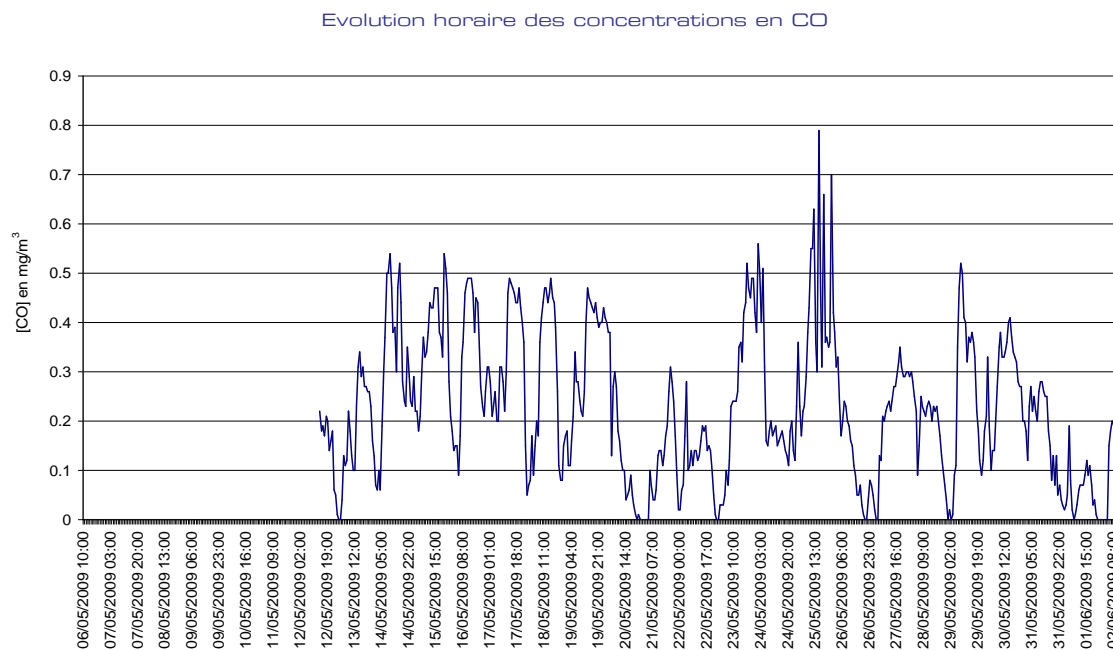


Figure 28 : Moyennes horaires de CO

La mesure du CO n'est pas une mesure effectuée en routine sur l'agglomération calaisienne. Cependant, les valeurs observées durant cette campagne sont conformes aux mesures en zone urbaine effectuées dans la région Nord – Pas-de-Calais (Rapport d'activités 2008).

# Conclusion

Le suivi de la pollution liée au trafic maritime dans le Détroit du Pas-de-Calais est une des thématiques retenues dans le plan de stratégie de surveillance d'Atmo Nord – Pas-de-Calais.

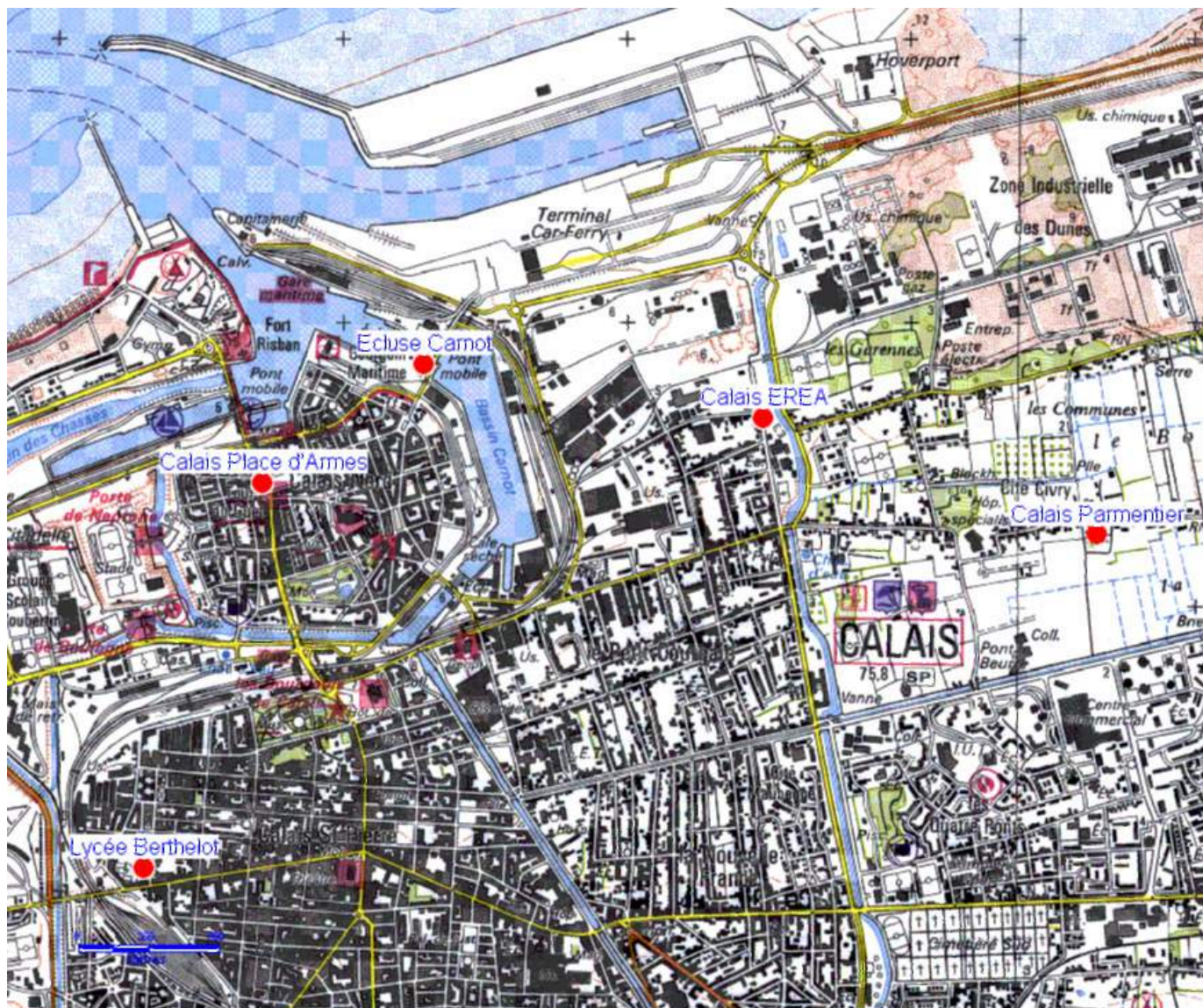
L'objectif de cette campagne est la validation du site retenu comme station d'observation de la qualité de l'air en proximité maritime. Cette étude fait suite aux deux études menées respectivement en 2004 et en 2007 sur les sites de l'Ecluse Carnot et du Terminal Transmanche. Elle s'est déroulée du 6 mai au 2 juin 2009.

Conformément aux conclusions des études précédentes, le site de l'Ecluse Carnot subit l'impact en dioxyde de soufre et en monoxyde d'azote de la zone des quais d'apportements des ferries, ainsi que de la zone industrielle des Dunes (pour le SO<sub>2</sub> uniquement). Cependant, aucun dépassement des seuils réglementaires n'a été constaté sur le site d'étude durant la période de mesure.

Les mesures réalisées pour l'ozone, les poussières en suspension et le monoxyde de carbone ne révèlent pas de comportement atypique du site par rapport aux autres stations de l'agglomération calaisienne. Elles sont caractéristiques des conditions météorologiques rencontrées durant la période de mesure.

A terme, cette station de mesure sera équipée d'analyseurs de dioxyde de soufre, d'oxydes d'azote et de poussières en suspension. Elle permettra l'accueil d'un préleveur séquentiel de poussières en suspension, dans le cadre des évaluations préliminaires en métaux lourds. Les données recueillies compléteront la base de données en métaux et apporteront des éléments de compréhension sur les niveaux de concentrations plus élevés en nickel sur la façade maritime que sur le reste de la région.

# Annexes



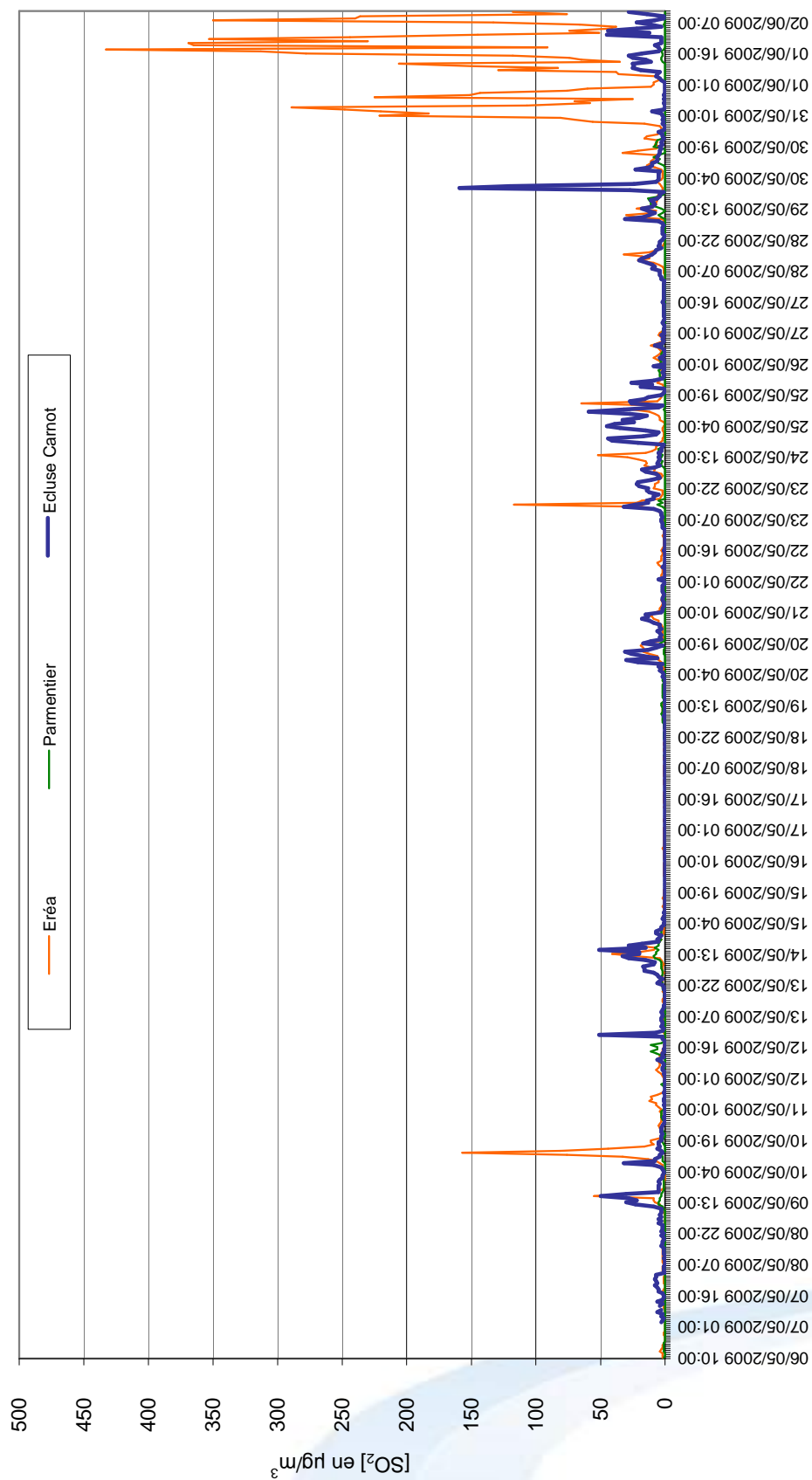
Copyright ©IGN 2003 – Reproduction interdite





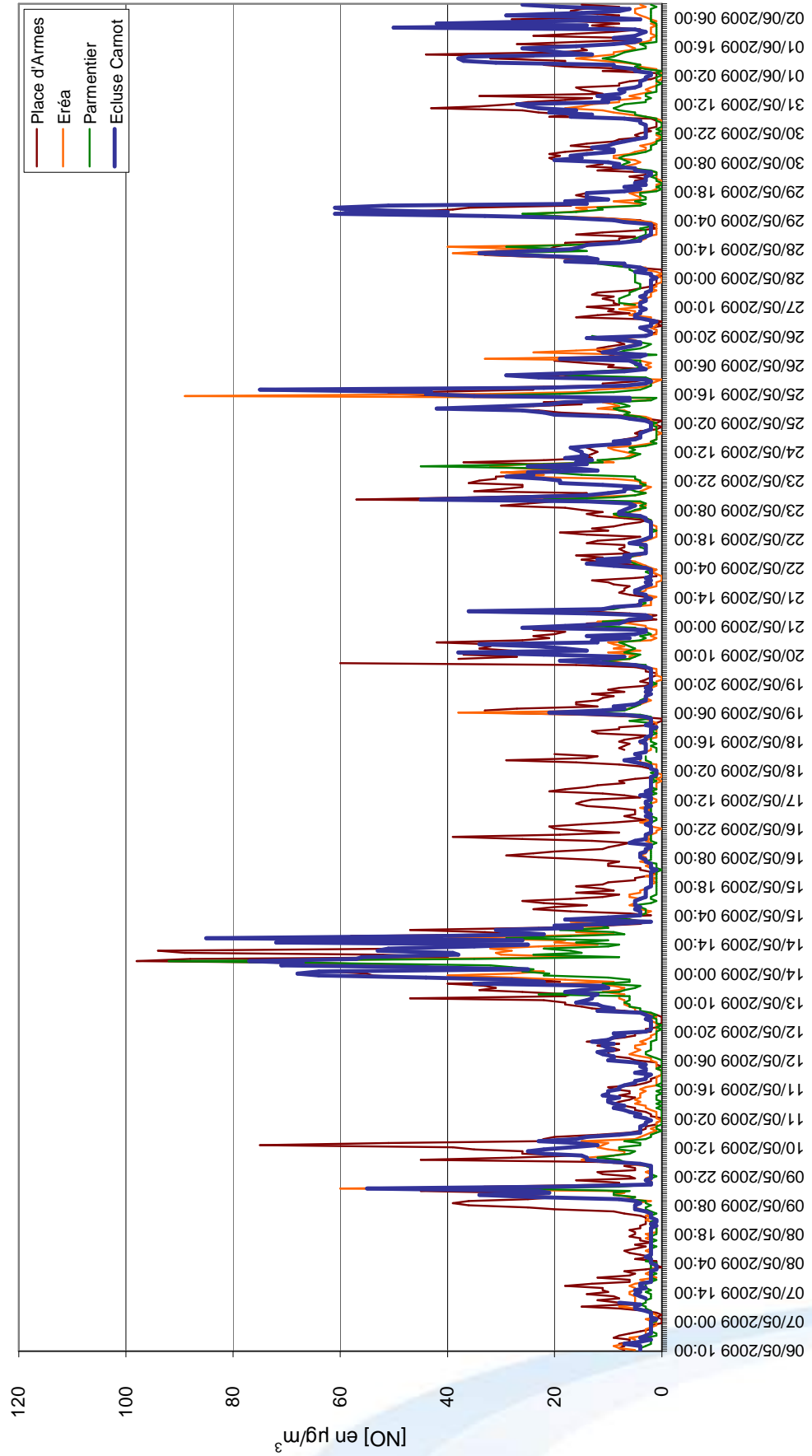
## Courbes des polluants

Evolution horaire des concentrations en SO<sub>2</sub> durant l'étude

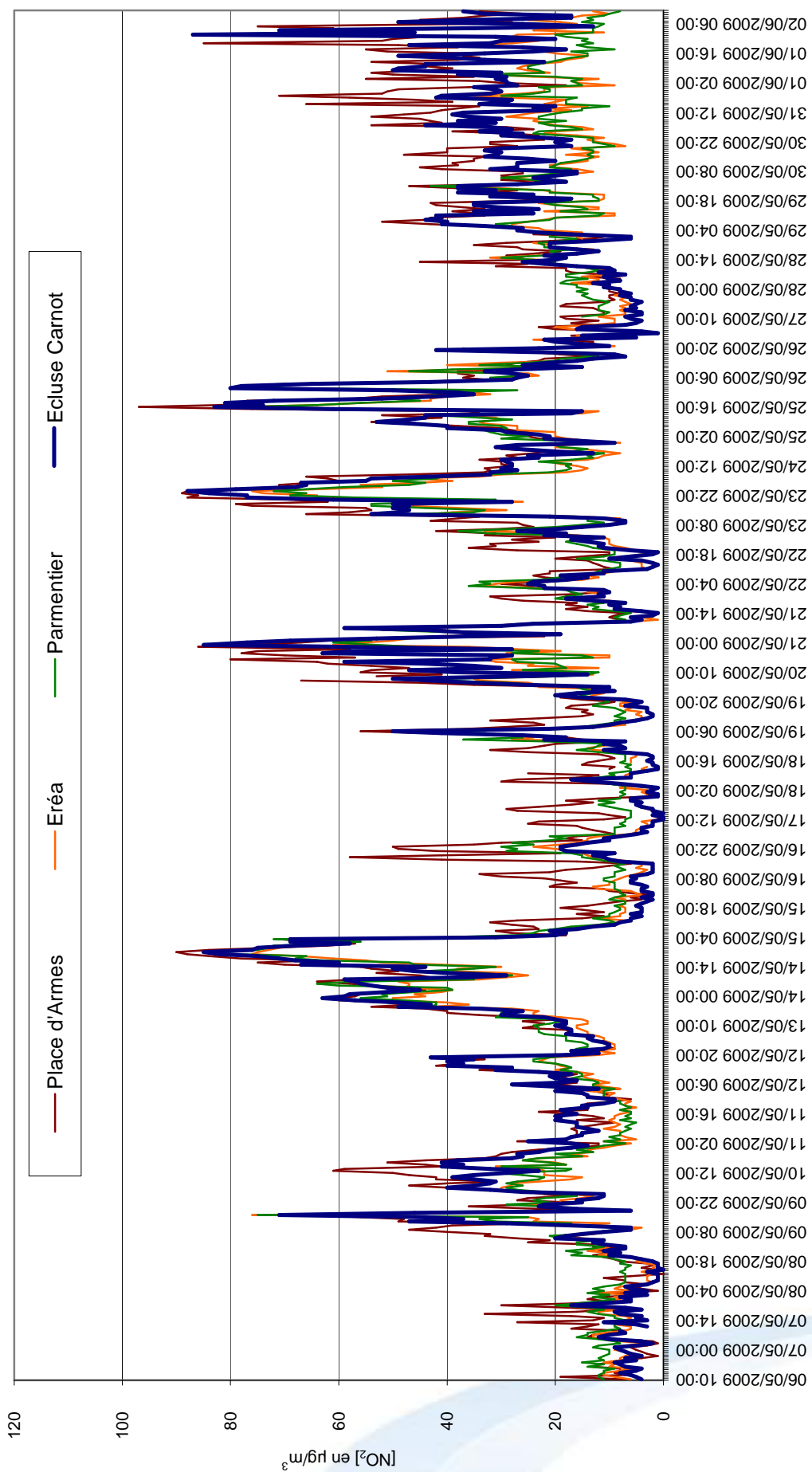




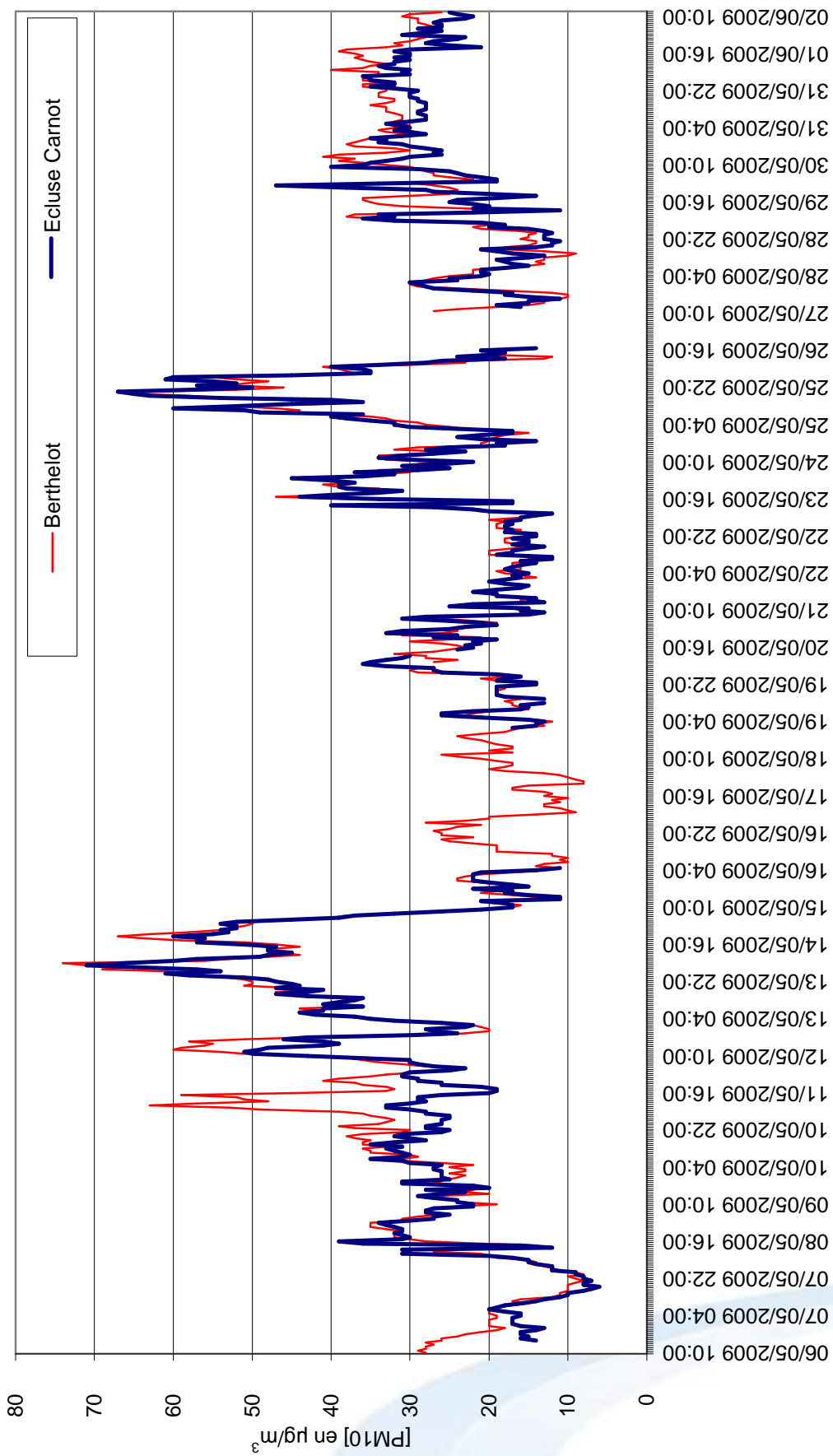
Evolution horaire des concentrations en NO durant l'étude



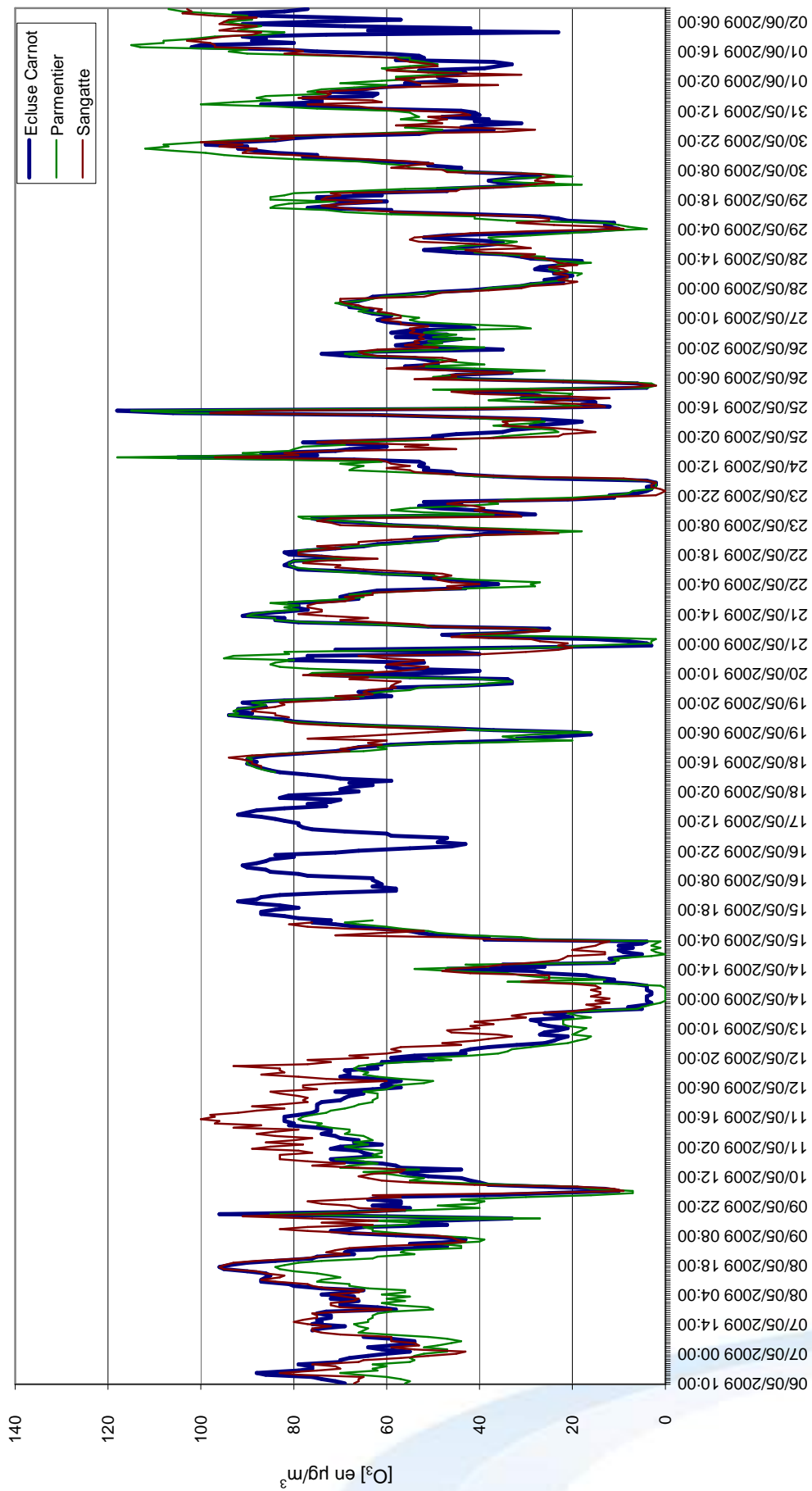
# Evolution horaire des concentrations en NO<sub>2</sub> durant l'étude



Evolution horaire des concentrations en PM10 durant l'étude



Evolution horaire des concentrations en O<sub>3</sub> durant l'étude





## QUATRE SERVICES SUR QUATRE SITES



**GRAVELINES**

### ADMINISTRATIF ET FINANCIER/RESSOURCES HUMAINES

12, rue de BelleVue, 59140, Dunkerque

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 EURAILLE  
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