

.....

RAPPORT D'ETUDE

Evaluation de la qualité de l'air

Calais Port

Mesures réalisées en 2014

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
contact@atmo-npdc.fr
www.atmo-npdc.fr

Campagne d'évaluation de la qualité de l'air à Calais Port du 27 janvier au 20 juillet 2014

Rapport d'étude N°03/2014/LL

60 pages (hors couvertures)

Parution : juin 2014

Téléchargeable librement sur www.atmo-npdc.fr (rubrique Publications)

	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
Nom	Laëtitia LETAILLER	Charles BEUGARD	Nathalie DUFOUR
Fonction	Chargée d'Etudes	Ingénieur d'Etudes	Responsable 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 d'étude N°03/2014/LL ».

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.

Remerciements

Nous remercions Messieurs Guérolé Lams et Arnaud Hagnéré de la région Nord – Pas-de-Calais, Direction de la Mer, des Ports et du Littoral et M Gaël Pinson de la CCI Côte d'Opale Port de Calais pour leur collaboration.

Trame vierge : E-ETU-020 – Version 1 du 14/04/2015



SOMMAIRE

Synthèse de l'étude	3
atmo Nord - Pas-de-Calais	4
Ses missions	4
Stratégie de surveillance et d'évaluation	4
Enjeux et objectifs de l'étude.....	5
Contexte de l'étude.....	6
Dispositif de mesures de l'étude.....	6
Localisation	6
Dispositif de référence.....	7
Origines et impacts des polluants surveillés	8
Emissions connues des polluants surveillés.....	10
<i>Précisions sur les principaux émetteurs anthropiques de la zone d'études</i>	<i>11</i>
Résultats de l'Etude.....	14
Critères de classification de la station d'observation	14
Contexte météorologique	14
Exploitation des résultats de mesures	16
<i>Bilan métrologique</i>	<i>16</i>
<i>Repères réglementaires.....</i>	<i>16</i>
<i>Le dioxyde de soufre (SO₂)</i>	<i>17</i>
<i>Le monoxyde d'azote (NO).....</i>	<i>24</i>
<i>Le dioxyde d'azote (NO₂).....</i>	<i>31</i>
<i>L'ozone (O₃)</i>	<i>35</i>
<i>Les particules en suspension (PM10)</i>	<i>39</i>
AU REGARD DES CAMPAGNES PRECEDENTES.....	43
Conclusion et perspectives	44
Annexes.....	45



SYNTHESE DE L'ETUDE

Dans le cadre de la mise en œuvre des mesures environnementales du projet d'aménagement « Calais Port 2015 », la Direction des Ports du Conseil Régional Nord - Pas de Calais a sollicité **atmo** Nord - Pas de Calais, organisme agréé de surveillance de la qualité de l'air par le Ministère en charge de l'environnement, pour définir les modalités d'un suivi de l'impact sur la qualité de l'air du projet d'extension portuaire.

Les données de cette campagne de mesures 2014 serviront d'entrées pour la modélisation de la dispersion des polluants atmosphériques conformément aux mesures environnementales définies dans l'étude d'impact du projet « Calais Port 2015 ». De plus, la période de mesures du projet ECUME, ayant pour objectif l'évaluation des contributions des sources maritimes dans les particules en suspension, sera incluse dans la période de mesures de six mois de l'étude. Pour finir, la pertinence de l'implantation du site du quai Paul Devot comme site d'observation de la proximité maritime sera évaluée. Les dernières campagnes de mesures à Calais Port s'étaient déroulées en 2009 et 2007 sur un site proche de celui de 2014.

Pour la campagne 2014, la station mobile a été installée à Calais, quai Paul Devot pour une période de 6 mois, du 27 janvier au 20 juillet pour mesurer à l'aide d'analyseurs automatiques les concentrations des polluants suivants : le dioxyde de soufre, les oxydes d'azote, l'ozone, les particules en suspension PM10.

Respect des valeurs réglementaires à Calais Port	
Polluants réglementés	Campagne 2014
Dioxyde de soufre	●
Dioxyde d'azote	●
Ozone	●
Particules en suspension (PM10)	●

« / » Mesures non représentatives ; « ● » Respect des valeurs réglementaires ; « ● » Non-respect des valeurs réglementaires

Les niveaux de polluants mesurés sont conformes aux valeurs réglementaires. Les concentrations moyennes en dioxyde de soufre, monoxyde d'azote, dioxyde d'azote, ozone et particules en suspension sont cohérentes avec les mesures des sites fixes de l'agglomération calaisienne.

Sur le site de Calais Port, l'impact des secteurs routier et industriel n'a pas été majoritaire. En revanche de nombreuses augmentations de concentrations ont pu être imputées aux émissions en provenance des ferries.

La procédure régionale d'information et de recommandations a été déclenchée neuf fois sur constat et sur les stations fixes du réseau régional au cours de l'étude, celle d'alerte une fois, indiquant des périodes de mauvaise dispersion des polluants (liées notamment à la météorologie).

Dans l'état actuel des infrastructures et au regard des résultats ; et notamment de l'existence de nombreuses augmentations simultanées des concentrations en monoxyde d'azote et dioxyde de soufre, caractéristiques de la proximité des navires ; le site de mesure situé quai Paul Devot semble approprié pour l'observation de l'impact des émissions maritimes et portuaires. A l'issue des travaux d'extension portuaire, l'emplacement de la station pourra être revu.

La durée de cette campagne de mesure (6 mois) permet d'établir une base de données dans une situation de proximité à l'activité portuaire. Ainsi, les mesures de la station mobile ont été utilisées pour le calage du modèle lors de l'étude « Etat initial 2011, et simulations 2021 et 2030 de la qualité de l'air par modélisation – Calais Port » menée conjointement à cette évaluation.

La comparaison avec les campagnes précédentes conclut par une similarité des niveaux moyens mais une augmentation des concentrations horaires maximales. Les différences de période et de site (déplacement d'environ 200 m) étant à noter.



ATMO NORD - PAS-DE-CALAIS

Ses missions

L'association régionale pour la surveillance et l'évaluation de l'atmosphère, **atmo Nord - Pas-de-Calais**, surveille la qualité de l'air dans la région et informe la population sur l'ensemble de la région.

Elle s'appuie sur son expertise, sur des techniques diversifiées (station de mesures, modèles de prévisions, ...) et sur ses adhérents (collectivités, associations, services de l'Etat, industriels). Ensemble, ils définissent le programme de surveillance et d'évaluation de l'atmosphère, en réponses aux enjeux régionaux et territoriaux.

Association loi 1901, agréée par le Ministère en charge de l'Ecologie et du Développement Durable, **atmo Nord - Pas-de-Calais** repose sur les principes de **collégialité, d'impartialité et de transparence des résultats pour :**

- **Surveiller – mesurer** les concentrations de polluants (données fiables, continues ou ponctuelles) ;
- **Etudier** – comprendre les phénomènes de pollution atmosphérique ;
- **Alerter** immédiatement et informer nos publics ;
- **Sensibiliser** les différents acteurs aux enjeux de la pollution atmosphérique ;
- **Inform** en permanence sur l'état de la qualité de l'air ;
- **Accompagner – Conseiller – Aider – Former** les acteurs régionaux et les autorités (simulation, identification d'indicateurs, évaluation des actions...).

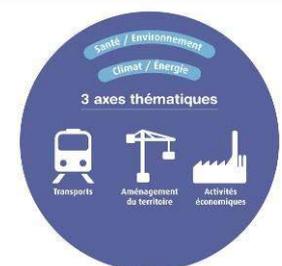
atmo Nord - Pas-de-Calais mesure les concentrations d'une trentaine de polluants gazeux et particulaires, dont douze sont soumis à des valeurs réglementaires. Les modalités de cette surveillance sont présentées en [annexe 2](#).

Cette surveillance est menée en application des exigences européennes, nationales et locales dans le cadre de programmes d'études en air ambiant et en environnements intérieurs, pour les différentes composantes atmosphériques (Air, Climat et Energie).

Stratégie de surveillance et d'évaluation

Forte de près de 40 ans d'expertise, **atmo Nord - Pas-de-Calais** ajuste sa stratégie de surveillance et d'évaluation de l'atmosphère en fonction des **enjeux territoriaux et locaux** : la santé et l'environnement, le climat, l'aménagement du territoire, les transports, les activités économiques...

S'appuyant sur l'analyse de l'état des lieux régional (bilan des actions menées, cibles, éléments de contexte), de l'identification des enjeux spécifiques au Nord - Pas-de-Calais et de l'évaluation du niveau de connaissances sur chacune des problématiques, son **programme d'évaluation de l'atmosphère 2011-2015 s'inscrit dans une démarche transversale « Air, Climat, Energie »**.



Fruit d'un travail mené avec ses membres, il identifie cinq axes majeurs, déclinés en plans d'actions :

- deux axes transversaux : **Santé/Environnement et Climat/Energie** ;
- trois axes thématiques : **Aménagement du territoire, Transport et Activités économiques**.

La mise en œuvre de la stratégie de surveillance et d'évaluation contribue à confirmer et compléter la surveillance et l'observation du territoire, à accompagner nos adhérents (collectivités, industries, services de l'Etat, associations...) dans leurs projets en mettant à leur disposition nos outils d'aide à la décision.

Elle permet notamment, à partir d'une gamme élargie de polluants surveillés et de techniques d'évaluation et de simulation interfacées, de porter à connaissance les résultats.



ENJEUX ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

Situé sur la route maritime la plus courte reliant le continent européen au Royaume-Uni, le Port de Calais est le premier port français de passagers et le premier port continental pour le trafic maritime transmanche de passagers et de marchandises. Le trafic transmanche du port représente ainsi plus de 10 millions de passagers et 41 millions de tonnes de frets par an.

Les projections démographiques et les besoins en mobilité associés, de même que les perspectives économiques européennes, devraient continuer à engendrer une progression importante des flux de passagers et de marchandises entre le Royaume-Uni et l'Europe continentale ; phénomène qui pourraient entraîner une saturation du port de Calais à court terme. De plus, l'évolution rapide de la flotte de navires ferries et rouliers, dont les nouvelles générations seront plus longues et plus larges, nécessite l'adaptation des infrastructures du port et l'extension de celui-ci.

Pour répondre à ces nouveaux défis, la Région Nord – Pas-de-Calais a engagé le projet « Calais Port 2015 », qui prévoit la construction de nouveaux ouvrages et équipements sur le port de Calais. Ce projet d'envergure comprend notamment la réalisation d'un nouveau bassin de 110 ha en eau profonde, l'aménagement de terre-pleins portuaires, la mise en place d'une desserte ferroviaire dans le port et la construction de postes pour accueillir les nouveaux ferries et rouliers.¹



Dans le cadre de la mise en œuvre des mesures environnementales du projet d'aménagement « Calais Port 2015 », la Direction des Ports du Conseil Régional Nord – Pas-de-Calais a sollicité **atmo** Nord – Pas-de-Calais, organisme agréé de surveillance de la qualité de l'air par le Ministère en charge de l'environnement, pour définir les modalités **d'un suivi de l'impact sur la qualité de l'air du projet d'extension portuaire**.

Le secteur de l'écluse Carnot avait été exploré à l'occasion de plusieurs campagnes de mesures par stations mobiles, avec pour objectif final de valider un site d'implantation pour une future station fixe. Le site initialement prévu dans l'enceinte de l'écluse Carnot n'ayant finalement pas pu être retenu, un autre site a été déterminé au niveau du **quai Paul Devot**.

Cette campagne aura donc pour objectif principal de faire **un état initial de la qualité de l'air** afin de voir l'impact du projet sur celle-ci. Un objectif secondaire sera **d'évaluer le nouveau site de mesure** proposé en vue de l'installation future d'une station fixe. Les données collectées serviront également de **base de calage du modèle dans le cadre de l'étude de dispersion**. Suivant l'analyse des résultats, l'emplacement de la station sera acté ou révisé.

Par ailleurs, dans le cadre du projet de caractérisation physicochimique des particules **ECUME** (projet de recherche), une campagne de mesure et de prélèvement des particules d'une durée de deux mois, ciblant ce secteur, avait été prévue : elle a été réalisée de janvier à mars 2014 et inclut les premiers mois de cette campagne. Cette étude ne sera pas abordée dans ce rapport mais sera disponible fin 2015.

atmo Nord - Pas-de-Calais a donc réalisé une étude sur la commune de Calais au niveau du quai Paul Devot. Le projet initial prévoyait deux périodes de mesures sur l'année 2014 à l'aide d'une station mobile. Celle-ci ayant été en place sur toute la période de janvier à juillet et la maintenance assurée, toutes les données seront analysées soit une période d'environ 6 mois. Pour des raisons pratiques d'analyse et de lecture, cette **période de 6 mois** a été fractionnée en 3 phases :

- La première débute le 27 janvier à 2h et se termine le 30 mars à 1h (heure locale d'hiver).
- La seconde débute le 30 mars à 3h (heure locale d'été) et se termine le 30 mai à 2h.
- La troisième débute le 30 mai à 3h et se termine le 20 juillet à 22h.

Ce rapport présente les résultats de mesures de la station installée sur Calais Port, du 27 janvier au 20 juillet 2014, ainsi qu'une comparaison avec les niveaux des stations fixes les plus proches et de typologie variée.

¹ https://www.nordpasdecals.fr/jcms/c_128201/le-projet-calais-port-2015?cid=c_5139



CONTEXTE DE L'ETUDE

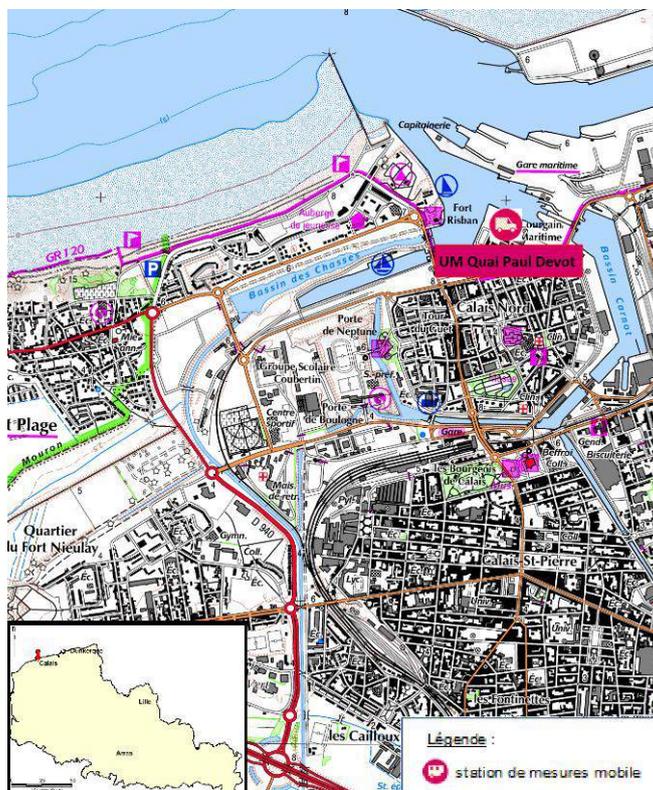
Dispositif de mesures de l'étude

Dans cette étude, la station mobile installée à Calais a mesuré cinq polluants (les oxydes d'azote comprenant le monoxyde et le dioxyde d'azote). Ils sont récapitulés dans le tableau suivant avec la technique de mesures utilisée. Pour plus informations se référer à l'annexe 2.

Technique	Dioxyde de soufre (SO ₂)	Oxydes d'azote (NO _x)	Ozone (O ₃)	Particules en suspension (PM ₁₀)
Analyseur automatique	X	X	X	X

Localisation

La commune de Calais, se situe dans le département du Pas-de-Calais de la région Nord Pas-de-Calais. Selon les études statistiques de l'INSEE, la commune de Calais comptait 72 915 habitants en 2011 pour une superficie de 33,5 km², soit une densité de population de 2 177 habitants au km².



Carte 1: Localisation de l'emplacement de la station mobile

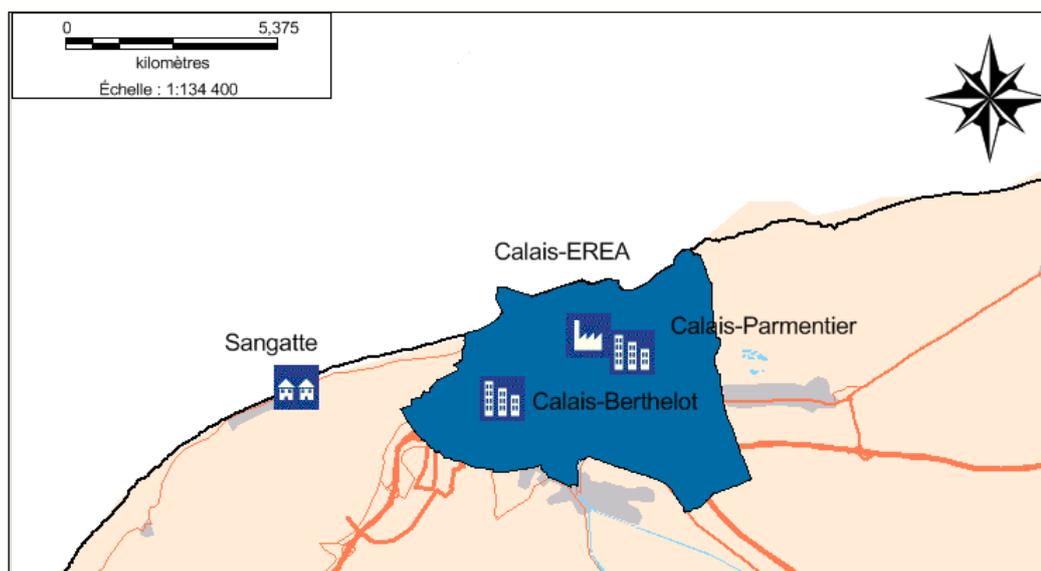


Photo 1: La station mobile et son environnement

La station mobile était installée Quai Paul Devot, sur la Commune de Calais.

Dispositif de référence

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



Typologie de station fixe :

- rurale
- périurbaine
- urbaine
- proximité automobile
- proximité industrielle
- observation
- météorologique

Localisation et typologie des stations fixes utilisées

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

Station fixe	Dioxyde de soufre	Dioxyde d'azote	Ozone	Particules en suspension (PM10)
Calais EREA	■	■		
Calais Parmentier	■	■	■	■

Tableau 1: « ■ » = mesure effectuée



Origines et impacts des polluants surveillés

Un polluant est une substance, introduite dans l'atmosphère, dont la concentration augmente et dont les effets sont mesurables sur l'environnement, l'homme, la faune, la flore et les matériaux.

La pollution de l'air peut être d'origines naturelles (éruption volcanique, incendies de forêts...), mais elle provient majoritairement des activités humaines (transports, chauffages individuels et collectifs, industries, agriculture, incinération des ordures ménagères, activités domestiques, ...).

Cette partie explicitera l'origine et les impacts des polluants mesurés dans cette étude.

Le dioxyde de soufre (SO₂)

[Sources \(origines principales\)](#)

Le dioxyde de soufre, également appelé « anhydride sulfureux », est un gaz incolore issu de la combustion de combustibles fossiles contenant du soufre tels que le charbon, la coke de pétrole, le fioul ou encore le gazole. Ce polluant gazeux est ainsi rejeté par de multiples petites sources telles que les installations de chauffage domestique ou les véhicules à moteur diesel, et par des sources ponctuelles de plus grande échelle (centrales de production d'électricité, chaufferies urbaines, etc.). Certains procédés industriels produisent également des effluents soufrés (production d'acide sulfurique, production de pâte à papier, raffinage de pétrole, etc.). La nature peut être émettrice de produits soufrés comme par exemple les volcans.

[Impacts sanitaires](#)

Le dioxyde de soufre irrite les muqueuses, la peau et les voies respiratoires supérieures (toux, gêne respiratoire). Il agit en synergie avec d'autres substances, notamment avec les fines particules. Ses effets peuvent être amplifiés par le tabagisme.

[Impacts environnementaux](#)

Au contact de l'humidité de l'air, le dioxyde de soufre se transforme en acide sulfurique et participe ainsi au phénomène des pluies acides perturbant voire détruisant des écosystèmes fragiles. Outre son effet direct sur les végétaux, il peut changer les caractéristiques des sols et des océans (acidification). Il contribue également à la dégradation de la pierre et des matériaux de nombreux monuments.

Les oxydes d'azote (NO_x)

[Sources](#)

Les oxydes d'azote représentent les formes oxydés de l'azote, les principaux étant le dioxyde d'azote (NO₂) et le monoxyde d'azote (NO). Ce dernier se transforme en dioxyde d'azote en présence d'oxygène.

Comme le dioxyde de soufre, les oxydes d'azote proviennent essentiellement de la combustion des combustibles fossiles et de quelques procédés industriels (production d'acide nitrique, fabrication d'engrais, traitement de surfaces, etc.). Les principaux émetteurs sont le transport routier et les grandes installations de combustion. Les feux de forêts, les volcans et les orages contribuent également aux émissions d'oxydes d'azote.

[Impacts sanitaires](#)

Le dioxyde d'azote est un gaz très toxique (40 fois plus que le monoxyde de carbone et quatre fois plus que le monoxyde d'azote). Il pénètre profondément dans les poumons et irrite les bronches. Chez les asthmatiques, il augmente la fréquence et la gravité des crises. Chez l'enfant, il favorise les infections pulmonaires.



[Impacts environnementaux](#)

Les oxydes d'azote participent au phénomène des pluies acides et à la formation de l'ozone troposphérique dont ils sont les précurseurs. Ils contribuent également à l'accroissement de l'effet de serre.

Les particules en suspension (PM10)

[Sources](#)

Les particules en suspension varient en termes de taille, d'origines, de composition et de caractéristiques physico-chimiques. Elles sont classées selon leurs propriétés aérodynamiques : pour les PM10, on parle de particules de taille inférieure ou égale à 10 μm ; les PM2,5 correspondent aux particules de taille inférieure ou égale à 2,5 μm .

Une partie des particules présentes dans l'air est d'origine naturelle (sable du Sahara, embrun marin, pollens...) mais s'y ajoutent des particules d'origines anthropiques émises notamment par les installations de combustion, les transports (moteurs diesels, usure des pneus...), les activités industrielles (construction, secteur minier...), l'érosion de la chaussée, le secteur agricole... La multiplicité des sources d'émissions rend difficile l'estimation de la composition exacte des particules en suspension dans l'atmosphère.

[Impacts sanitaires](#)

La taille des particules est un facteur important : plus elles sont fines, plus elles pénètrent profondément dans les voies respiratoires. Elles peuvent ainsi irriter et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble. Certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérigènes, du fait notamment de leur propension à adsorber des polluants tels que les hydrocarbures aromatiques polycycliques et les métaux lourds. Selon une récente étude réalisée sur plusieurs villes européennes dont Lille, les particules en suspension seraient responsables de 42 000 décès prématurés par an en France (programme Clean Air for Europe) et réduiraient de 6 mois en moyenne notre espérance de vie (programme Aphekom – résultats pour Lille).

[Impacts environnementaux](#)

Les effets de salissure des bâtiments et des monuments sont les atteintes à l'environnement les plus évidentes.



Emissions connues des polluants surveillés

Afin de répondre aux objectifs de mesures et d'évaluation de la qualité de l'air, et en supplément du dispositif de mesures implanté en région, **atmo** Nord – Pas-de-Calais réalise, tous les deux ans, un inventaire des émissions polluantes de la région.

Les émissions de polluants (à ne pas confondre avec les concentrations de polluants, Cf. annexe 3) correspondent aux quantités de polluants directement rejetées dans l'atmosphère :

- par les activités humaines (cheminées d'usine ou de logements, pots d'échappement, agriculture...),
- par des sources naturelles (composés émis par la végétation et les sols, etc.).

L'inventaire des émissions des polluants consiste à identifier et recenser la quantité des polluants émis par les sources pour une zone et une période données.

Lorsque les émissions sont spatialisées (définies et quantifiées à l'échelle d'un territoire géographique comme la commune ou la communauté de communes), on parle de cadastre des émissions. Les émissions de polluants s'expriment en kilogrammes ou tonnes par an.

Les données utilisées et présentées dans les parties suivantes sont issues de l'inventaire des émissions de l'année 2010, réalisé par atmo Nord Pas-de-Calais, selon la méthodologie définie en 2012 (source Base_A2010_M2012_V2). **Elles sont présentées à l'échelle de la communauté de communes.**

Les secteurs représentés dans les graphiques ci-après sont:

- Le secteur industriel comprenant les émissions issues de l'extraction, la transformation et la distribution d'énergie ainsi que celles issues de l'industrie manufacturière, le traitement des déchets et la construction.
- Le secteur transport comprenant les émissions du transport routier et des modes de transport autres que routier. Le secteur maritime n'est pas compris dans ce secteur pour cette étude.
- Le secteur transport maritime, détaillé dans cette étude du fait de la problématique.
- Le secteur agriculture comprenant les émissions de l'agriculture, la sylviculture et de l'aquaculture hors UTCF¹ tel que défini par le CITEPA, les émissions des cultures et de l'élevage en NOx et COVNM ne sont donc pas prises en compte dans ce secteur.
- Le secteur résidentiel et tertiaire comprenant les émissions issues des secteurs résidentiel, tertiaire, commercial et institutionnel.

En annexe 4 figure les fiches d'identité par polluant et par communauté de communes. On y retrouve le pourcentage de la communauté de commune exprimé par rapport au total régional des émissions sur les six principaux secteurs : le secteur transport étant détaillé en « Transport routier » et « Modes de transport autres que routier » et le secteur industriel étant détaillé en « Extraction, transformation et distribution d'énergie » et « Industrie manufacturière, traitement des déchets, construction ».

Pour en savoir plus voir <http://www.atmo-npdc.fr> rubrique émissions régionale.

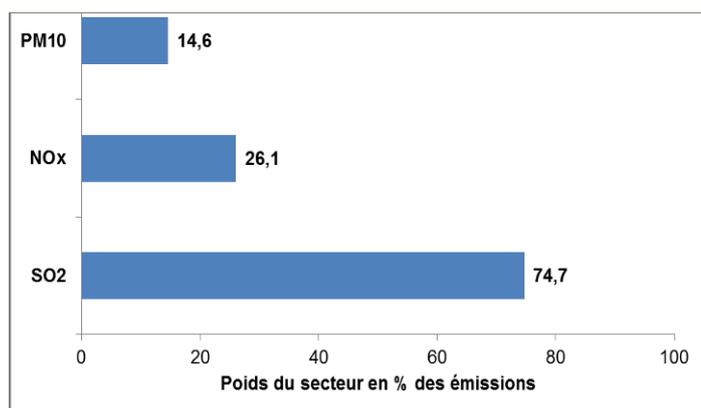
¹ Utilisation des Terres, leur Changement et la Forêt.



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

Précisions sur les principaux émetteurs industriels locaux

Le secteur industriel comprend les émissions issues de l'extraction, la transformation et la distribution d'énergie ainsi que celles issues de l'industrie manufacturière, le traitement des déchets et la construction.



Graphique 1: Poids du secteur industrie dans les émissions de la communauté d'agglomération du Calaisis (en %)

A l'échelle de la **communauté d'agglomération (CA) du Calaisis**, le secteur industriel est le principal émetteur de dioxyde de soufre avec une contribution aux émissions du territoire de 74.7%.

La fiche en annexe 4 indique que les émissions en SO₂ par habitant sur le territoire de l'EPCI¹ sont supérieures à celles de la région.

Selon le Registre Français des Emissions Polluantes², les établissements du tableau suivant sont recensés comme émetteurs de polluants atmosphériques à Calais. Seuls les établissements établis à moins de 5 km du lieu d'étude et ayant des émissions déterminées en 2013 sont mentionnés.

Etablissement	Activité principale	Polluant	Emissions 2013
Auchan Calais	Non définie	HFC (kg/an)	652
Enersol	Energie	CO ₂ total (t/an)	117 000
Graftech France S.N.C	Divers et services	CO ₂ total (t/an)	40 300
		Naphtalène (kg/an)	139
		Oxydes de soufre (kg/an)	389 000
Synthexim	Chimie et parachimie	Chloroforme (trichlorométhane) (kg/an)	1 770
		Composés organiques volatils non méthaniques (kg/an)	56 600
		Dichlorométhane (DCM - chlorure de méthylène) (kg/an)	7 150
Synthexim SAS - calaire chimie	Chimie et parachimie	CO ₂ Total (t/an)	20 600
Tioxide Europe S.A.S	Chimie et parachimie	CO ₂ Total (t/an)	44 300
		Oxydes de soufre (kg/an)	476 000

Tableau 2: Principaux émetteurs industriels dans un rayon de 5km

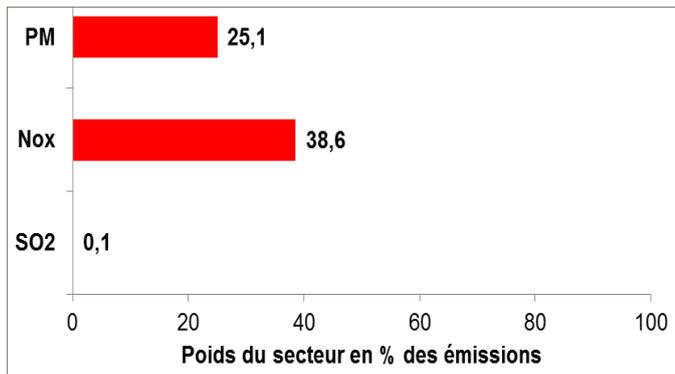
¹ Etablissement public de coopération intercommunale

² Site internet : <http://www.irep.ecologie.gouv.fr/IREP/index.php>



Précisions sur les principaux axes routiers

Le secteur transport comprend les émissions du transport routier et des modes de transport autres que routier. L'intérêt de l'étude étant axé sur le Port de Calais les émissions maritimes ont été calculées en dehors des émissions du secteur transport et apparaîtront dans un autre graphique.



Graphique 2: Poids du secteur transport hors maritime dans les émissions de la CA du Calais (en %)

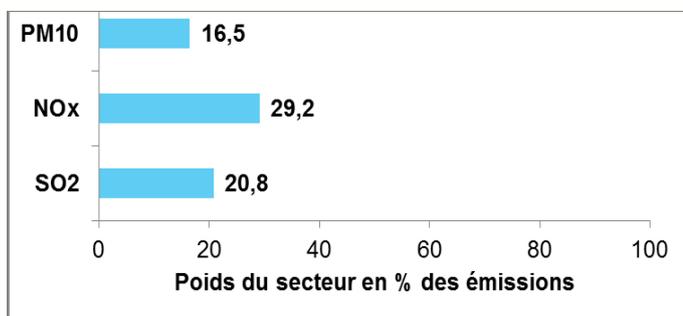
A l'échelle de la communauté d'agglomération (CA) du Calais, le secteur routier est le principal émetteur d'oxydes d'azote (NOx) du territoire avec une contribution aux émissions de 38.6%.

Au niveau de l'étude, les principaux axes routiers susceptibles d'influencer la qualité de l'air environnante sont¹ :

- Le Boulevard des Alliés à 200 m au sud, dont le TMJA (Trafic Moyen Journalier Annuel) de 2010 est estimé à 2217 véhicules dont 5.7 % de poids lourds.
- L'autoroute A216 à environ 1.5 km à l'est, dont le TMJA est estimé à 32 623 véhicules dont 23.76% de poids lourds.
- La départementale D940 à environ 2 km à l'ouest, dont le TMJA est estimé à 2 146 véhicules dont 3.87% de poids lourds.

Précisions sur le transport maritime

Afin de mieux comprendre l'importance du transport maritime dans cette étude, les émissions du secteur maritime ont été dissociées des émissions des autres transports (routier, ferroviaire ...)



Graphique 3: Poids du secteur transport maritime dans les émissions de la CA du Calais (en %)

A l'échelle de la communauté d'agglomération (CA) du Calais, le secteur maritime est le second émetteur d'oxydes d'azote (NOx) du territoire, après le secteur transport (hors maritime), avec une contribution aux émissions du territoire de 29.2 %. C'est aussi le second émetteur de dioxyde de soufre, après le secteur industriel, avec 20.8 % de contribution aux émissions de la communauté d'agglomération du Calais.

Voici quelques indications sur le trafic du Port de Calais² :

Trafic de passagers : en 2013, avec 10,4 millions de passagers (+11% par rapport à 2012), le port de Calais est le premier port de voyageurs de France et le deuxième port européen derrière son port partenaire Douvres.

Trafic de frets : en 2013, l'ensemble des trafics marchandises du port aura généré un total de plus de 41 millions de tonnes transportées (+ 21% par rapport à 2012).

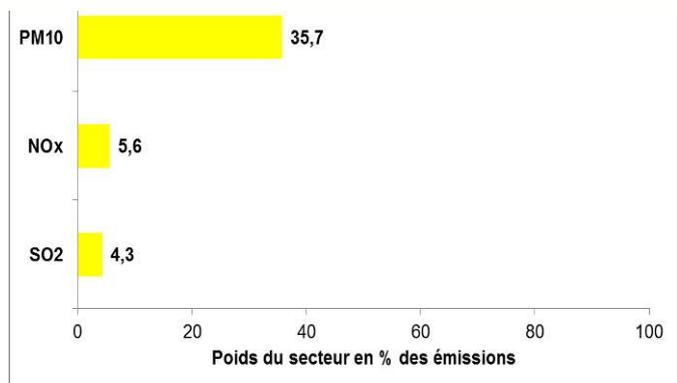
¹ Les appellations des routes sont issues de <https://www.google.fr/maps>

² https://www.nordpasdecals.fr/upload/docs/application/pdf/2014-07/a5_port_francais.pdf



Précisions sur les principales émissions issues du secteur résidentiel tertiaire

Le secteur résidentiel et tertiaire comprend les émissions issues des secteurs résidentiel, tertiaire, commercial et institutionnel.

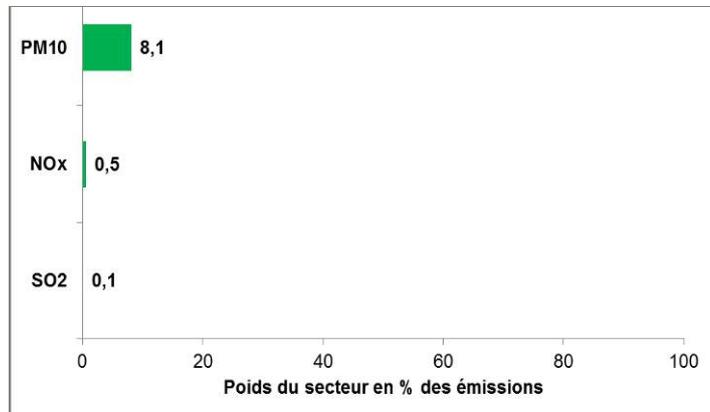


A l'échelle de la **communauté d'agglomération du Calais**, le secteur résidentiel tertiaire est le principal émetteur de particules en suspension PM10 avec une contribution de 35.7 % aux émissions du territoire.

Graphique 4 : Poids du secteur résidentiel tertiaire dans les émissions de la CA du Calais (en %)

Précisions sur les principales émissions agricoles

Le secteur agriculture comprend les émissions de l'agriculture, la sylviculture et de l'aquaculture hors UTCF¹ tel que défini par le CITEPA, les émissions des cultures et de l'élevage en NOx et COVNM ne sont donc pas prises en compte dans ce secteur. Pour en savoir plus voir <http://www.atmo-npdc.fr> rubrique émissions régionales.



A l'échelle de la **communauté d'agglomération du Calais**, le secteur agricole émet principalement des particules en suspension PM10. D'après le graphique 5, ce secteur n'est pas un émetteur majeur sur le territoire pour les polluants étudiés.

Graphique 5: Poids du secteur agricole dans les émissions de la CA du Calais (en %)

¹ Utilisation des Terres, leur Changement et la Forêt



RESULTATS DE L'ETUDE

Critères de classification de la station d'observation

L'implantation d'une station fixe permettrait de répondre à des objectifs spécifiques tels que l'aide à la modélisation, le suivi du projet d'aménagement du Port et l'observation d'un contexte particulier, la proximité du Port maritime.

Les critères de recommandation du « guide de classification et critères d'implantation des stations de surveillance de la qualité de l'air » de l'ADEME, pour une station d'observation spécifique, ne concernent que le type de zones d'implantation. Dans la configuration de l'étude, le site du quai Paul Devot est situé dans une commune de type urbaine (Calais, commune centre de l'unité urbaine).

La validation du site de mesure se fera donc en fonction de la pertinence des résultats et de l'impact des émissions du Port maritime sur la station de mesure.

Contexte météorologique

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

Certains paramètres favorisent la dispersion (par exemple les vents forts), d'autres au contraire vont favoriser une accumulation des polluants (comme les hautes pressions), ou leur formation (comme l'ensoleillement).

Pour une campagne de mesures de la qualité de l'air ambiant, il est donc important d'étudier les conditions météorologiques dans lesquelles les mesures des polluants ont été effectuées.

Les données météorologiques inscrites dans le tableau sont issues de la station de Sangatte, excepté pour la pression atmosphérique qui provient de la station mobile.

Les courbes des données météorologiques sont présentées en grand format en annexe 5.

Tableau 3: Conditions météorologiques pendant les 2 phases

		Phase 1	Phase 2	Phase 3
Température (°C)	Moyenne	7,9	11,8	15,9
	Minimum	1,2	2,3	7,3
	Maximum	18,5	23,7	28,0
Pression atmosphérique (hPa)	Moyenne	1009,7	1016,5	1019,8
Vent (m/s)	Moyenne	4,8	3,7	3,5
	Minimum	0,0	0,0	0,0
	Maximum	12,0	12,0	9,1
Humidité relative (%)	Moyenne	82,5	83,2	81,7



Avis et interprétation (phase 1: du 27/01 au 30/03/14) :

Sur toute la première phase la température est restée globalement douce avec peu de gelées.

On peut résumer les conditions de dispersion de cette phase en deux parties : une première comprenant **fin janvier et février** avec un temps globalement pluvieux et du vent parfois fort, donc **des conditions de dispersion assez bonnes**. Au contraire, **au mois de mars** le temps a été beaucoup plus ensoleillé, avec des conditions anticycloniques, des brouillards et des inversions thermiques, **les conditions de dispersion seront donc plutôt mauvaises**.

Sur cette période le flux est majoritairement sud en particulier en février lors des vents forts.

Deux déclenchements de la **procédure d'information et de recommandations** sont à noter du **6 au 16 mars** et du **28 au 30 mars** ainsi qu'une **procédure d'alerte du 11 au 15 mars**.

Avis et interprétation (phase 2: du 30/03 au 30/05/14) :

La 2nde phase de mesures a connu elle aussi deux périodes bien différentes mais des températures et un ensoleillement proche de la normale sur toute la phase. Le mois d'avril a été globalement sec avec quelques averses orageuses ainsi que peu de vent. Au contraire le mois de mai a été pluvieux avec des orages et des vents forts, en particulier lors des orages.

Les conditions de dispersion seront donc variables sur la phase 2.

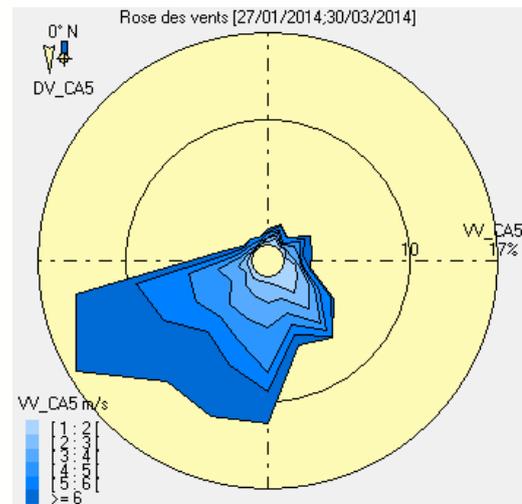
Plusieurs déclenchements de la procédure d'information et de recommandations sont à noter : du **31 mars au 4 avril**, du **20 au 22 avril**, du **24 au 26 avril**, du **1^{er} au 2 mai** et le **19 mai**.

Avis et interprétation (phase 3: du 30/05 au 20/07/14) :

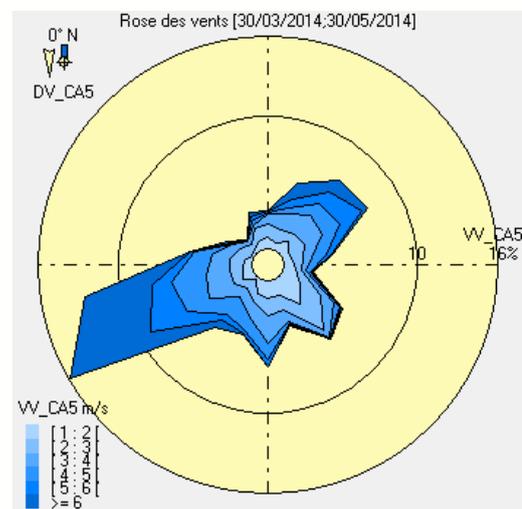
La 3^{ème} phase de mesures est similaire à la 2nde avec un ensoleillement et des températures conformes à la normale mais des conditions de vents et de précipitations hétérogènes. En effet le mois de juin a été sec avec du vent modéré, de secteur sud-ouest et nord-est. Le mois de juillet a été au contraire pluvieux avec des orages comprenant des vents forts.

Là encore les conditions de dispersion seront variables sur cette phase.

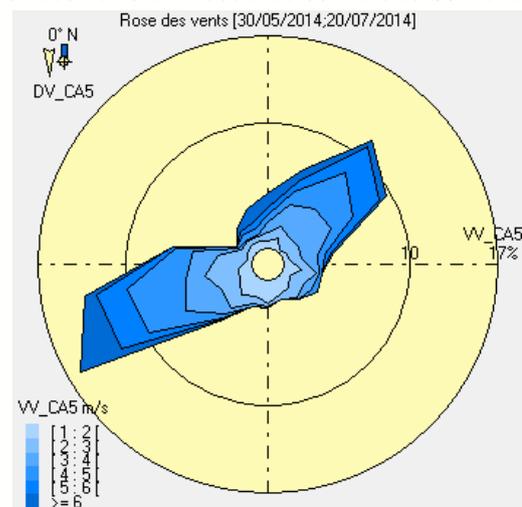
Deux déclenchements de la procédure d'information et de recommandations ont eu lieu pendant cette phase : du **9 au 10 juin** et du **10 au 11 juillet**.



Rose des vents 1: Phase 1 du 27 janvier au 30 mars 2014



Rose des vents 2: Phase 2 du 30 mars au 30 mai 2014



Rose des vents 3: Phase 3 du 30 mai au 20 juillet 2014



Exploitation des résultats de mesures

Bilan métrologique

Les données délivrées par le dispositif de mesures des polluants atmosphériques sont systématiquement validées puis agrégées afin de calculer des paramètres statistiques comparables à la réglementation en vigueur et interpréter rigoureusement la qualité de l'air sur la zone d'étude concernée.

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

Un **taux de fonctionnement inférieur à 75%** signifie que la concentration moyenne du polluant n'est pas représentative sur le temps d'exposition (ici équivalent à une phase de mesures). Aucune comparaison avec les valeurs réglementaires du polluant pour l'année de l'étude n'est possible.

Dans cette étude tous les taux de fonctionnement sont supérieurs à 75%, excepté pour l'ozone en phase 1. Les autres données sont donc exploitables (Voir le détail des taux de fonctionnement en annexe 6).

Repères réglementaires

Pour l'interprétation des données, nous disposons de diverses valeurs réglementaires (valeurs limites, valeurs cibles, objectifs...) en air extérieur. Ces normes sont définies au niveau européen dans des directives, puis sont déclinées en droit français par des décrets ou des arrêtés.

La valeur limite est un niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble.

La valeur cible est un niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble.

L'objectif de qualité (ou objectif à long terme pour l'ozone) est un niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.

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

Pour toute comparaison à des valeurs limites annuelles, selon l'annexe I de la directive européenne 2008/50/CE, la période minimale de prise en compte doit être de 14% de l'année (une mesure journalière aléatoire par semaine répartie uniformément sur l'année, ou 8 semaines réparties uniformément sur l'année). Les valeurs limites, cibles et les objectifs de qualité sont disponibles en annexe 7.

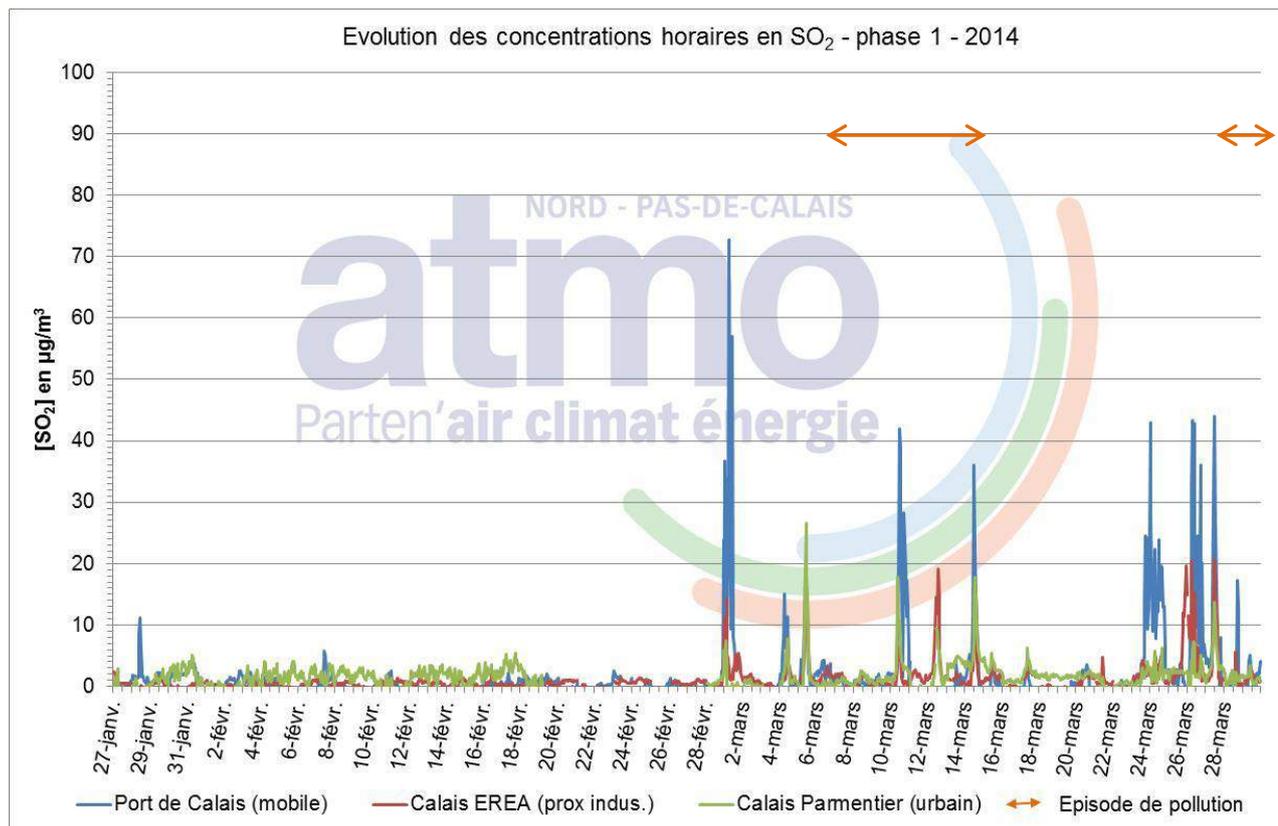


Le dioxyde de soufre (SO₂)

Evolution des concentrations par phase

Phase 1 :

Le graphique ci-dessous indique l'évolution des concentrations horaires en SO₂ sur la phase 1 (hivernale).



Graphique 6: Evolution des concentrations horaires en SO₂, phase 1

Tableau 4: Statistiques du dioxyde de soufre phase 1

SO ₂ phase 1	Typologie	Concentration moyenne (µg/m ³)	Valeur journalière maximale (µg/m ³)	Valeur horaire maximale (µg/m ³)
UM Port Calais	Mobile	<LD	16,4 le 26/03	72,8 le 01/03
Calais EREA	Proximité industrielle	<LD	6,3 le 26/03	20,6 le 27/03
Calais Parmentier	Urbaine	<LD	5,9 le 14/03	26,5 le 05/03

La mention <LD indique des résultats inférieurs à la limite de détection fixée à 3 µg/m³

Avis et interprétation :

Tendances : Le graphique 6 montre une tendance similaire entre les trois stations malgré quelques pics sur la station mobile.

Niveaux : Bien que les valeurs de fond soient similaires et très faibles, des pics sont observés, en particulier sur la station mobile, à plusieurs reprises avec des niveaux largement supérieurs à ceux des stations fixes.

Moyennes : En moyenne les valeurs sont très faibles et ne dépassent pas la limite de détection qui est de 3 µg/m³, pour cette raison la mention «<LD» apparaît dans le tableau.



Valeurs maximales : La fréquence des pics observés sur la station mobile est cohérente avec la répartition des maxima entre les différentes mesures. Les valeurs journalières et horaires maximales sont en effet beaucoup plus élevées sur le site de Calais Port avec $72.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour la station mobile en valeur horaire, contre respectivement 20.6 et $26.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les sites fixes de Calais EREA et Calais Parmentier.

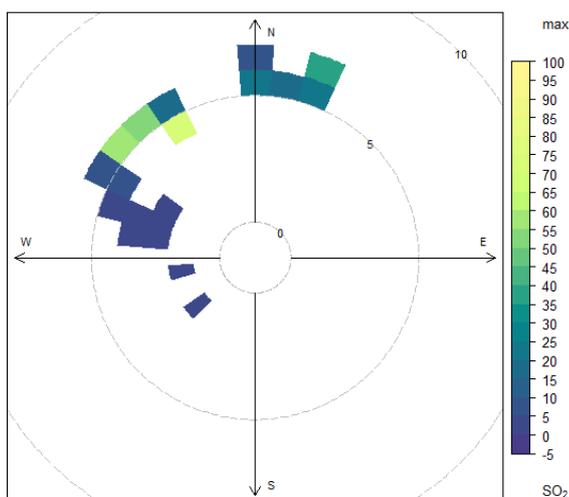
Faits marquants : Sur le graphique et le tableau, il ressort que les **valeurs maximales** sont toutes observées pendant le mois de mars.

Cette différence de période apparait sur les trois stations, bien qu'à des niveaux différents. On peut donc penser que ce n'est pas un phénomène propre au Port de Calais, mais plutôt du fait de **mauvaises conditions de dispersion**. En effet comme évoqué dans la partie « conditions météorologiques » le mois de mars a connu des conditions de dispersion mauvaises avec des brouillards, des inversions thermiques, peu de vent et peu de précipitations, les conditions étaient anticycloniques. Toutes les conditions sont donc favorables à une accumulation des polluants, ce que l'on retrouve dans ces résultats.

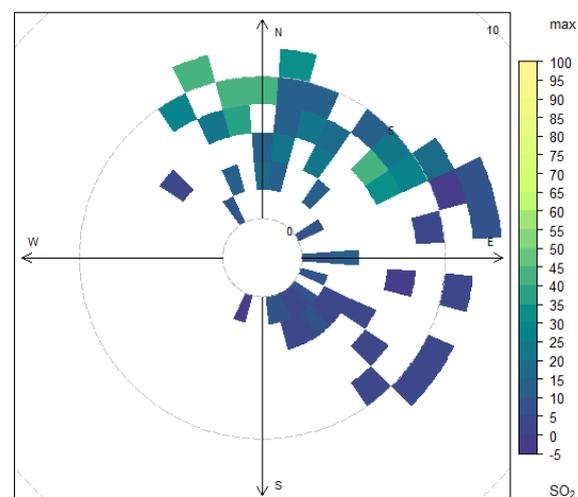
Les pointes du 6 au 16 mars et du 28 au 30 mars sont concomitantes à des épisodes de pollution par les particules en suspension (les flèches orange sur le graphique symbolisent ces épisodes de pollution).

A l'inverse, certains pics ne sont pas observés sur les trois stations mais seulement sur la station mobile comme le 1^{er} mars, qui enregistre la valeur maximale horaire à Port de Calais et la période du 24 au 26 mars. Sur ces deux périodes on peut donc supposer que l'émetteur principal se trouve à proximité de la station mobile et non des stations fixes.

Les roses de pollution en valeurs maximales faites **pour ces périodes** semblent confirmer cette hypothèse.



Rose de pollution 1: Valeurs maximales en SO_2 sur Calais Port le 1er mars



Rose de pollution 2: Valeurs maximales en SO_2 sur Calais Port du 24 au 26 mars

Sur les roses de pollution présentées dans ce rapport, une cellule correspond à une direction et une vitesse du vent (qui est représentée par les cercles).

La couleur correspond à la concentration en polluant. En fonction du besoin la concentration maximale ou moyenne peut être affichée. Ici puisque l'on parle de pointe horaire, c'est la valeur maximale qui sera observée.

Guide de lecture de la rose de pollution :

- Une cellule par direction et vitesse du vent (qui est représentée par les cercles)
- **Couleur de la cellule** = concentration (ici maximale) du polluant pour cette direction et cette vitesse du vent.



Pour les pics du 1^{er} mars, d'après la rose de pollution, les apports maximum en SO₂ proviennent du secteur nord et nord-ouest. D'après la carte ci-contre c'est donc le secteur où se situe le port¹, les **émissions des bateaux** pourraient donc être responsables de ces valeurs.

Les pics du 24 au 26 mars semblent issus eux aussi d'émissions du Port mais d'un autre secteur. Ici c'est plutôt **le secteur du Terminal**, de direction nord et nord-est, qui ressort.

En résumé sur cette période, différents types d'événements sont à noter:

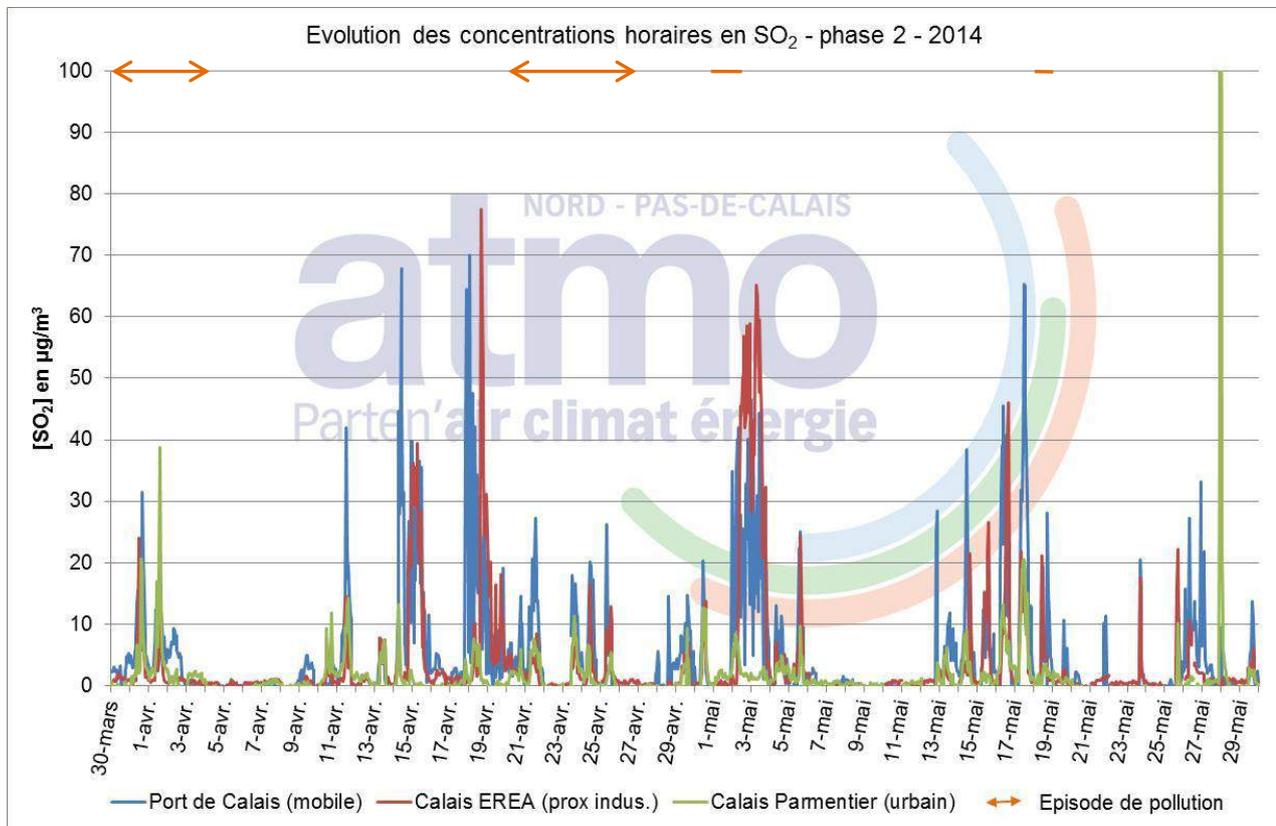
- Des pics où les trois stations de mesures réagissent et qui sont synchrones à des épisodes de pollution en PM10. C'est donc un phénomène à plus grande échelle où les mauvaises conditions de dispersion favorisent la concentration des polluants de diverses origines (industriel, maritime, transport routier, résidentiel tertiaire par exemple) et tend à faire augmenter le niveau de fond. Ce phénomène peut masquer des augmentations de concentrations dues à des émissions locales (celles du Port par exemple).
- Des pics provenant du Port maritime de Calais, à une échelle donc plus locale. L'origine des émissions pouvant être de différents secteurs en fonction du vent dominant et de l'activité portuaire. Ces pics sont ponctuels puisque les vents majoritaires sont de secteur sud-ouest, avec une tendance à "repousser" les panaches de pollution vers le large.

¹ Carte issue du site de Calais Port : <http://www.calais-port.fr/plan/>



Phase 2 :

Le graphique ci-dessous indique l'évolution des concentrations horaires en SO₂ sur la phase 2 (printanière).



Graphique 7: Evolution des concentrations horaires en SO₂, phase 2

SO ₂ phase 2	Typologie	Concentration moyenne (µg/m ³)	Valeur journalière maximale (µg/m ³)	Valeur horaire maximale (µg/m ³)
UM Port Calais	Mobile	4,4	22,6 le 02/05	70,1 le 18/04
Calais EREA	Proximité industrielle	3,4	35,9 le 03/05	77,4 le 18/04
Calais Parmentier	Urbaine	<LD	24,1 le 27/05	300,8 le 27/05

Tableau 5: Statistiques du dioxyde de soufre phase 2

Avis et interprétation :

Tendances : Le graphique 7 montre des tendances similaires entre les trois stations, malgré quelques différences ponctuellement.

Niveaux : Les niveaux en revanche sont différents. Sur cette phase les stations de Port de Calais et de Calais EREA semblent obtenir les mêmes niveaux alors que la station de Calais Parmentier montre des niveaux plus faibles. Deux pics sont visibles uniquement sur la station de Calais Parmentier.

Moyennes : Les moyennes confirment les observations du graphique, les stations de Port de Calais et de Calais EREA obtiennent des valeurs supérieures à la limite de détection alors que celle de Calais Parmentier est plus faible. La station mobile a une concentration moyenne supérieure à la station fixe de proximité industrielle.

Valeurs maximales : En valeur journalière maximale, c'est la station de Calais EREA qui obtient la valeur la plus importante, ce qui est logique vis-à-vis de sa proximité industrielle. Pour les valeurs horaires maximales c'est la station de Calais Parmentier qui obtient la valeur la plus importante, celle-ci n'est pas expliquée.

Comparaison de phases : Les valeurs moyennes sont plus importantes sur les sites de Calais Port et de Calais EREA sur cette phase, mais similaire sur celle de Calais Parmentier. La valeur horaire maximale est plus importante sur les sites fixes sur la phase 2, similaire sur le site mobile.



Faits marquants : Au cours de cette phase on compte **cinq déclenchements de procédures d'information et de recommandations pour les PM10** dus à de mauvaises conditions de dispersion. Ceux-ci sont symbolisés par des flèches orange sur le graphique. Dans ces conditions, les polluants ont tendance à s'accumuler et à faire augmenter le niveau de fond, entraînant une hausse de la concentration moyenne. Certains vents peuvent apporter des masses d'air chargées en passant à proximité des émetteurs, des pics de concentrations peuvent donc être visibles à ces périodes.

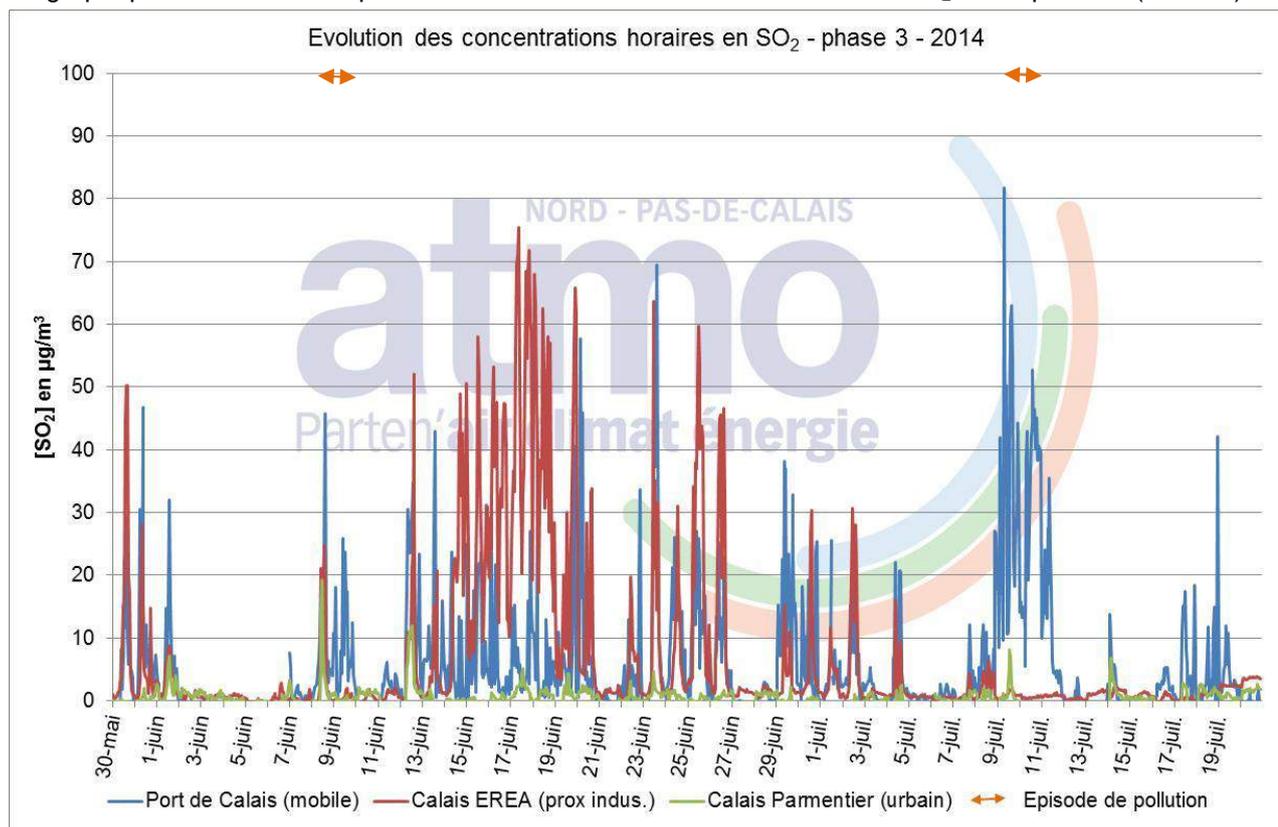
Sur la station mobile, la rose de pollution montre **l'influence du Port comme émetteur de SO₂**. Une augmentation des niveaux sera donc la plupart du temps due, soit à de mauvaises conditions de dispersion comme lors des périodes synchrones aux déclenchements de procédures, soit à une augmentation des émissions. Les deux phénomènes pouvant se conjuguer.

Les augmentations de concentrations vers le 18 avril semblent provenir du secteur nord donc du Port d'après la rose de pollution. Des vents majeurs et forts en provenance du nord rabattant les émissions du Port sur les stations peuvent être à l'origine de ces augmentations. De plus le week-end de paques est traditionnellement l'un des plus chargés de l'année en terme de trafic transmanche.

Des épisodes de **brises de mer** sont observés mi-mai apportant des masses d'air chargées en dioxyde de soufre, contribuant aux augmentations des niveaux pendant les épisodes de pollution.

Phase 3 :

Le graphique ci-dessous indique l'évolution des concentrations horaires en SO₂ sur la phase 3 (estivale).



Graphique 8: Evolution des concentrations horaires en SO₂, phase 3

SO ₂ phase 3	Typologie	Concentration moyenne (µg/m ³)	Valeur journalière maximale (µg/m ³)	Valeur horaire maximale (µg/m ³)
UM Port Calais	Mobile	6,0	33 le 09/07	81,8 le 09/07
Calais EREA	Proximité industrielle	6,6	47,8 le 17/06	75,5 le 17/06
Calais Parmentier	Urbaine	<LD	3,3 le 12/06	19,3 le 08/06

Tableau 6: Statistiques du dioxyde de soufre phase 3



Avis et interprétation :

Tendances : Le graphique 8 montre des tendances similaires entre les trois stations, malgré quelques différences ponctuellement.

Niveaux : Les niveaux sont différents. Sur cette phase la station de Calais EREA semble avoir connu des pics de pollution plus nombreux. Quelques-uns sont à noter aussi début juillet sur la station mobile. La station de Calais Parmentier montre des niveaux assez faibles en comparaison.

Moyennes : Les moyennes confirment les observations du graphique, les stations de Port de Calais et de Calais EREA obtiennent des valeurs supérieures à la limite de détection, ce qui n'est pas le cas de la station de Calais Parmentier. La station fixe de Calais EREA enregistre une concentration moyenne supérieure à la station mobile.

Valeurs maximales : En valeur journalière maximale, c'est la station de Calais EREA qui obtient la valeur la plus importante, ce qui est logique vis-à-vis de sa proximité industrielle. Pour les valeurs horaires maximales, c'est la station mobile qui enregistre la valeur la plus élevée.

Comparaison de phases : Les valeurs moyennes sont plus importantes sur les sites de Calais Port et de Calais EREA sur cette phase, mais restent similaires sur celle de Calais Parmentier. Les valeurs journalières maximales sont plus importantes sur les stations de Calais Port et Calais EREA et plus faibles sur Calais Parmentier. La valeur horaire maximale est plus importante sur le site mobile mais plus faible sur les stations fixes.

Faits marquants :

- Les vents les plus fréquents proviennent du secteur nord-est. Or sous ces vents les émissions du Port seront rabattues sur la station mobile et celles de la zone industrielle incluant Tioxide et Graftech sur la station de Calais EREA. Le niveau de la station Calais Parmentier est atypique par rapport aux autres stations. Ce phénomène n'est pas expliqué.
- Aux alentours du 24 juin les roses des vents indiquent que l'augmentation de concentration pourrait être d'origine industrielle puisque c'est le secteur nord-est qui enregistre les niveaux les plus importants sur Calais Port et Calais EREA.



Concentrations en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pendant la campagne

Le tableau ci-dessous récapitule les statistiques du dioxyde de soufre à l'échelle de la campagne 2014.

Tableau 7: Statistiques du dioxyde de soufre campagne 2014¹

SO ₂ Campagne		Typologie	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valeur horaire maximale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Valeurs campagne	UM Port Calais	Mobile	4,0	81,8 le 09/07
	Calais EREA	Proximité industrielle	<LD	77,4 le 18/04
	Calais Parmentier	Urbaine	<LD	300,8 le 27/05
Valeurs annuelles	UM Port Calais	Mobile	/	/
	Calais EREA	Proximité industrielle	3,5	106,5 le 22/09
	Calais Parmentier	Urbaine	1,4	435,4 le 05/09
Valeurs réglementaires			50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Objectif de qualité)	300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Seuil d'information et de recommandations)

Avis et interprétation :

Sur la campagne de mesure et en concentration moyenne, la station mobile est légèrement supérieure aux stations fixes, ce qui est probablement dû à l'influence des émissions maritimes comme nous avons pu le voir sur les roses de pollution. En valeurs ponctuelles c'est le site de Calais Parmentier qui obtient les concentrations les plus importantes ; cette station étant influencée ponctuellement par les émissions industrielles, il peut être logique d'obtenir de telles valeurs.

La station de Calais Port obtient des niveaux qui restent modérés par rapport à ceux relevés en proximité industrielle.

Les valeurs moyennes sont faibles et ne dépassent même pas la limite de détection sur certaines phases de mesures.

Au regard du seuil d'information et de recommandations, seule la station fixe de Calais Parmentier obtient des dépassements : un sur la campagne, et deux sur l'ensemble de l'année 2014. La station mobile de Calais Port et Calais EREA ne dépassent pas le seuil.

Nous pouvons donc dire que les concentrations obtenues lors de cette campagne restent toujours bien inférieures aux $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne horaire à ne pas dépasser plus de 24 heures par an et inférieures aux $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne journalière, à ne pas dépasser plus de 3 jours par an.

De plus, le risque de dépassement de la valeur réglementaire fixée à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, à respecter en moyenne annuelle, semble très limité à Calais Port.

Finalement sur Calais Port l'influence du Port maritime est visible en SO₂ ponctuellement mais le niveau de fond reste faible et dans le respect des exigences réglementaires.

¹ Les campagnes de mesures ponctuelles effectuées à l'aide d'unités mobiles ne rentrent pas en compte dans le dispositif obligatoire mais sont un complément. Une procédure d'alerte ne peut donc pas être déclenchée à partir de ces données.

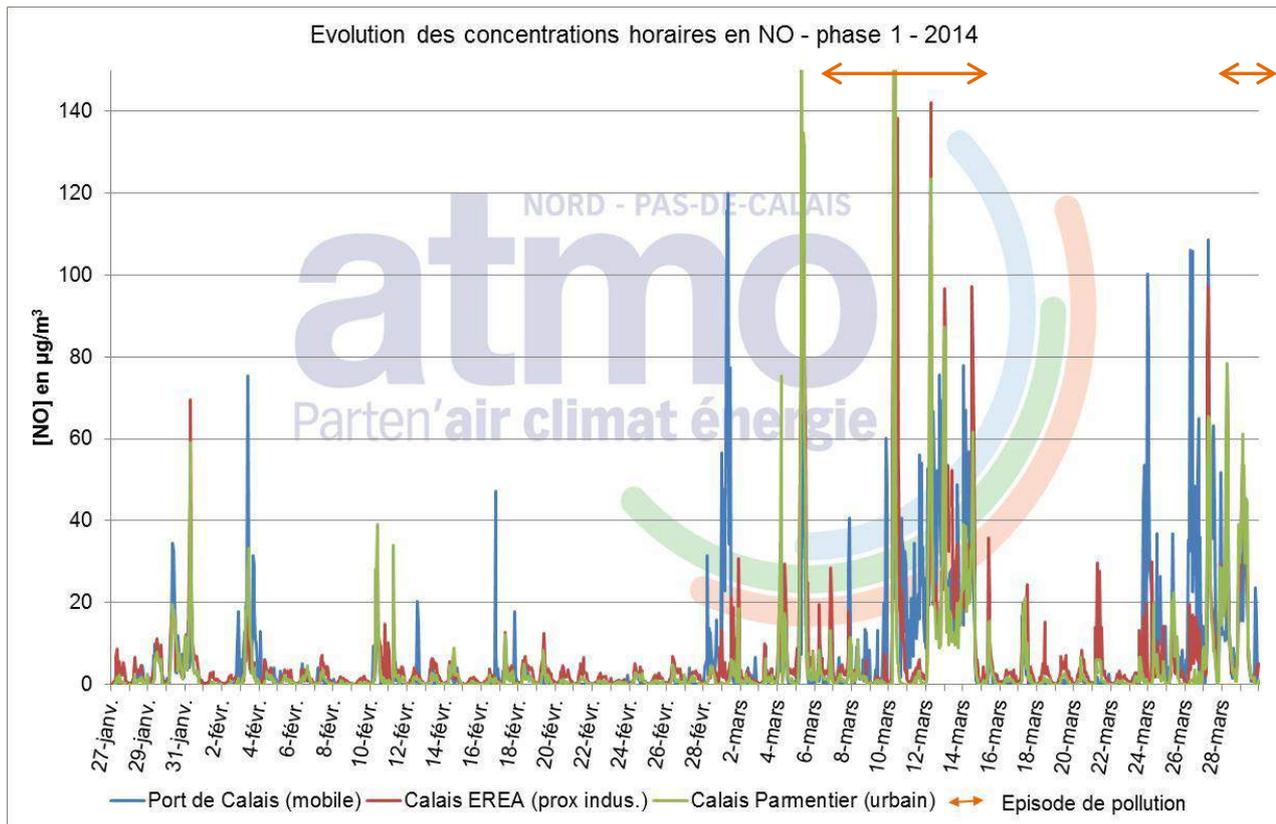


Le monoxyde d'azote (NO)

Evolution des concentrations par phase

Phase 1 :

Le graphique ci-dessous indique l'évolution des concentrations horaires en NO sur la phase 1.



Graphique 9: Evolution des concentrations horaires en NO, phase 1

NO phase 1	Typologie	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valeur horaire maximale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
UM Port Calais	Mobile	6,8	39,3 le 02/05
Calais EREA	Proximité industrielle	6,3	44,2 le 01/04
Calais Parmentier	Urbaine	4,6	37,3 le 01/04

Tableau 8: Statistiques du monoxyde d'azote phase 1

Avis et interprétation :

Tendances : Le graphique 9 montre des tendances similaires en monoxyde d'azote, entre les trois stations, sur cette phase hivernale.

Niveaux : Malgré ces tendances similaires les trois stations connaissent des pics isolés, comme la station mobile fin février par exemple. Des phénomènes locaux entrent donc en compte.

Moyennes : Les moyennes sont similaires entre la station de Port de Calais et celle de Calais EREA alors que la station de Calais Parmentier enregistre une moyenne plus faible. Les apports maritimes dus aux bateaux peuvent justifier cette différence.



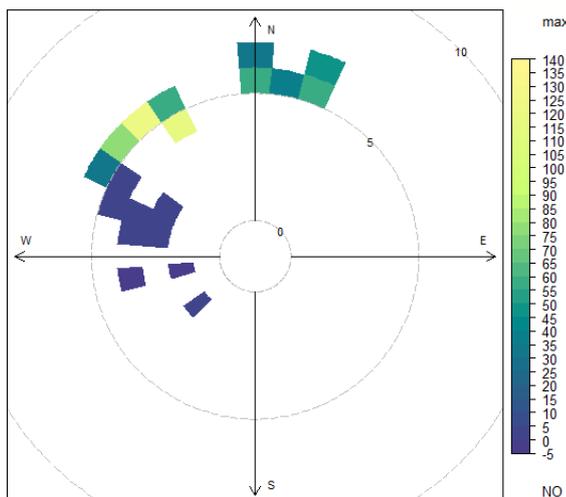
Valeurs maximales : Les valeurs horaires maximales sont similaires sur les trois stations bien que ce soit celle de Calais EREA qui obtienne la valeur la plus élevée.

Faits marquants :

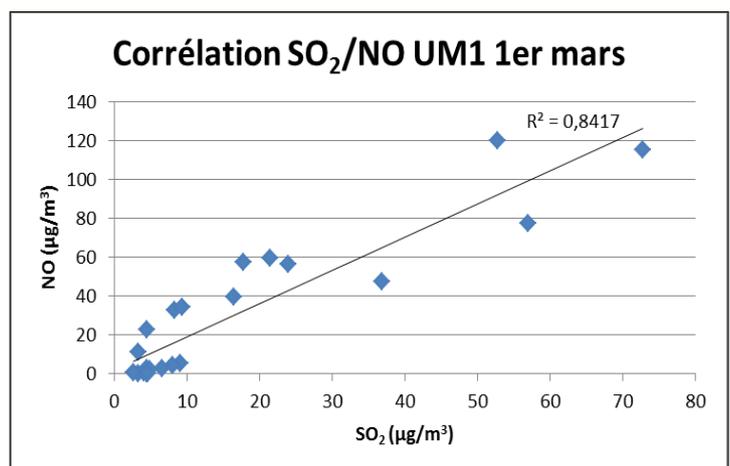
L'origine des pics de concentration en NO des trois stations semblent ne pas avoir la même origine. En effet, d'après les roses de pollution, on peut voir que pour la station mobile le secteur de provenance du maximum de concentration est Nord et Est, donc plutôt **le port et les émissions des bateaux**. Au contraire pour les stations fixes ce sont les directions Ouest et Sud-Est où l'on observe les valeurs maximales à faible vitesse, ce qui semble correspondre aux **secteurs des zones urbaines**.

En 2007, le rapport d'étude sur Calais Port mettait en relation le dioxyde de soufre et le monoxyde d'azote. Le rapport indiquait une relation quasi-linéaire entre NO et SO₂, lorsque le site se trouvait sous le vent de la zone portuaire, avec un coefficient de corrélation égal à 0,83. Au contraire, sous les vents de la zone industrielle des Dunes, il n'y avait aucune corrélation. En 2014 et sur le site du Quai Devot ces constatations sont toujours valables (Cf. annexe 8).

Ces graphiques peuvent permettre de comprendre les pics de pollution. Par exemple sur le graphique 9 nous pouvons voir que le **1^{er} mars** la station mobile connaît un pic en monoxyde d'azote. Nous avons vu précédemment une augmentation en dioxyde de soufre le même jour. La rose de pollution et le graphique sont cohérents. En effet la rose de pollution montre des valeurs maximales dans le secteur nord-ouest sur la station mobile, donc le secteur englobant le Port. Le graphique 10 montre une bonne corrélation entre le dioxyde de soufre et le monoxyde d'azote sur la station mobile avec un coefficient de corrélation de 0,84. Nous pouvons donc dire que cette hausse est due à des **émissions maritimes**, des **ferries** par exemple.



Rose de pollution 3: Concentrations maximales en NO à Calais Port le 1er mars



Graphique 10: Corrélation SO₂/NO le 1er mars à Calais Port

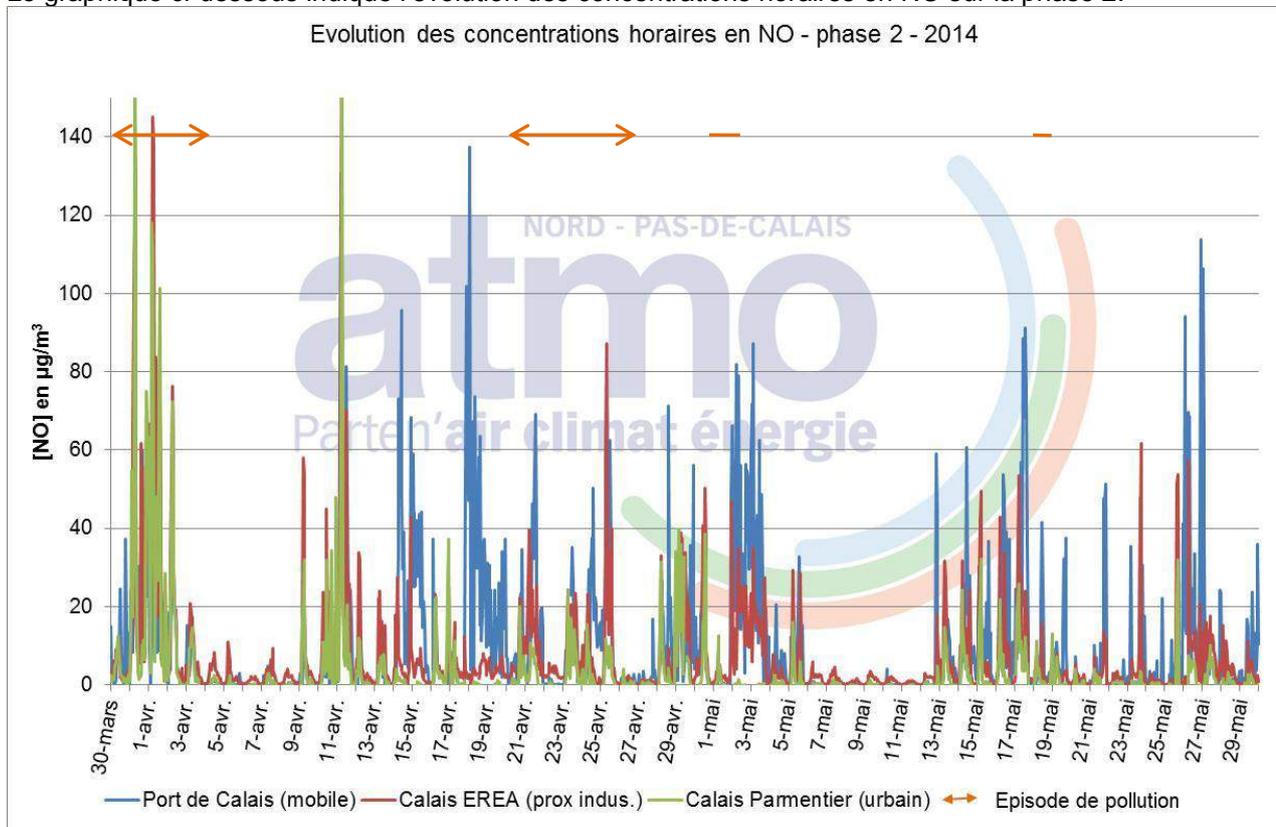
Au contraire si l'on étudie les pics du **13 mars**, nous pouvons voir que les trois stations présentent une hausse des concentrations en NO. De plus les roses de pollution en SO₂ et en NO ce jour là indiquent des valeurs maximales dans le secteur est et ouest, mais pas particulièrement dans les secteurs du Port. De plus sur les graphiques il n'y a aucune corrélation entre le NO et SO₂ sur les trois sites, pour le site mobile (coefficient de corrélation de 0.1). Les émissions à l'origine de ce pics ne sont donc pas maritimes. Etant synchrones à un épisode de pollution on peut donc imputer l'influence des émetteurs locaux (résidentiel, trafic, industriel) associée à une **mauvaise dispersion** des polluants due aux phénomènes météorologiques.

Les pics aux alentours du **25 mars** ont pour origines les **apports maritimes** comme nous l'avons dit dans la partie sur le dioxyde de soufre. Les constatations faites avec les roses de pollution sont confirmées par le graphique de corrélation SO₂/NO, le coefficient obtenu pour la période du 24 au 26 mars sur le site mobile étant de 0.75.



Phase 2 :

Le graphique ci-dessous indique l'évolution des concentrations horaires en NO sur la phase 2.



Graphique 11: Evolution des concentrations horaires en NO phase 2

NO phase 2	Typologie	Concentration moyenne (µg/m³)	Valeur horaire maximale (µg/m³)
UM Port Calais	Mobile	9,8	137,5 le 18/04
Calais EREA	Proximité industrielle	7,2	173,4 le 11/04
Calais Parmentier	Urbaine	3,2	165,9 le 11/04

Tableau 9: Statistiques du monoxyde d'azote phase 2

Avis et interprétation :

Tendances : Le graphique 11 montre globalement des tendances similaires en monoxyde d'azote entre les trois stations sur cette phase printanière, malgré quelques singularités en particulier sur la station mobile.

Niveaux : Des niveaux ponctuels assez haut sont observés sur Calais Parmentier et Calais Port, les niveaux sur Calais EREA sont plus faibles en monoxyde d'azote sur cette phase 2.

Moyennes : En moyenne le site de Calais Port obtient les valeurs les plus importantes avec 9.8 µg/m³ ce qui peut indiquer l'influence des émissions de ferries. Malgré des niveaux ponctuels importants, le site de Calais Parmentier enregistre une concentration moyenne assez faible avec 3.2 µg/m³.

Valeurs maximales : La valeur horaire maximale est enregistrée à Calais Parmentier avec une concentration horaire de 165.9 µg/m³ le 11 avril.

Comparaison de phases : En comparaison avec la phase hivernale, cette phase obtient des niveaux moyens et ponctuels plus importants.



Faits marquants : Comme on peut le voir sur le graphique, les **augmentations de concentrations** en début de phase sont **synchrones aux épisodes de pollution en PM10**. On peut donc les justifier par de **mauvaises conditions de dispersion**. Cette observation est valable lors de la plupart des épisodes de pollution. En effet des pics dus à une pollution locale (émission de ferries) ou un phénomène local (brise de mer par exemple) seraient masqués par l'épisode de pollution à l'échelle régionale.

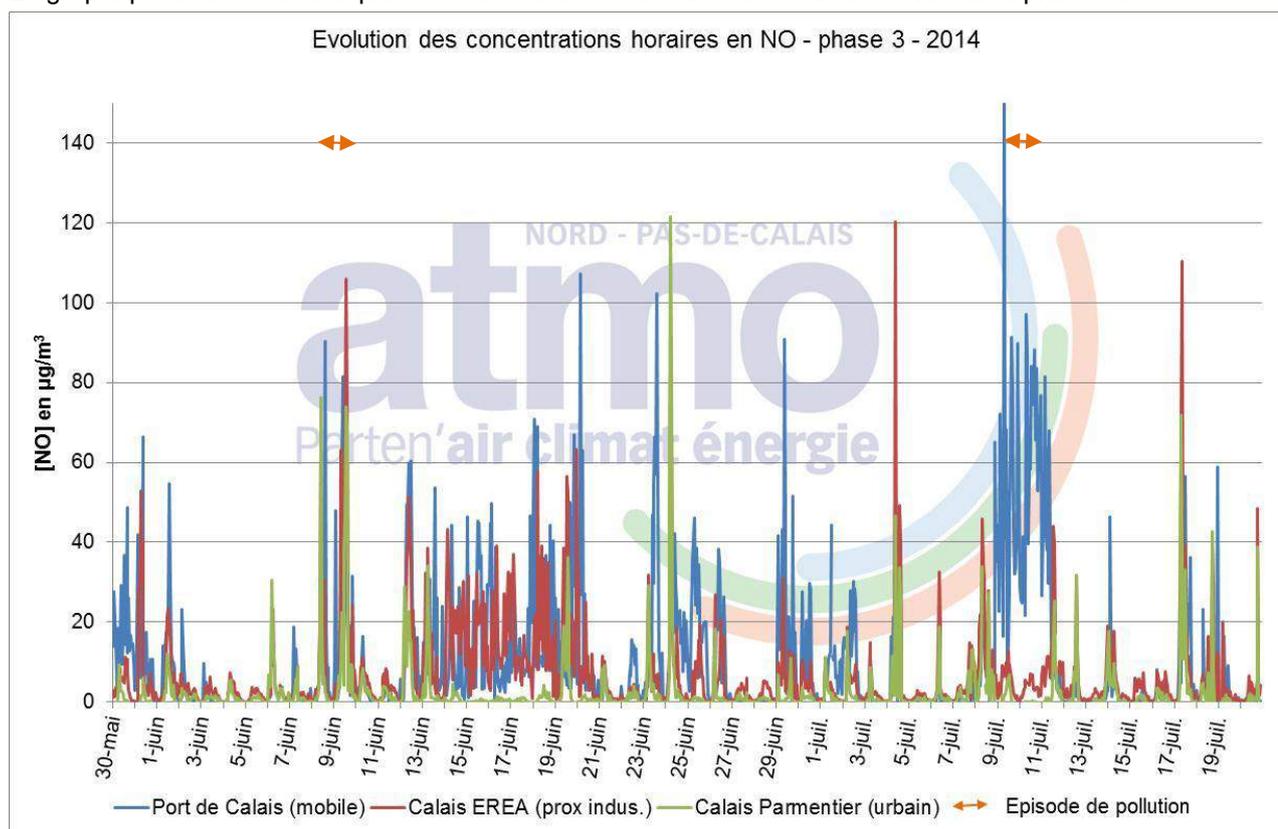
Mi-mai comme dit précédemment, le phénomène de **brise de mer** provoque des augmentations de pollution puisque la pollution est rabattue sur le littoral et non dispersée.

Aux alentours du 10 avril, les augmentations de concentrations ne semblent pas dues principalement aux émissions maritimes. En effet les roses de pollution indiquent, pour les valeurs maximales en NO rencontrées, des secteurs de vent Est et Ouest. De plus le coefficient de corrélation entre le monoxyde d'azote et le dioxyde de soufre est faible, égal à 0.30. Le fait que les stations de Calais Parmentier et Calais EREA soient plus touchées que Calais Port confirme cette hypothèse. Les conditions de dispersion n'étaient pas bonnes à cette période, en particulier du fait d'**inversions thermiques**. Les **émissions locales conjuguées à une mauvaise dispersion** semblent donc la cause la plus probable à cette augmentation.

Du 17 au 19 avril les augmentations de concentrations sont différentes de l'épisode précédent. En effet il y a une bonne corrélation du SO₂ et du NO et la rose de pollution indique la direction du Port. **L'influence des ferries est donc probablement la cause de cette hausse.**

Phase 3 :

Le graphique ci-dessous indique l'évolution des concentrations horaires en NO sur la phase 3.



Graphique 12: Evolution des concentrations horaires en NO phase 3



NO phase 3	Typologie	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valeur horaire maximale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
UM Port Calais	Mobile	11,4	154,9 le 09/07
Calais EREA	Proximité industrielle	7,1	120,2 le 04/07
Calais Parmentier	Urbaine	2,5	121,6 le 24/06

Tableau 10: Statistiques du monoxyde d'azote phase 3

Avis et interprétation :

Tendances : Le graphique 12 montre des tendances similaires en monoxyde d'azote entre les trois stations sur cette phase estivale malgré quelques singularités, en particulier sur la station mobile.

Niveaux : Des niveaux ponctuels assez hauts sont observés sur Calais Port sur cette phase.

Moyennes : En moyenne le site de Calais Port obtient les valeurs les plus importantes avec $11.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ce qui peut indiquer l'influence des émissions de ferries. Le site de Calais Parmentier semble moins touché par cette pollution à cette période puisque la moyenne est de $2.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Valeurs maximales : La valeur horaire maximale est enregistrée à Calais Port avec une concentration horaire de $154.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ le 9 juillet. Le site mobile enregistre donc les niveaux moyens et maxima les plus élevés sur cette phase.

Comparaison de phases : En comparaison avec la phase printanière, cette phase obtient des niveaux moyens et ponctuels similaires.

Faits marquants :

- 9-10 juin : Ces dates correspondent à un **épisode de pollution** provoqué par des **conditions météorologiques défavorables** à la dispersion des polluants (temps orageux vent de nord-est faible, température: 20°C , pression: 1013 hPa) et **l'influence de certains émetteurs locaux**.
- 13-27 juin : La corrélation SO_2/NO est bonne sur la station mobile, ce qui n'est pas le cas pour les stations fixes. Les roses de pollution sont en accord avec les graphiques et indiquent un secteur nord pour les valeurs maximales sur la station mobile. **Les augmentations en SO_2 observées précédemment ne sont donc probablement pas dues au secteur industriel sur Calais Port mais aux émissions maritimes**. L'absence de NO dans ce secteur sur Calais EREA confirme donc que les deux stations sont soumises à des **influences différentes, industrielle pour EREA et maritime pour Calais Port**. Pour Parmentier et EREA c'est le secteur Est qui enregistre des concentrations maximales, l'influence de l'agglomération est donc la plus probable, par le biais du trafic engendré par exemple.
- 9-12 juillet : A cette période, seule la station mobile enregistre de fortes concentrations, c'est donc probablement une **influence du Port sur la station**. Les roses de pollution confirment cette hypothèse ainsi que les graphiques de corrélation qui indiquent un coefficient de 0.9, l'influence du Port est donc bien marquée. A ces dates-là, **le vent était fort et en provenance du nord**, ce qui amplifie l'impact des émissions du port sur la station. **Les 10 et 11 juillet, la procédure d'alerte aux particules a été déclenchée**, mais celle-ci concernait plutôt Dunkerque. Les augmentations sur notre site semblent donc parallèles à ce phénomène, la ville de Calais ayant été moins touchée. Cependant les conditions de vents similaires (vents forts en provenance du nord) ont provoquées ces hausses, bien que les émissions à l'origine de ces concentrations soient différentes.



☺ Concentrations en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pendant la campagne

Le tableau ci-dessous récapitule les statistiques du monoxyde d'azote à l'échelle de la campagne 2014.

Tableau 11: Statistiques du monoxyde d'azote campagne 2014¹

NO Campagne		Typologie	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valeur horaire maximale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Valeurs campagne	UM Port Calais	Mobile	9,3	154,9 le 09/07
	Calais EREA	Proximité	6,8	191,3 le 10/03
	Calais Parmentier	Urbaine	3,9	188,3 le 10/03
Valeurs annuelles	UM Port Calais	Mobile	/	/
	Calais EREA	Proximité industrielle	7,3	269,8 le 2/10
	Calais Parmentier	Urbaine	4,5	194,4 le 2/10

Remarque : le monoxyde d'azote n'est pas réglementé en air extérieur. « / » : Données non représentatives

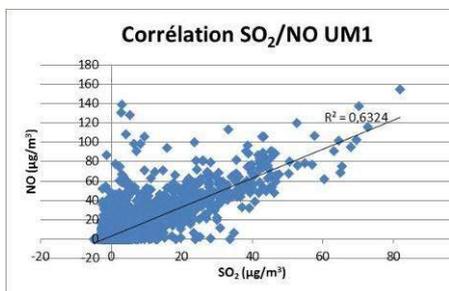
Avis et interprétation :

Sur la campagne de mesure de 2014 à Calais Port, les graphiques ont montré des tendances similaires entre la station mobile et les stations fixes. Cependant les niveaux étaient parfois différents, avec des hausses ponctuelles indiquant des influences locales. En moyenne, sur la campagne, c'est le site mobile de Calais Port qui obtient la valeur la plus haute avec $9.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, suivi de Calais EREA avec $6.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Calais Parmentier obtient seulement $3.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en concentration moyenne sur la période de la campagne 2014. Cette tendance est similaire aux résultats annuels, en effet sur les stations fixes les concentrations moyennes sont du même ordre de grandeur, la période a donc été représentative de l'année.

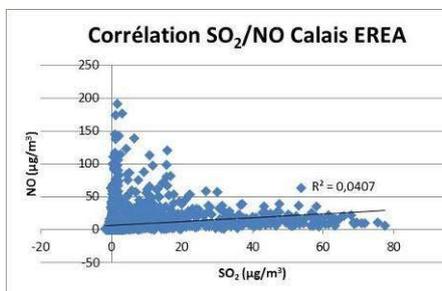
En valeurs horaires maximales c'est le site de Calais EREA qui enregistre les valeurs les plus importantes, Calais Port ayant la valeur horaire maximale la plus faible sur la campagne. L'influence de l'agglomération pourrait être à l'origine de ces hausses. Le 10 mars, date où l'on enregistre les valeurs maximales sur deux stations, la température est faible et une inversion thermique est constatée.

Le profil journalier en monoxyde d'azote sur la campagne est typique d'un environnement urbain influencé par les variations des émissions du secteur résidentiel-tertiaire et transport. Une hausse des concentrations le matin est visible, lorsque les émissions liées aux chauffages et à la circulation sont les plus importantes.

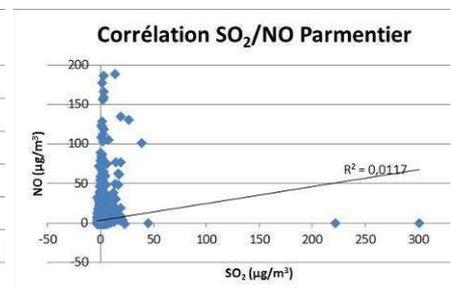
L'étude du monoxyde d'azote a permis de mettre en évidence l'influence des émissions maritimes, en particulier des ferries, sur la station d'étude. En effet de nombreux pics de concentrations ont pu être expliqués avec des roses de pollution et des graphiques de corrélation SO_2/NO et concourraient à indiquer l'influence du Port. Les graphiques de corrélation ont été faits jusque-là pour justifier un épisode, il peut être intéressant de savoir si l'influence globale sur la station est maritime en faisant le graphique sur toute la période de mesure.



Graphique 13: Corrélation SO_2/NO UM1



Graphique 14: Corrélation SO_2/NO EREA



Graphique 15: Corrélation SO_2/NO Parmentier

¹ Les campagnes de mesures ponctuelles effectuées à l'aide d'unités mobiles ne rentrent pas en compte dans le dispositif obligatoire mais sont un complément. Une procédure d'alerte ne peut donc pas être déclenchée à partir de ces données.



Ces graphiques en nuages de points représentent le monoxyde d'azote en fonction du dioxyde de soufre sur les trois stations de mesures de l'étude.

Le graphique 13, correspondant à la [station mobile \(UM1\)](#), montre une corrélation significative, on peut donc dire que [l'influence des ferries est importante](#). Au contraire sur les deux autres stations la corrélation est plutôt mauvaise.

Le graphique du [site de Calais EREA](#) montre des concentrations en SO_2 importantes, ce qui est typique d'une station [sous influence industrielle](#).

Le graphique du site de [Calais Parmentier](#) montre au contraire des concentrations en monoxyde d'azote plus importantes que le site mobile et des concentrations en dioxyde de soufre assez faible, ce qui est typique d'une [station urbaine](#).

Le choix du site de Calais Port au quai Paul Devot semble donc approprié puisque son influence principale est maritime.

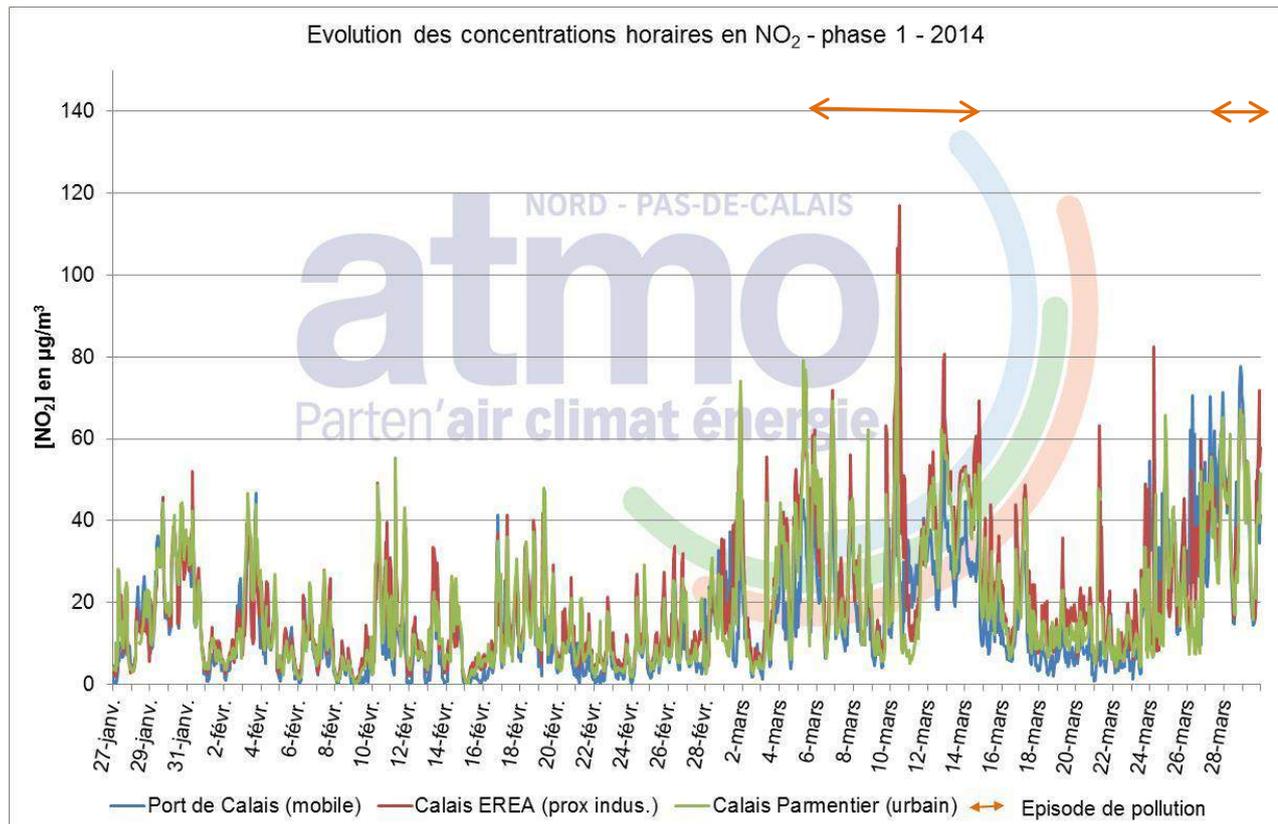


Le dioxyde d'azote (NO₂)

Evolution des concentrations par phase

Phase 1 :

Le graphique ci-dessous indique l'évolution des concentrations horaires en NO₂ sur la phase 1.



Graphique 16: Evolution des concentrations horaires en NO₂, phase 1

NO ₂ phase 1	Typologie	Concentration moyenne (µg/m ³)	Valeur horaire maximale (µg/m ³)
UM Port Calais	Mobile	16,2	77,7 le 28/03
Calais EREA	Proximité industrielle	20,5	117,1 le 10/03
Calais Parmentier	Urbaine	18,4	100,0 le 10/03

Tableau 12: Statistiques du dioxyde d'azote phase 1

Avis et interprétation :

Tendances : Le graphique 16 montre des tendances similaires sur les trois stations.

Niveaux : Les niveaux sont similaires sur les trois sites, quelques hausses de concentration plus importantes sur Calais EREA ou Calais Parmentier que sur Calais Port sont à noter ponctuellement.

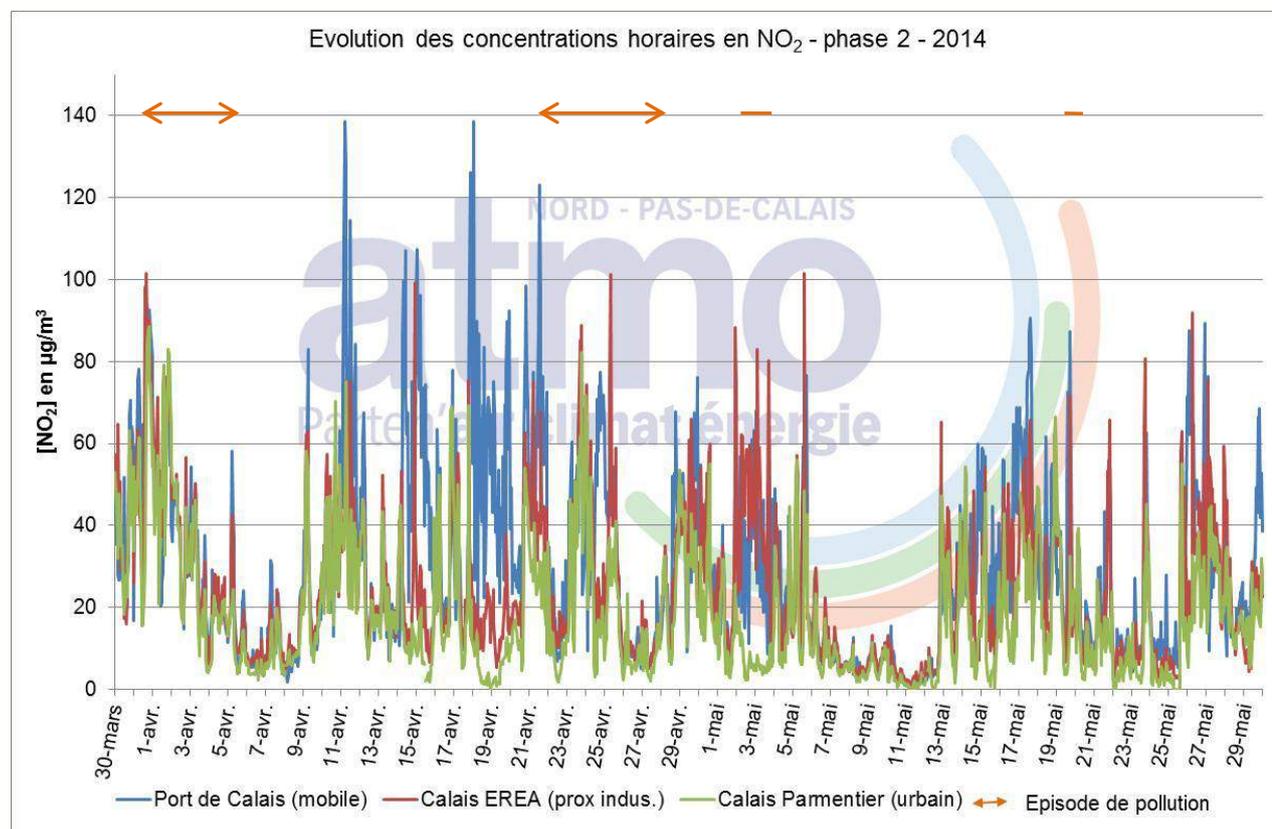
Moyennes : En moyenne c'est le site de Calais EREA qui obtient les valeurs les plus importantes avec 20.5 µg/m³. Le site de Calais Port obtient la moyenne la plus faible avec 16.2 µg/m³.



Valeurs maximales : La valeur maximale horaire sur cette phase est le 10 mars de 117.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur Calais EREA. Cette date est synchrone avec les épisodes de pollution en particules, les conditions de dispersion étaient mauvaises à cette période ce qui peut justifier l'augmentation des concentrations.

Phase 2 :

Le graphique ci-dessous indique l'évolution des concentrations horaires en NO_2 sur la phase 2 :



Graphique 17: Evolution des concentrations horaires en NO_2 phase 2

NO_2 phase 2	Typologie	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valeur horaire maximale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
UM Port Calais	Mobile	30,1	138,6 le 18/04
Calais EREA	Proximité industrielle	24,8	101,5 le 05/05
Calais Parmentier	Urbaine	18,4	88,6 le 31/03

Tableau 13: Statistiques du dioxyde d'azote phase 2

Avis et interprétation :

Tendances : Sur cette phase la tendance est similaire pour les deux stations fixes mais ponctuellement différente sur la station mobile notamment courant avril.

Niveaux : Les niveaux sur Calais Port sont plus importants sur cette phase printanière. Quelques hausses de concentrations sur Calais EREA sont aussi à noter.

Moyennes : Les moyennes confirment les observations du graphique avec une moyenne plus haute sur Calais Port avec 30.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La moyenne la plus basse est celle de Calais Parmentier avec 18.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Valeurs maximales : La valeur maximale en dioxyde d'azote est enregistrée à Calais Port.

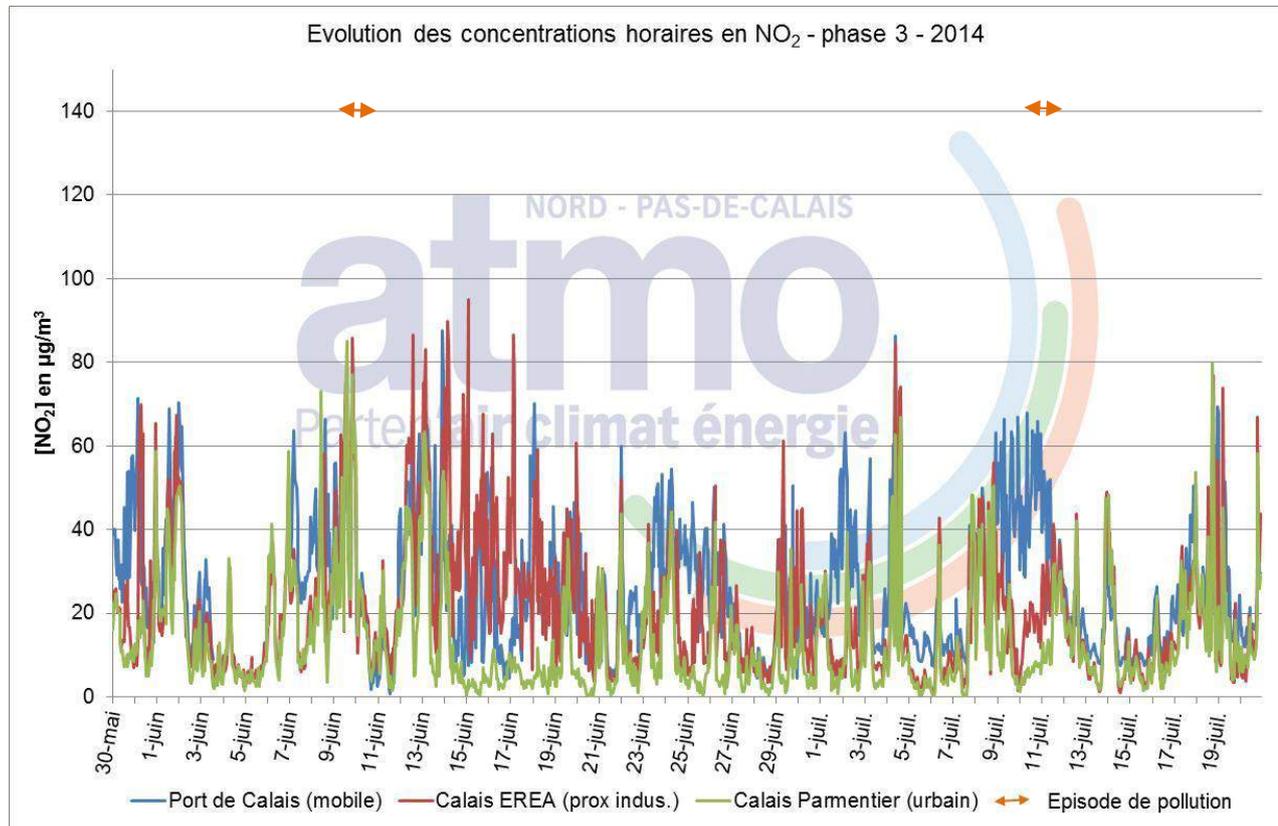
Comparaison de phases : Par rapport à la phase hivernale les valeurs sont similaires sur les stations fixes mais plus importantes en phase printanière sur la station mobile.



Faits marquants : Courant avril, nous pouvons voir des augmentations de dioxyde d'azote, principalement sur la station mobile. Des augmentations en monoxyde d'azote avaient aussi été observées à ces périodes. On peut donc supposer que les augmentations en oxydes d'azote soient dues aux **émissions maritimes**.

Phase 3 :

Le graphique ci-dessous indique l'évolution des concentrations horaires en NO₂ sur la phase 3 :



Graphique 18: Evolution des concentrations horaires en NO₂ phase 3

NO ₂ phase 3	Typologie	Concentration moyenne (µg/m ³)	Valeur horaire maximale (µg/m ³)
UM Port Calais	Mobile	26,6	87,6 le 13/06
Calais EREA	Proximité industrielle	20,9	94,9 le 15/06
Calais Parmentier	Urbaine	13,9	85,1 le 09/06

Tableau 14: Statistiques du dioxyde d'azote phase 3

Avis et interprétation :

Tendances : Le graphique 18 montre des tendances similaires entre les stations, excepté à deux périodes où seules les stations de Calais Port et Calais EREA voient leurs concentrations augmenter.

Niveaux : Le niveau de la station urbaine est plus faible en dioxyde d'azote que celui des deux autres stations.

Moyennes : La moyenne de Calais Parmentier est plus faible que les autres avec 13.9 µg/m³. La moyenne la plus élevée est celle de Calais Port avec 26.6 µg/m³.

Valeurs maximales : La valeur horaire maximale est enregistrée à Calais EREA le 15 juin.

Comparaison de phases : La phase estivale connaît des niveaux en dioxyde d'azote moins importants que la phase printanière. Les conditions météorologiques défavorables et les nombreuses situations de mauvaise dispersion de polluants lors de la phase printanière en sont probablement les causes.



Concentrations en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pendant la campagne

Le tableau ci-dessous récapitule les statistiques du dioxyde d'azote à l'échelle de la campagne 2014.

Tableau 15: Statistiques du dioxyde d'azote campagne 2014¹

NO ₂ Campagne		Typologie	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valeur horaire maximale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Valeurs campagne	UM Port Calais	Mobile	24,3	138,6 le 18/04
	Calais EREA	Proximité	22,7	117,1 le 10/03
	Calais Parmentier	Urbaine	18,4	100,0 le 10/03
Valeurs annuelles	UM Port Calais	Mobile	/	/
	Calais EREA	Proximité industrielle	20,9	117,1 le 10/03
	Calais Parmentier	Urbaine	17,5	100,0 le 10/03
Valeurs réglementaires			40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Valeur limite)	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Seuil d'information et de recommandation)

« / » : Données non représentatives

Avis et interprétation :

Sur la campagne de mesures de 2014, c'est le site de Calais Port qui enregistre les niveaux moyens et ponctuels les plus importants, avec une moyenne sur la campagne de 24.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

En calculant le rapport NO/NO₂ on peut avoir une idée de la distance de la source d'oxydes d'azote. En effet plus ce rapport est important plus la source est proche. On obtient donc 0.38 pour Calais Port, 0.30 pour Calais EREA et 0.21 pour Calais Parmentier. On peut donc en déduire que la source est plus proche de la station mobile ce qui pourrait correspondre au Port maritime.

Les profils journaliers en dioxyde d'azote lors des trois phases montrent des hausses de niveaux horaires le matin et en fin d'après-midi/début de soirée, principalement pendant la phase hivernale. Pendant la phase printanière la hausse est surtout visible le matin. Sur la phase estivale il n'y a pas de franche hausse de niveau à une période de la journée. Cette différence entre les saisons est courante. En effet l'hiver, les conditions de dispersion sont plus favorables aux oxydes d'azote car il n'y a pas ou peu de photochimie et les inversions de températures sont plus fréquentes. Les émissions du secteur résidentiel tertiaire, et en particulier le chauffage, ont donc tendance à s'accumuler dans ces conditions. L'influence du secteur routier est plus modéré, typique d'un environnement urbain.

Nous avons pu voir que la concentration moyenne sur la campagne 2014 à Calais Port est légèrement supérieure à celles des stations fixes en dioxyde d'azote.

En comparant les concentrations moyennes sur la campagne 2014 sur les stations fixes avec les valeurs annuelles on voit que le niveau annuel est plus faible. Le site de Calais Port devrait donc suivre la même tendance si l'on avait des mesures annuelles.

Comme les concentrations moyennes annuelles des stations fixes ne dépassent pas la valeur limite fixée à 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à respecter en moyenne annuelle, le risque de dépassement sur le site de Calais Port semble très faible.

La valeur réglementaire de 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne horaire pour le dioxyde d'azote n'a pas été dépassée lors de cette campagne de mesures. Le risque de dépassement sur une année (200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à ne pas dépasser plus de 18h par an) semble donc limité.

¹ Les campagnes de mesures ponctuelles effectuées à l'aide d'unités mobiles ne rentrent pas en compte dans le dispositif obligatoire mais sont un complément. Une procédure d'alerte ne peut donc pas être déclenchée à partir de ces données.

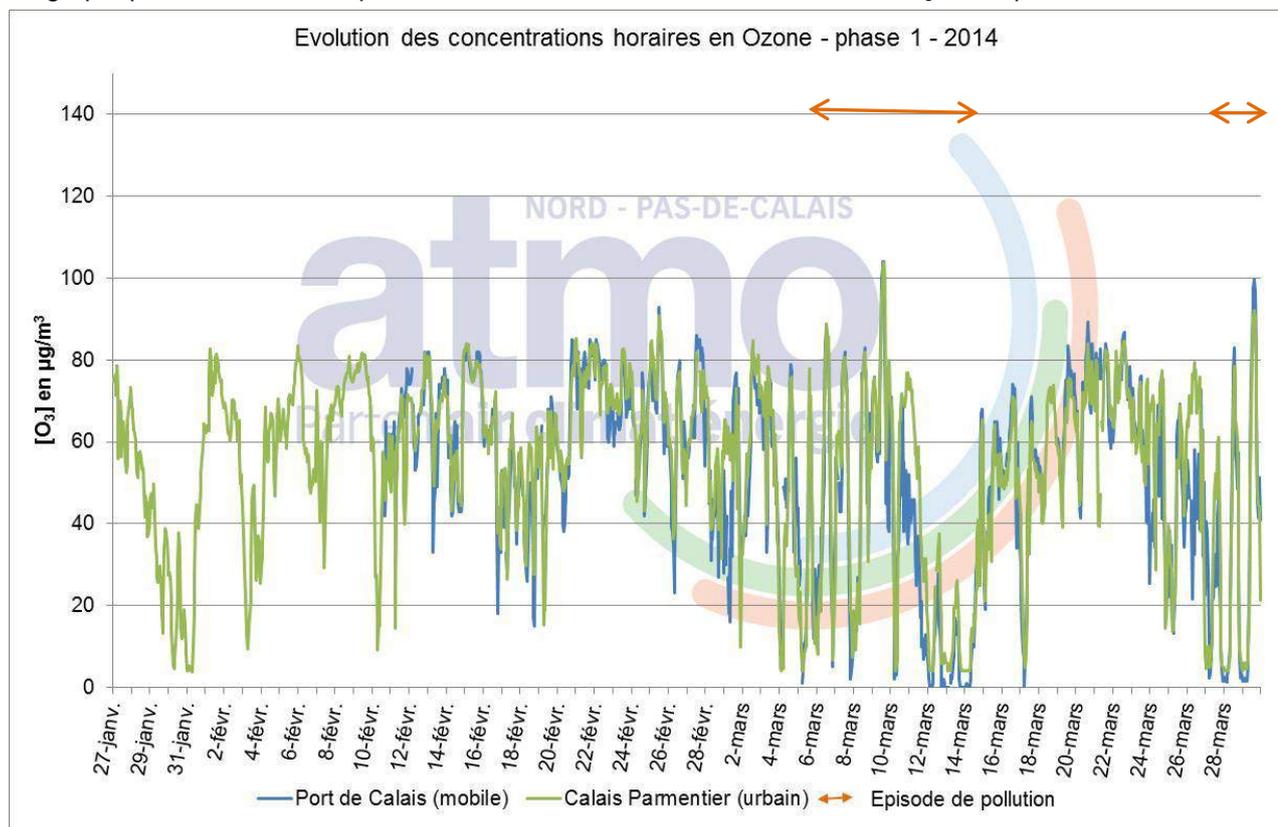


L'ozone (O₃)

Evolution des concentrations par phase

Phase 1 :

Le graphique ci-dessous indique l'évolution des concentrations horaires en O₃ sur la phase 1.



Graphique 19: Evolution des concentrations horaires en O₃, phase 1

Tableau 16: Statistiques de l'ozone phase 1

O ₃ phase 1	Typologie	Concentration moyenne (µg/m ³)	Maximum 8 heures glissantes (µg/m ³)
UM Port Calais	Mobile	52,2	88,5
Calais Parmentier	Urbaine	54,1	90,4

Les résultats en grisé indiquent un taux de fonctionnement inférieur à 75%

Avis et interprétation :

Tendances : Les tendances sur les deux stations sont similaires.

Niveaux : Les niveaux sont globalement proches sur les deux stations. Les conditions météorologiques perturbées du mois de février influent sur le cycle journalier (vent fort, période avec peu d'ensoleillement...). De plus, des concentrations plus faibles sont observées sur la station mobile à certaines périodes : la plus visuelle, sur cette phase, est observée le 1 mars. A cette date des pics ont été observés en monoxyde d'azote sur la station mobile et dont la source principale était le Port. L'influence du Port est donc visible sur les concentrations en ozone (constat lié à la chimie de l'ozone dans laquelle le NO₂ entre en compte).

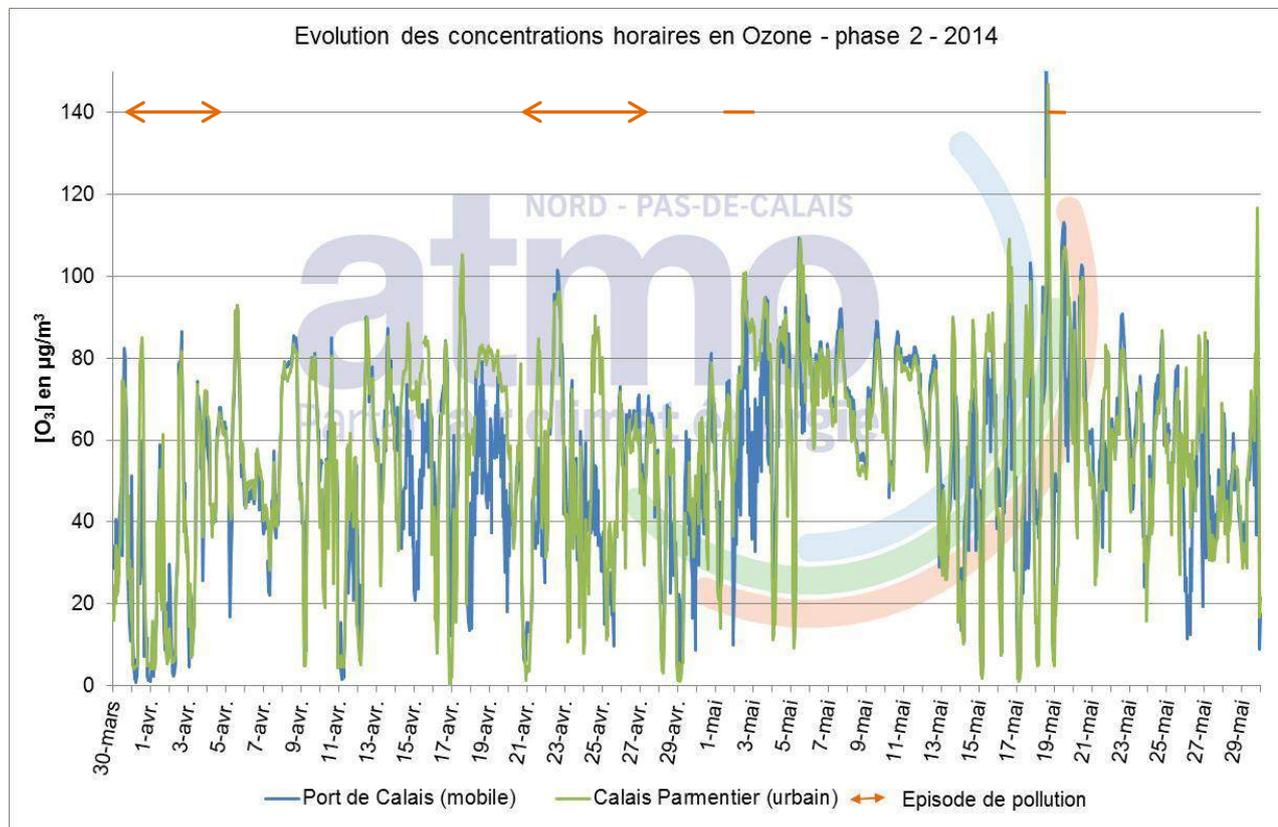
Moyennes : La moyenne de la première phase sur Calais Port n'est pas représentative puisque le taux de fonctionnement est de 73.8%, elle apparait donc en grisé.



Valeurs maximales : La valeur maximale sur 8 heures glissantes est de $90.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Il n'y a donc pas de valeur très haute sur cette phase.

Phase 2 :

Le graphique ci-dessous indique l'évolution des concentrations horaires en O_3 sur la phase 2.



Graphique 20: Evolution des concentrations horaires en O_3 phase 2

Tableau 17: Statistiques de l'ozone phase 2

O_3 phase 2	Typologie	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Maximum 8 heures glissantes ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
UM Port Calais	Mobile	53,8	111,5
Calais Parmentier	Urbaine	56,0	112,6

Avis et interprétation :

Tendances : Les tendances sont globalement ressemblantes sur les deux stations.

Niveaux : Sur la majeure partie de la période, les niveaux sont similaires sur les deux stations, on observe bien le cycle journalier de l'ozone. Des diminutions de concentrations concernant seulement la station mobile sont cependant observées à certaines périodes. Celles-ci sont synchrones à des épisodes de vent de secteur nord à nord-est, soit la direction du Port, et à des hausses de concentrations en monoxyde d'azote.

Moyennes : Les concentrations moyennes sont plus faibles sur le site de Calais Port, l'influence du Port n'est donc pas seulement ponctuelle sur les niveaux d'ozone.

Valeurs maximales : Le maximum sur 8 heures glissantes a été de $112.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur Calais Parmentier.

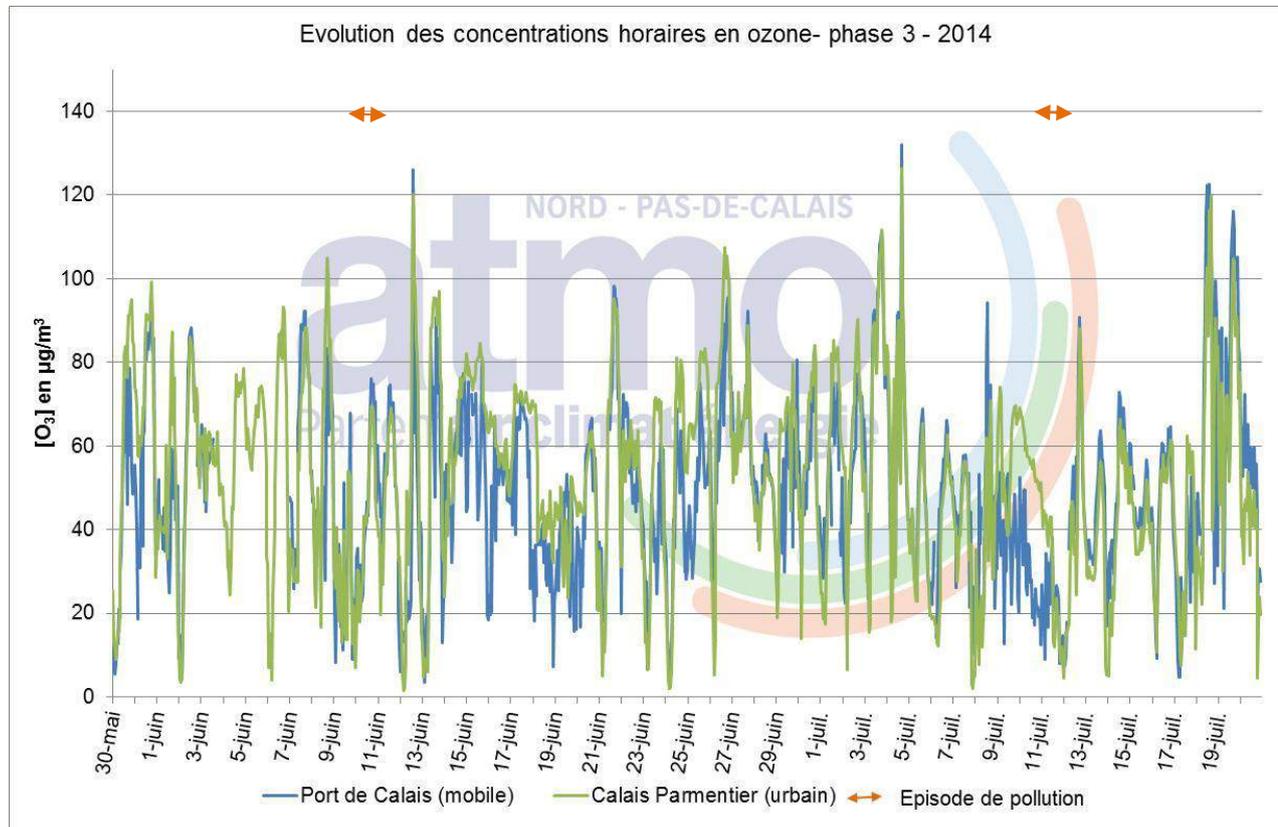
Comparaison de phases : Sur cette phase printanière l'augmentation de l'ensoleillement et des températures favorisent la formation d'ozone, ce qui conduit à des niveaux plus importants d'ozone que sur la phase hivernale.



Faits marquants : Le 18 mai on observe un pic plus élevé sur les deux stations. Cette hausse est observée sur les deux stations. Le dioxyde d'azote connaît une baisse de concentrations le même jour, ce qui peut être liée aux conditions de formation/destruction de l'ozone avec les polluants primaires (NOx, COV...).

Phase 3 :

Le graphique ci-dessous indique l'évolution des concentrations horaires en O₃ sur la phase 3.



Graphique 21: Evolution des concentrations horaires en O₃ phase 3

Tableau 18: Statistiques de l'ozone phase 3

O ₃ phase 3	Typologie	Concentration moyenne (µg/m ³)	Maximum 8 heures glissantes (µg/m ³)
UM Port Calais	Mobile	49,2	109,6
Calais Parmentier	Urbaine	52,7	102,5

Avis et interprétation :

Tendances : Les tendances sont comparables sur les deux stations de mesures.

Niveaux : Les niveaux sont proches la plupart du temps. De même que sur les autres phases, l'influence du trafic maritime est visible sur les niveaux d'ozone lorsque des vents en provenance du Port sont enregistrés.

Moyennes : Les concentrations moyennes sont situées aux alentours de 50 µg/m³, là encore le site mobile enregistre une valeur moyenne plus faible que le site fixe.

Valeurs maximales : La valeur maximale sur 8 glissantes a été obtenue sur Calais Port avec 109.6 µg/m³.

Comparaison de phases : Les niveaux sont légèrement plus faibles sur cette phase estivale, même si le profil est similaire. Cette baisse de niveau peut être expliquée par les conditions météorologiques favorables à la dispersion des polluants et une concentration en éléments précurseurs plus faible (composés organiques volatils et oxydes d'azote par exemple).



Concentrations en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pendant la campagne

Le tableau ci-dessous récapitule les statistiques de l'ozone à l'échelle de la campagne 2014.

Tableau 19: Statistiques de l'ozone campagne 2014¹

O ₃ Campagne		Typologie	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Maximum 8 heures glissantes ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Valeurs campagne	UM Port Calais	Mobile	51,7	111,5
	Calais Parmentier	Urbaine	55,1	112,6
Valeurs annuelles	UM Port Calais	Mobile	/	/
	Calais Parmentier	Urbaine	48,9	112,6
Valeurs réglementaires			-	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Seuil d'information et de recommandation)

Avis et interprétation :

Les niveaux sur les deux stations de mesures d'ozone étaient proches notamment en valeur maximale. En concentration moyenne le site de Calais Port obtient des valeurs légèrement plus faibles.

Sur les trois phases de mesures les graphiques montraient des diminutions du niveau d'ozone en période de vent nord à nord-est, soit la direction du Port. Ces périodes étaient synchrones à des hausses de concentration en monoxyde d'azote, qui contribue à la destruction de l'ozone par réduction **L'influence du Port de Calais est visible sur les niveaux d'ozone de la station mobile.**

Les profils journaliers montrent une augmentation des niveaux en milieu d'après-midi ce qui correspond au maximum d'ensoleillement. L'ozone étant un polluant photochimique, cette constatation est logique.

Durant cette campagne le seuil d'information et de recommandations de $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ n'a pas été dépassé sur les deux stations de mesures.

La concentration moyenne annuelle sur la station fixe de Calais Parmentier est inférieure à celle de la campagne. Le maximum sur 8 heures glissantes est identique.

La moyenne maximale sur 8h glissantes étant identique, sur la station fixe de Calais Parmentier, sur la campagne de mesure et sur l'année, on peut donc penser que la campagne de mesure est représentative de l'année.

N'ayant pas eu de dépassement sur l'année de l'objectif de qualité de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en moyenne sur huit heures glissantes sur la station fixe et les niveaux étant proches de ceux de la station mobile sur la campagne, le risque de dépassement sur l'année de l'objectif de qualité sur Calais Port est faible.

Remarque : En phase 1 nous avons noté que les données en ozone étaient non représentatives puisque le taux de fonctionnement est de 73.8%. Cependant la phase de mesures a été continue sur cette campagne et les fragmentations en phases ont été faites dans un but pratique pour l'analyse des données et la lecture. Le taux de fonctionnement sur la campagne étant supérieur à 75%, la moyenne peut être faite sur la campagne exceptionnellement.

¹ Les campagnes de mesures ponctuelles effectuées à l'aide d'unités mobiles ne rentrent pas en compte dans le dispositif obligatoire mais sont un complément. Une procédure d'alerte ne peut donc pas être déclenchée à partir de ces données.

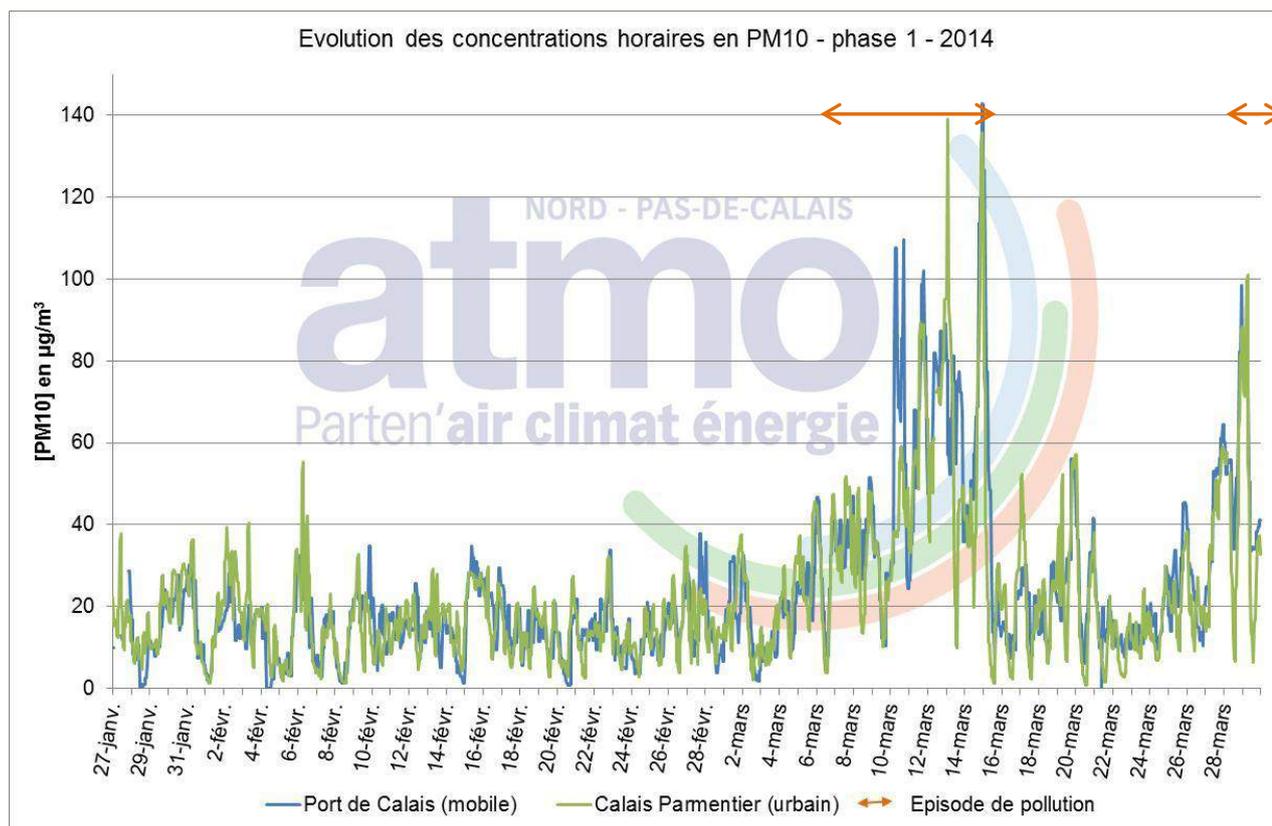


Les particules en suspension (PM10)

Evolution des concentrations par phase

Phase 1 :

Le graphique ci-dessous indique l'évolution des concentrations horaires en PM10 sur la phase 1.



Graphique 22: Evolution des concentrations horaires en PM10 phase 1

Tableau 20: Statistiques des particules en suspension (PM10) phase 1

PM10 phase 1	Typologie	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valeur horaire maximale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
UM Port Calais	Mobile	23,6	142,8 le 14/03
Calais Parmentier	Urbaine	22,3	139,1 le 13/03

Avis et interprétation :

Tendances : Le graphique 22 montre des tendances similaires entre les deux stations de mesures des particules en suspension pour la phase hivernale.

Niveaux : Sur cette phase, les niveaux sont proches sur les deux stations. Ils sont relativement bas pendant la première moitié de la phase, puis, comme vu dans la partie dioxyde de soufre, les concentrations connaissent des hausses pendant le mois de mars.

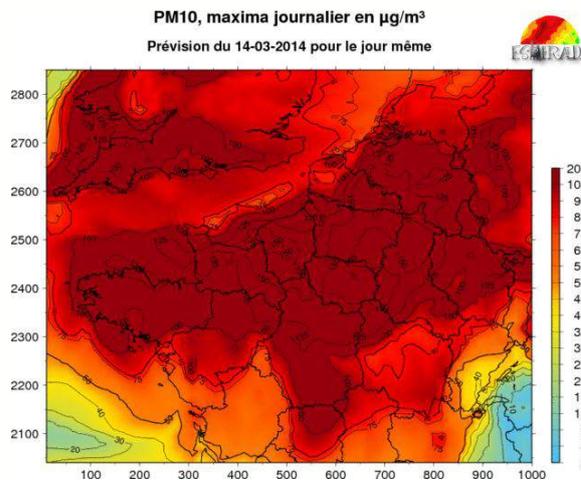
Moyennes : Les moyennes sont du même ordre de grandeur sur les deux stations, la station mobile obtient une concentration moyenne de $23.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Valeurs maximales : La valeur horaire maximale sur la phase 1 est de $142.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ le 14 mars sur Calais Port. A cette date le seuil d'alerte aux particules en suspension été dépassé (Cf. contexte météorologique).



Faits marquants :

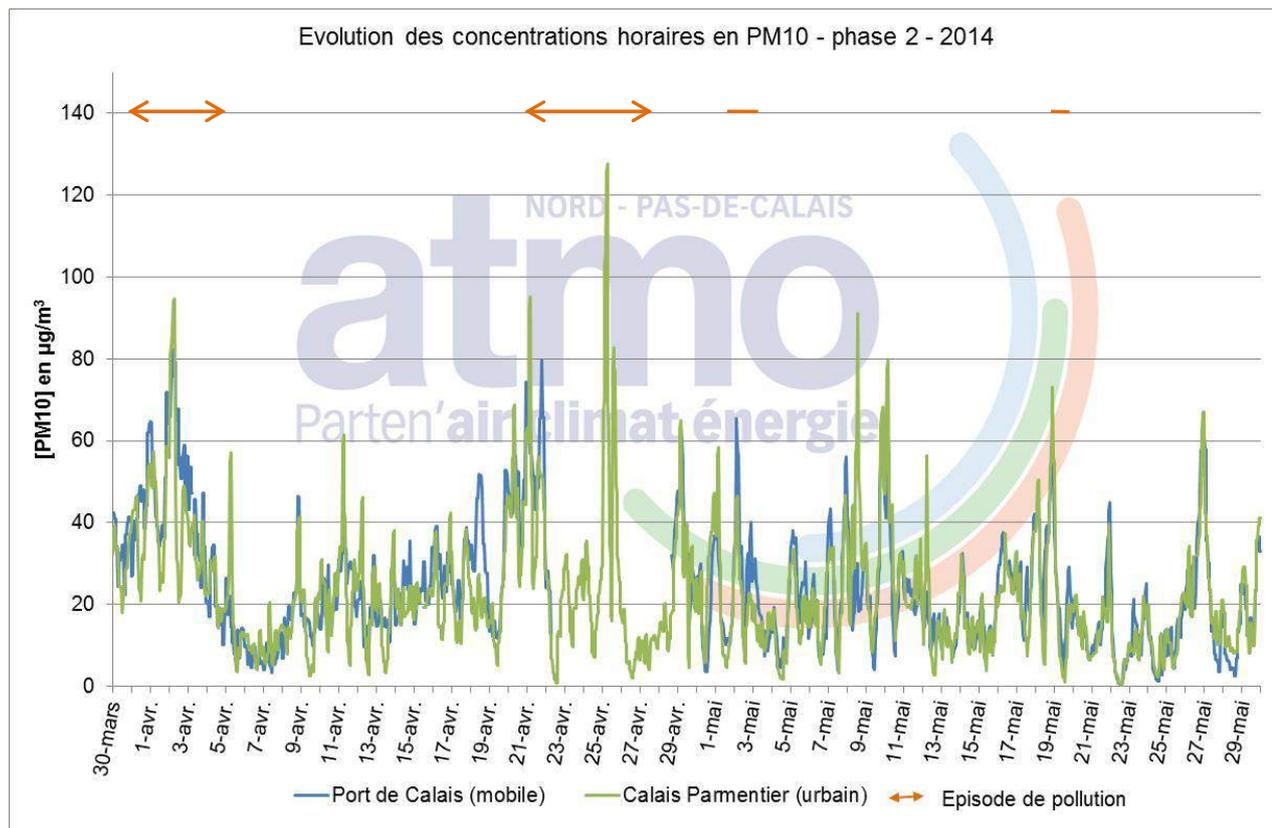
Cette phase a connu deux déclenchements de la procédure d'information et de recommandations en PM10 (flèches orange sur le graphique) et une d'alerte. Les augmentations les plus importantes sur ce graphique sont synchrones à ces périodes. Il ne ressort donc pas d'influence visible d'une pollution locale en particules en suspension sur ce site. Les épisodes de pollution de plus grande échelle peuvent masquer les augmentations dues à une pollution locale. La carte ci-contre montre l'étendue de la pollution aux particules en suspension le 14 mars, soit en plein épisode d'alerte. Les concentrations maximales journalières en PM10 montrent, entre autre, un impact sur tout le nord de la France.



Carte 2: Prévion du 14 mars 2014 en maxima journalier de PM10. ©Esmeralda

Phase 2 :

Le graphique ci-dessous indique l'évolution des concentrations horaires en PM10 sur la phase 2.



Graphique 23: Evolution des concentrations horaires en PM10 phase 2

PM10 phase 2	Typologie	Concentration moyenne (µg/m³)	Valeur horaire maximale (µg/m³)
UM Port Calais	Mobile	24,3	82,2 le 02/04
Calais Parmentier	Urbaine	22,8	127,7 le 25/04

Tableau 21: Statistiques des particules en suspension (PM10) phase 2



Avis et interprétation :

Tendances : Le graphique 23 montre des tendances similaires entre Calais Port et Calais Parmentier.

Niveaux : Les niveaux sont comparables sur les deux stations.

Moyennes : Les moyennes sont proches avec $24.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur Calais Port.

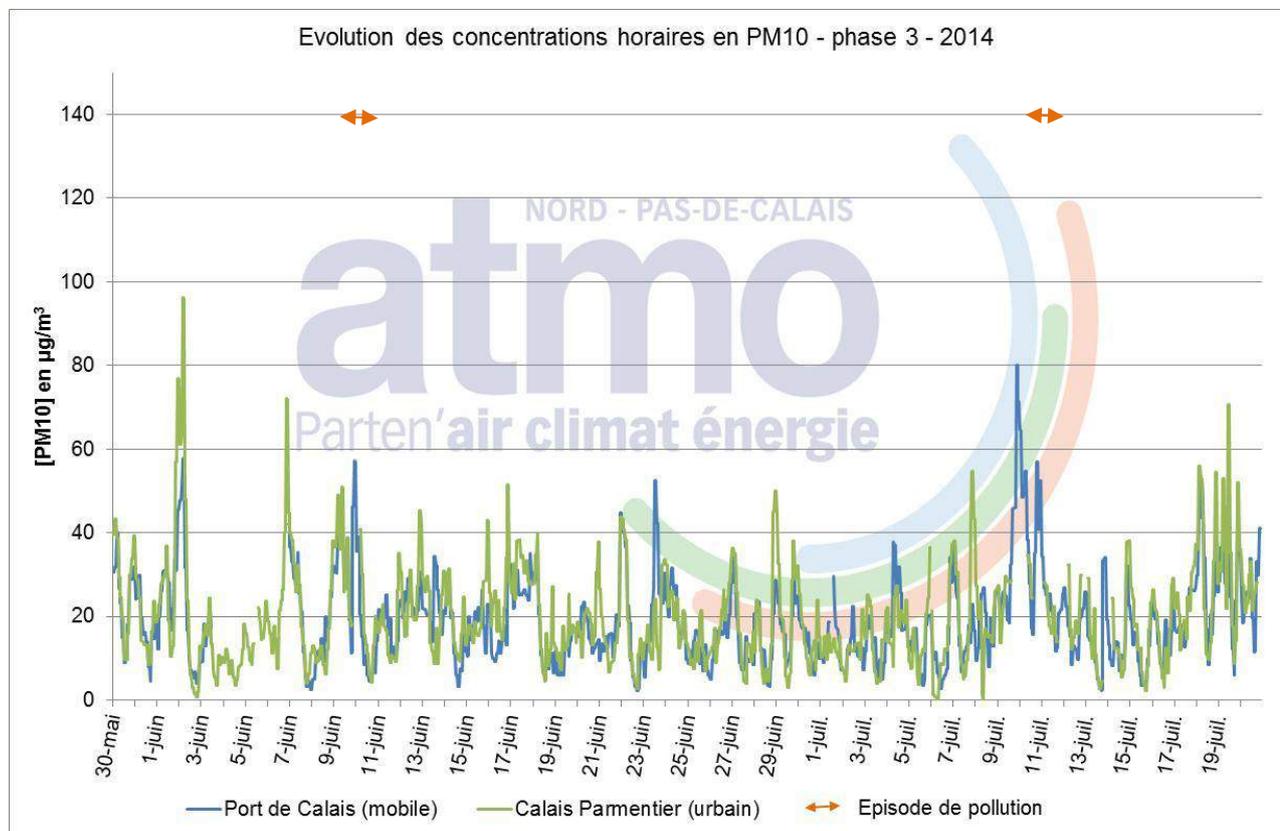
Valeurs maximales : La valeur maximale a été enregistrée à Calais Parmentier le 25 avril avec $127.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Comparaison de phases : Les moyennes de cette phase printanière sont approchantes à celles de la phase hivernale, les valeurs maximales sont moins élevées sur cette phase 2.

Faits marquants : La procédure d'information et de recommandations a été déclenchée 5 fois sur cette phase, la procédure d'alerte n'a pas été déclenchée. Les concentrations plus élevées mi-mai peuvent correspondre à des conditions météorologiques défavorables comme des brises de mer par exemple.

Phase 3 :

Le graphique ci-dessous indique l'évolution des concentrations horaires en PM10 sur la phase 3.



Graphique 24: Evolution des concentrations horaires en PM10 phase 3

PM10 phase 3	Typologie	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valeur horaire maximale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
UM Port Calais	Mobile	19,4	80,2 le 09/07
Calais Parmentier	Urbaine	19,9	96,2 le 02/06

Tableau 22: Statistiques des particules en PM10 phase 3

Avis et interprétation :

Tendances : Les tendances sont analogues sur les deux stations de mesures.

Niveaux : Les niveaux sont semblables assez bas.



Moyennes : Les moyennes sont quasi-identiques sur Calais Port et Calais Parmentier avec respectivement 19.4 et 19.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Valeurs maximales : La valeur horaire maximale a été enregistrée à Calais Parmentier le 2 juin avec une valeur de 96.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Comparaison de phases : Les niveaux moyens et ponctuels sont plus faibles sur cette phase estivale.

Faits marquants : Deux procédures d'information et de recommandations ont été déclenchées sur cette phase. Le moins grand nombre de jours de déclenchements de procédures d'information et de recommandations par rapport à la phase printanière et le fait qu'il n'y ait pas eu de dépassement du seuil d'alerte justifient les niveaux plus faibles.

Concentrations en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pendant la campagne

Le tableau ci-dessous récapitule les statistiques des particules en suspension PM10 à l'échelle de la campagne 2014.

Tableau 23: Statistiques des particules en suspension supérieures à 10 μm campagne 2014¹

PM10 Campagne		Typologie	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Moyenne maximale sur 24 heures glissantes ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Valeurs campagne	UM Port Calais	Mobile	22,4	85,6
	Calais Parmentier	Urbaine	22,5	86,1
Valeurs annuelles	UM Port Calais	Mobile	/	/
	Calais Parmentier	Urbaine	22,1	86,1
Valeurs réglementaires			40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Valeur limite)	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Seuil d'informations et de recommandations)

Avis et interprétation :

Pour les particules en suspension les tendances et les niveaux des deux stations sont semblables. La concentration moyenne sur la campagne 2014 pour Calais Port est de 22.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les profils journaliers en particules en suspension lors des trois phases ne montrent pas de hausses de niveaux horaires durant les pointes de circulation, **le secteur routier ne semble donc pas être à l'origine des principales émissions pour cette campagne**. Les niveaux sont assez stables sur les profils journaliers, il ne semble pas y avoir de lien entre l'heure et les émissions en particules.

Il y a eu **neuf épisodes de pollution nécessitant le déclenchement de la procédure d'information et de recommandations** (dépassement du seuil de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur 24 heures glissantes) et de la **procédure d'alerte pour l'un d'entre eux** (dépassement du seuil de 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur 24 heures glissantes) sur la campagne de mesures.

La station fixe de Calais Parmentier comptabilise dix dépassements sur l'ensemble de l'année 2014 de la valeur limite « moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours/an » située à 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Les moyennes étant similaires sur les deux stations il est donc **peu probable que la station de Calais Port dépasse la limite des 35 jours de dépassements tolérés à l'année**.

Suivant le même raisonnement, comme la valeur limite de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle n'a pas été dépassée sur l'année 2014 par Calais Parmentier, il est peu probable qu'elle le soit sur Calais Port.

L'impact de sources locales en particules en suspension n'est pas visible clairement sur cette campagne, des influences pouvant avoir été masquées par les épisodes de pollution à grande échelle.

¹ Les campagnes de mesures ponctuelles effectuées à l'aide d'unités mobiles ne rentrent pas en compte dans le dispositif obligatoire mais sont un complément. Une procédure d'alerte ne peut donc pas être déclenchée à partir de ces données.



AU REGARD DES CAMPAGNES PRECEDENTES

Sur les trois campagnes, les polluants mesurés respectent les valeurs réglementaires. Il convient de noter le changement de site entre 2009 et 2014 ainsi que les différences de périodes sur les trois campagnes.

Tableau 24: Respect des valeurs réglementaires

Respect des valeurs réglementaires			
Polluant réglementés	Campagne 2014	Campagne 2009	Campagne 2007
Dioxyde de soufre	●	●	/
Dioxyde d'azote	●	●	●
Ozone	●	●	●
Monoxyde de carbone		●	●
Particules en suspension (PM10)	●	●	●

« / » Mesures non représentatives ; « ● » Respect des valeurs réglementaires ; « ● » Non-respect des valeurs ; « » Non mesuré

Valeurs moyennes sur la campagne :

Dioxyde de soufre : La valeur moyenne est légèrement plus faible en 2014 par rapport à 2009 (respectivement 4 et 6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), la mesure n'était pas représentative en 2007.

Dioxyde d'azote : La concentration moyenne sur la campagne 2014 est semblable à celle de 2009 et inférieure à celle de 2007 (respectivement 24, 23 et 36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Monoxyde d'azote : La concentration moyenne en monoxyde d'azote en 2014 est proche de celles de 2009 et 2007 (respectivement 9, 10 et 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Ozone : La concentration moyenne en ozone en 2014 est inférieure à celle de 2009 et légèrement supérieure à celle de 2007 (respectivement 52, 56 et 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Particules en suspension : La concentration moyenne en particules en suspension PM10 en 2014 est inférieure à celles de 2009 et 2007 (respectivement 22, 27 et 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Valeurs horaires maximales sur la campagne :

Dioxyde de soufre : La valeur maximale horaire en 2014 est inférieure à 2009 et 2007 (respectivement 82, 159 et 197 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Cette baisse a été observée sur plusieurs sites aux cours des années.¹

La concentration horaire maximale en 2014 est supérieure à 2009 et inférieure à 2007 pour le **monoxyde d'azote** (respectivement 155, 85 et 188 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) et pour les **particules en suspension PM10** (respectivement 143, 71 et 172 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Pour le dioxyde d'azote et l'ozone, la concentration horaire maximale en 2014 est supérieure à 2009 et 2007 (respectivement 139, 88 et 99 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le dioxyde d'azote et 166, 118 et 127 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour l'ozone).

Les concentrations moyennes sont donc similaires ou inférieures en 2014, en revanche il y a eu des concentrations horaires plus élevées lors de cette campagne. Des conditions météorologiques différentes d'une année sur l'autre ou des émissions ponctuellement plus importantes pourraient en être la cause.

¹<http://www.atmo-npdc.fr/publications/telechargements/accedez-aux-telechargements/serie-chronologique/98-serie-chronologique-2009-2013/file.html>



CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Cette campagne répondait à plusieurs objectifs :

- Etablir un état initial de la qualité de l'air afin de définir le suivi de l'impact du projet d'aménagement du Port sur la qualité de l'air.
- Evaluer le nouveau site de mesure proposé en vue de l'installation future d'une station de mesure.
- Servir de base de calage du modèle dans le cadre de l'étude de dispersion.
- Rentrer dans le cadre du projet de caractérisation physicochimique des particules ECUME.

Cette nouvelle campagne fait suite à celles réalisées en 2007 et 2009 sur le site de l'écluse Carnot à Calais Port.

Ce rapport a présenté les résultats des mesures de la campagne menée du 27 janvier 2014 au 20 juillet 2014, sur le site du Quai Paul Devot, comparativement aux résultats de stations fixes situées à proximité (Calais Parmentier et Calais EREA).

Les conditions de dispersion ont été variables, alternant entre des conditions propices à l'accumulation des polluants et des conditions de bonne dispersion.

Tous les polluants respectent les valeurs réglementaires sur cette campagne, comme c'était le cas en 2007 et 2009.

Les niveaux moyens en dioxyde de soufre, monoxyde d'azote, dioxyde d'azote, ozone et particules en suspension sont cohérents avec les mesures des sites fixes de l'agglomération calaisienne.

La procédure d'information et de recommandations a été déclenchée neuf fois sur la campagne 2014 et la procédure d'alerte une fois.

L'influence du secteur routier n'a pas été démontrée sur le site de Calais Port. L'influence industrielle, bien visible sur le site de Calais EREA, n'a pas été majoritaire lors de cette campagne bien qu'elle contribue à augmenter le niveau de fond et peut provoquer ponctuellement des augmentations de niveau.

L'influence maritime a été bien visible sur cette campagne sur le site de Calais Port. Des pointes de dioxyde de soufre et de monoxyde d'azote sont récurrentes sur ce site, typiques de la signature des ferries. **L'utilisation de ce site comme site d'observation des émissions maritimes semble donc appropriée dans l'état actuel des infrastructures. A l'issue des travaux d'extension portuaire, l'emplacement de la station pourra être revu.**

Vis-à-vis des précédentes campagnes le niveau moyen est similaire mais des augmentations ponctuelles plus importantes sont visibles en étudiant les valeurs maximales horaires. Cette différence pouvant être imputée à la différence de site et/ou de période de mesures.

Les trois premiers objectifs de l'étude ont été atteints. Le rapport sur la caractérisation physicochimique des particules ECUME sera disponible d'ici fin 2015.

Pour plus d'informations sur les activités d'atmo nord pas de calais, retrouvez-nous sur :

www.atmo-npdc.fr





ANNEXES



Annexe 1 : Glossaire

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

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

AASQA : Association Agréée pour la Surveillance de la Qualité de l'Air.

ADEME : Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie.

Anthropique : Relatif à l'activité humaine. Qualifie tout élément provoqué directement ou indirectement par l'action de l'homme.

CITEPA : Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique

CO : monoxyde de carbone.

Concentration : la concentration d'un polluant représente la quantité du composé présent dans l'air et s'exprime en masse par mètre cube d'air. Les concentrations des polluants caractérisent la qualité de l'air que l'on respire.

Conditions de dispersion : ensemble de conditions atmosphériques permettant la dilution des polluants dans l'atmosphère et donc une diminution de leurs concentrations (vent, température, pression, rayonnement...).

COVNM : Composé Organique Volatil Non Méthanique.

DREAL NPdC : Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement Nord Pas-de-Calais.

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

Episode de pollution : période pendant laquelle la procédure d'information et d'alerte a été déclenchée traduisant le dépassement du niveau d'information et de recommandations voire du niveau d'alerte pour l'un ou plusieurs des polluants suivants : SO_2 , NO_2 , O_3 et PM_{10} .

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

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

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

Moyenne 8 heures glissantes : Moyenne calculée à partir des 8 dernières moyennes horaires toutes les heures. Le pas de temps est égal à 1 heure et l'intervalle est de 8 heures.

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

NO : monoxyde d'azote.

NO_2 : dioxyde d'azote.

NO_x : oxydes d'azote.

O_3 : ozone.

Objectif à long terme : niveau d'ozone 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.

Objectif de qualité : 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.



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

PM2,5 : particules en suspension de taille inférieure ou égale à 2,5 μm .

Polluant primaire : polluant directement émis par une source donnée.

Polluant secondaire : polluant non émis directement, produit de la réaction chimique entre plusieurs polluants présents dans l'atmosphère.

PSQA : Programme de Surveillance de la Qualité de l'Air.

SO₂ : dioxyde de soufre.

Valeur cible : 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.

Valeur limite : 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.



Annexe 2 : Modalités de surveillance

Les stations de mesures

En 2014, la région Nord Pas-de-Calais comptait **46 sites de mesures fixes de la qualité de l'air** (cf. site atmo-npdc.fr¹), toutes typologies confondues, et **4 stations mobiles**.

[Station fixe](#)

Par définition, une station de mesures fixe fournit des informations sur les concentrations de polluants atmosphériques sur un même site en continu ou de manière récurrente.

[Station mobile](#)

La station mobile mesure également des concentrations de polluants atmosphériques et des paramètres météorologiques mais de manière ponctuelle et sur différents sites. Autrement dit, elle constitue un laboratoire de surveillance de la qualité de l'air amené à être déplacé sur l'ensemble de la région pour répondre à des campagnes de mesures ponctuelles, en complément de la mesure en continu de la qualité de l'air par le dispositif de mesures fixe.



Critères d'implantation des stations fixes

Chaque station de mesures vise un objectif de surveillance particulier. Selon cet objectif et en application des recommandations² de l'ADEME (Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie), du LCSQA (Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air) et de la Fédération Atmo, elle doit respecter des critères d'implantation en lien avec :

- la métrologie (bonnes conditions de dispersion des polluants, absence d'obstacle, alimentation électrique, accès pour les techniciens...);
- la sécurité de la population (la station ne doit pas gêner ni mettre en danger la population);
- une exposition de la population la plus représentative (installation du site dans une zone à forte densité de population, absence de source de pollution très locale);
- sa typologie.

Typologies des stations fixes

Pour définir l'objectif de leurs mesures, les stations sont classées selon leur typologie.

[Station urbaine](#)

Les sites urbains suivent l'exposition moyenne de la population aux phénomènes de pollution atmosphérique dits « de fond » dans les centres urbains, sans cibler l'impact d'une source d'émission particulière.

[Station de proximité industrielle](#)

¹ <http://www.atmo-npdc.fr/mesures-et-previsions/mesures-en-direct/carte-d-identite-des-stations.html>

² Guide de recommandations de l'ADEME, du LCSQA et de la Fédération Atmo, *Classification et critères d'implantation des stations de surveillance de la qualité de l'air*, 2002, ADEME Editions, Paris.



Les stations de proximité industrielle fournissent des informations sur les concentrations mesurées dans des zones représentatives du niveau maximum auquel la population riveraine d'une source industrielle est susceptible d'être exposée par des phénomènes de panache ou d'accumulation.

[Station d'observation](#)

La station d'observation répond à des besoins spécifiques tels que l'aide à la modélisation ou la prévision, le suivi d'émetteurs autres que l'industrie et la circulation automobile, ou encore le maintien d'une station « historique ».

Techniques de mesures

Afin de mesurer les concentrations des polluants atmosphériques, les stations sont équipées de plusieurs appareils électriques et de capteurs spécifiques. En fonction des polluants étudiés, différentes techniques de mesures peuvent être utilisées.

[Analyseurs automatiques](#)

Ces mesures sont effectuées par **des appareils électroniques** qui fournissent les concentrations des polluants 24h/24h, selon un pas de temps défini de 10 secondes à 15 minutes. Ces mesures permettent de suivre **en temps réel** les concentrations en polluants PM10, PM2,5, CO, NOx, SO₂, O₃, et BTEX et d'identifier d'éventuels pics de pollution. Elles nécessitent l'installation de matériels assez encombrants et une alimentation électrique.



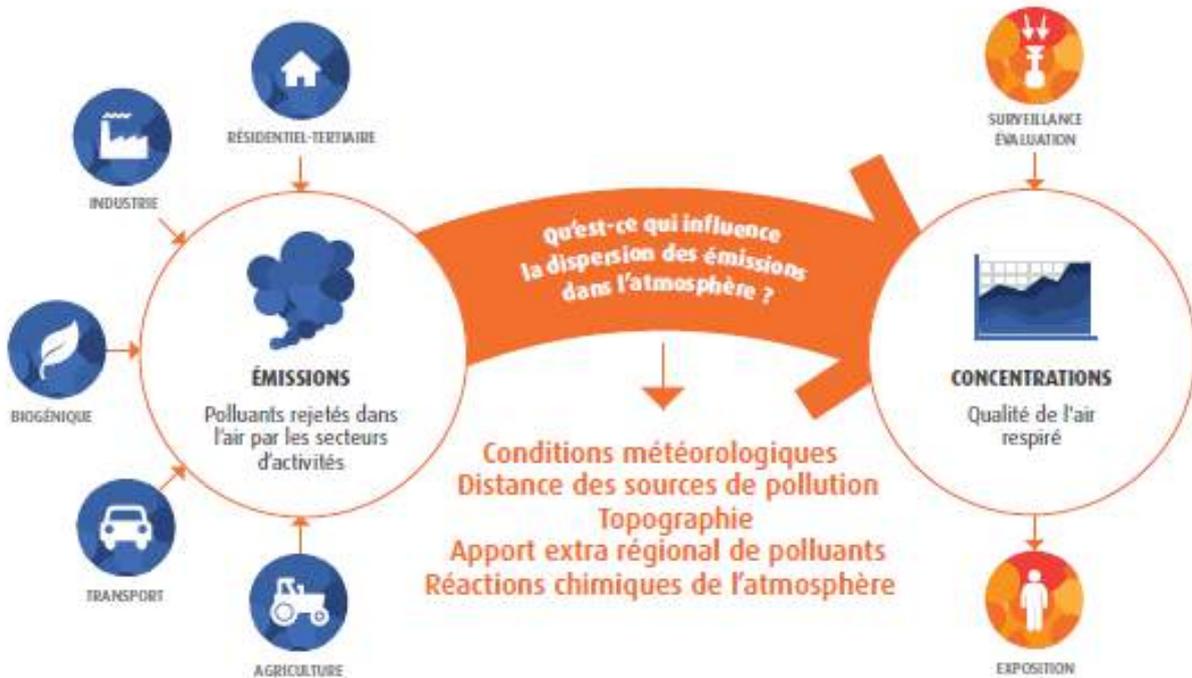
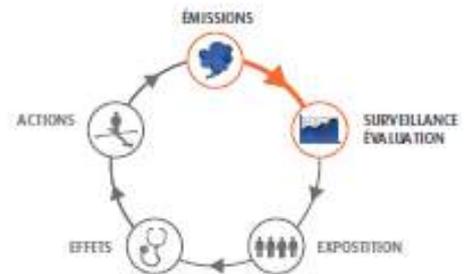
Les **oxydes d'azote** sont ainsi analysés dans l'air ambiant par chimiluminescence (norme EN 14211). Pour les **particules (PM10 et PM2,5)**, la technique normée est la pesée gravimétrique (normes EN 12341 pour les PM10 et EN 14907 pour les PM2,5). En France, d'autres méthodes sont utilisées, dont l'équivalence est démontrée par le LCSQA¹ : le TEOM (Tapered Element Oscillating Microbalance) associé au module FDMS (Filter Dynamics Measurement Systems), basé sur la variation d'une fréquence de vibration du quartz, ainsi que la jauge radiométrique bêta associée au module RST (Regulated Sampling Tube), basée sur la variation de l'absorption d'un rayonnement beta. La mesure du **monoxyde de carbone** se fait par absorption infrarouge (norme EN 14626). L'analyse du **dioxyde de soufre** s'effectue par fluorescence du rayonnement ultraviolet (norme EN 14212). L'**ozone** est mesuré par photométrie ultraviolet (norme EN 14625). Le **benzène** est analysé par chromatographie en phase gazeuse (norme EN 14662).

¹ Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air



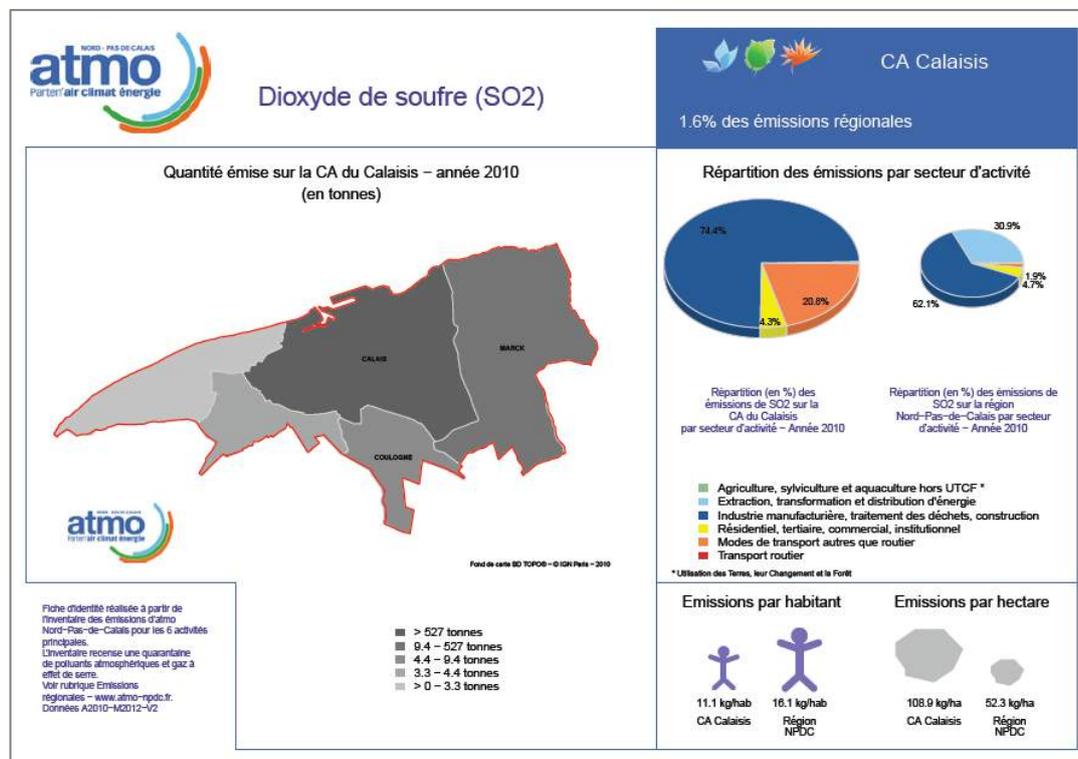
Annexe 3 : Des émissions aux concentrations

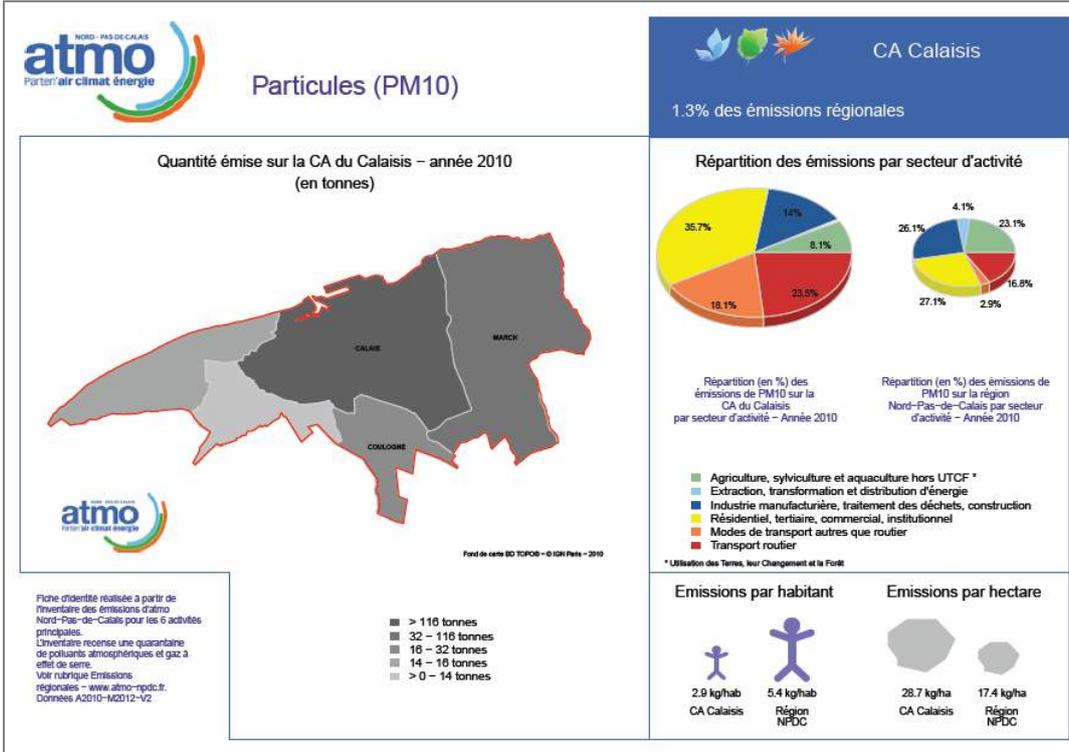
DES ÉMISSIONS AUX CONCENTRATIONS DE POLLUANTS DANS L'ATMOSPHÈRE





Annexe 4 : Fiches des émissions de polluants

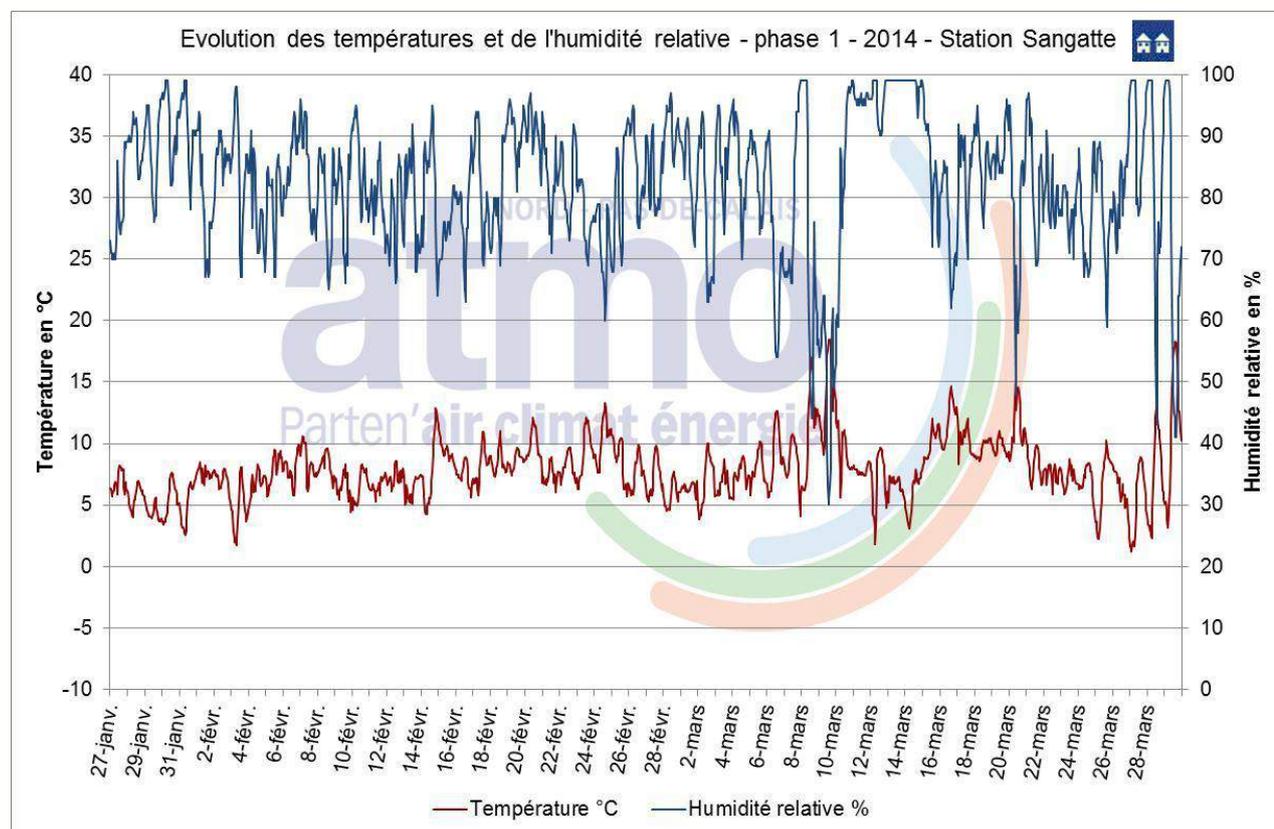


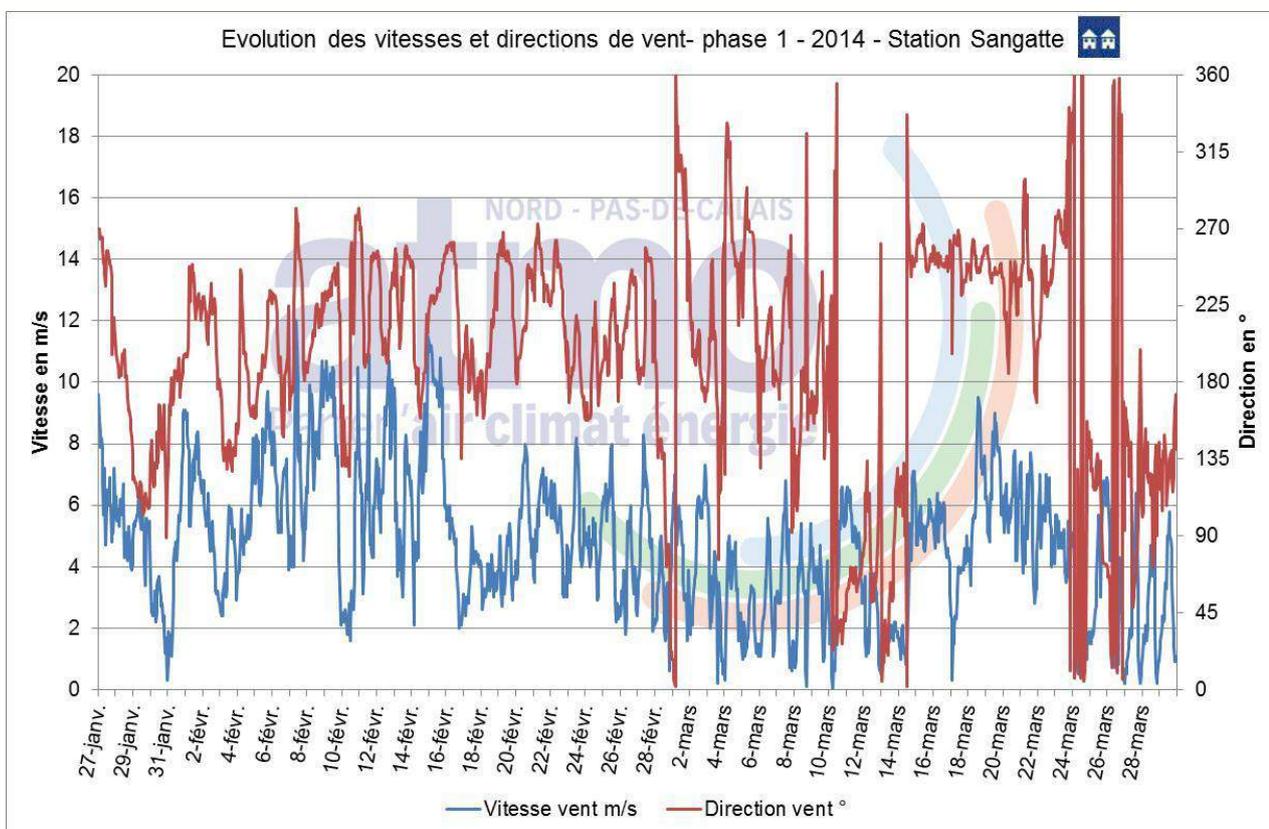
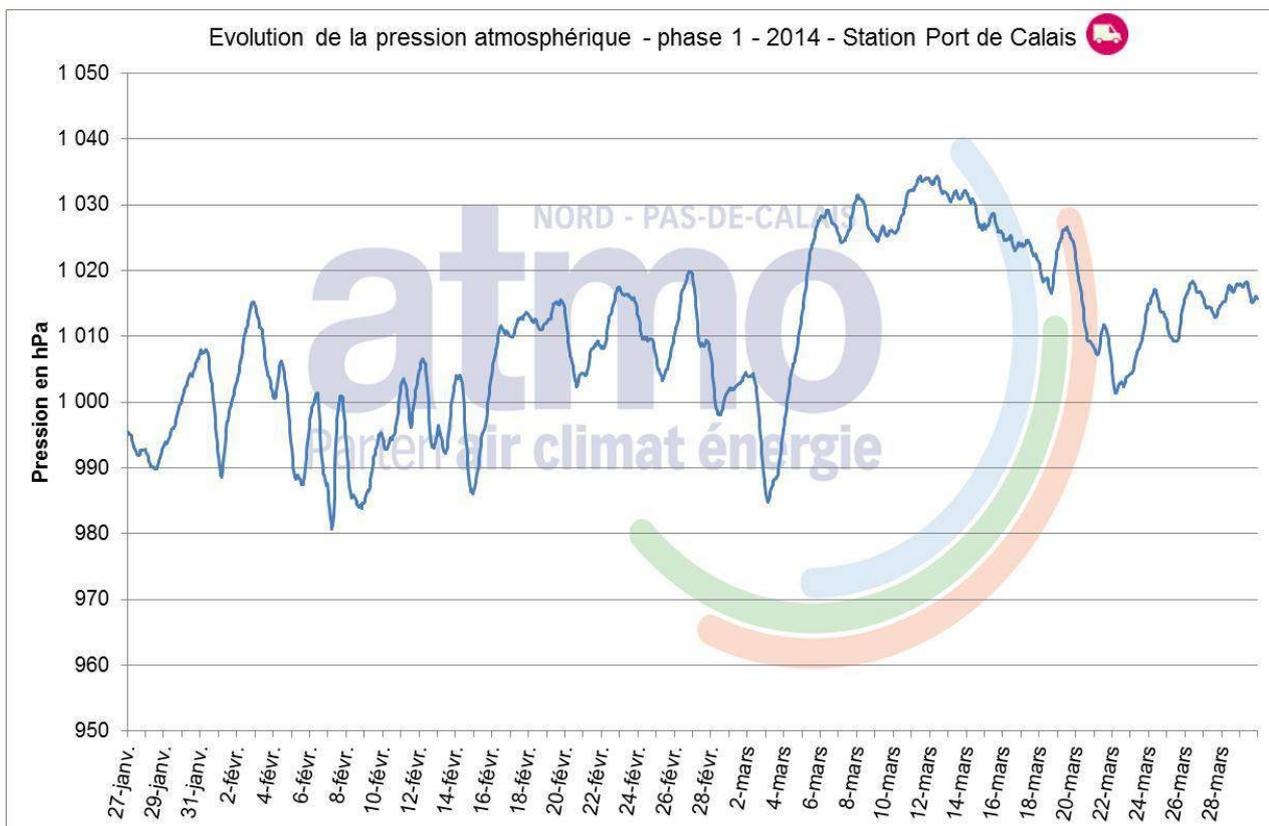




Annexe 5 : Courbes des données météorologiques

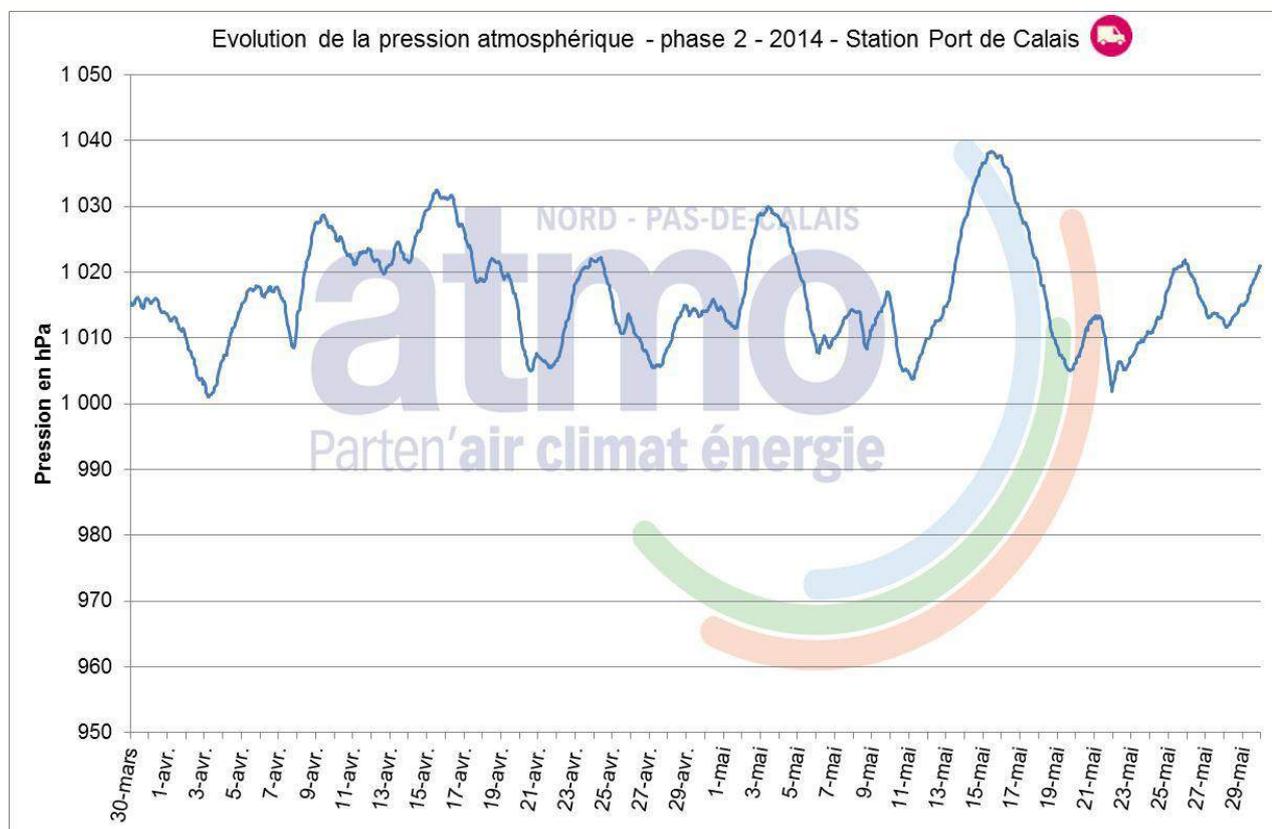
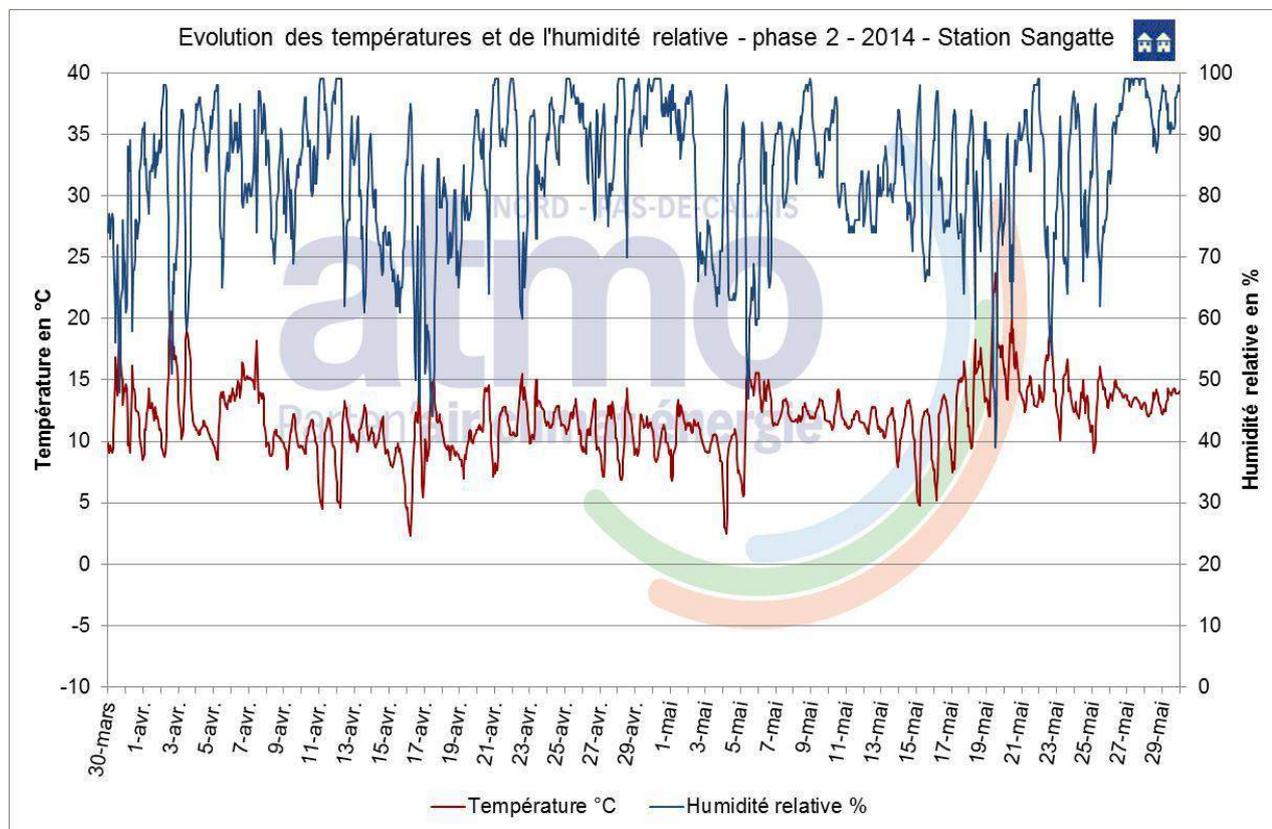
Phase 1 :

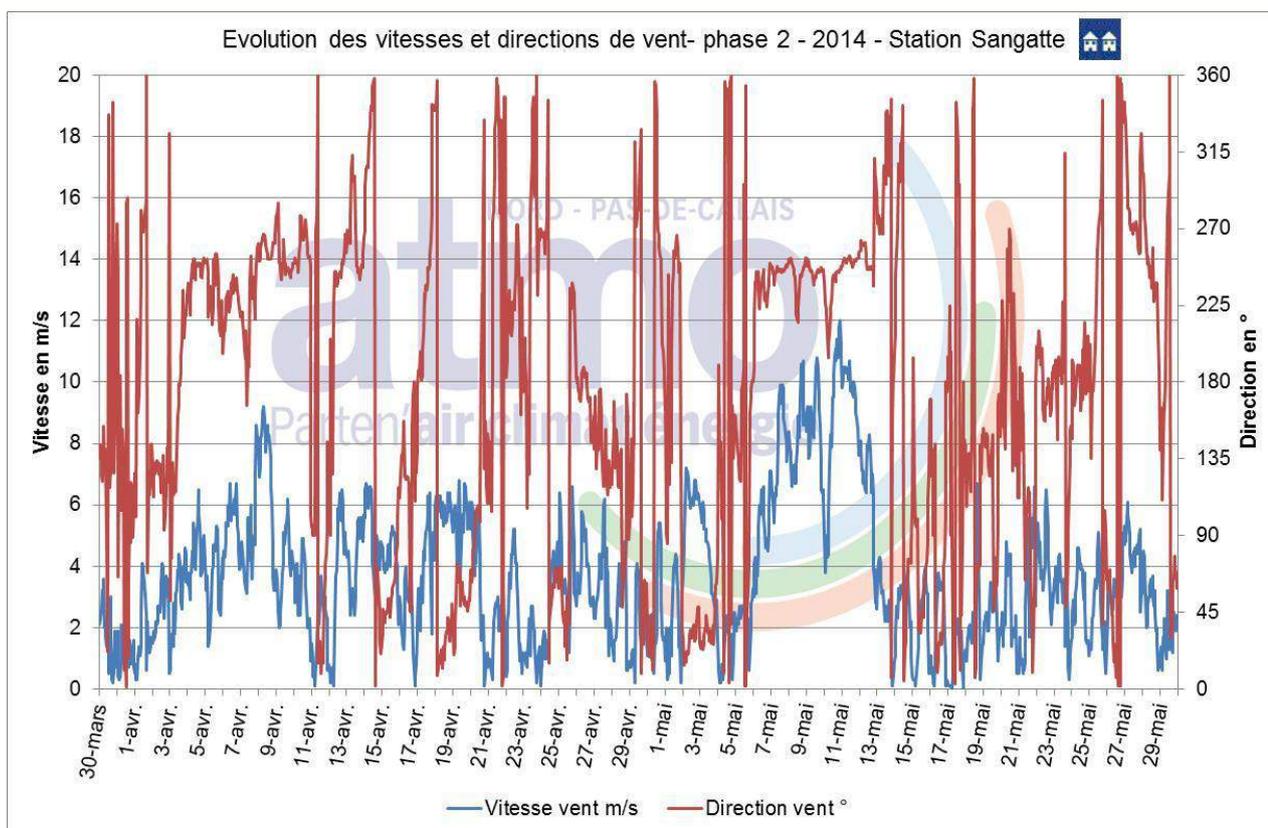




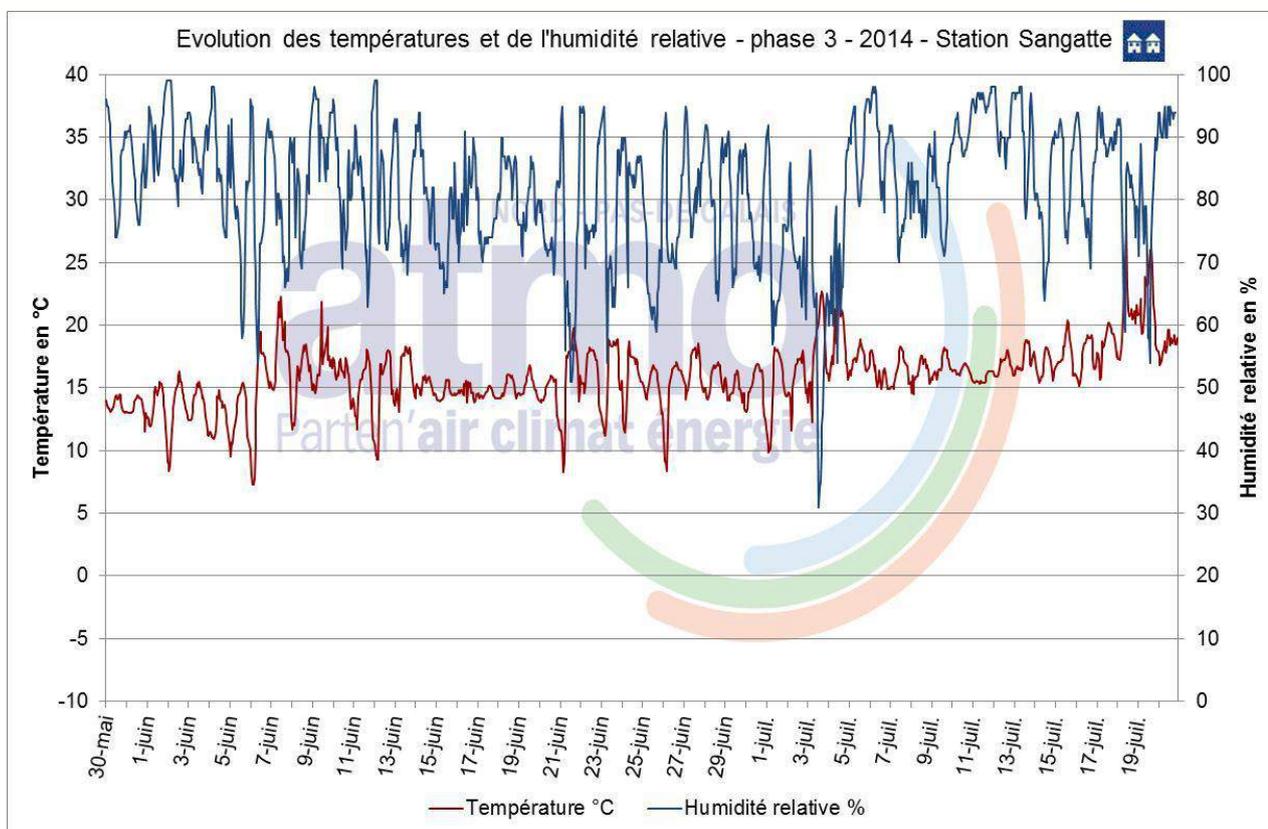


Phase 2 :



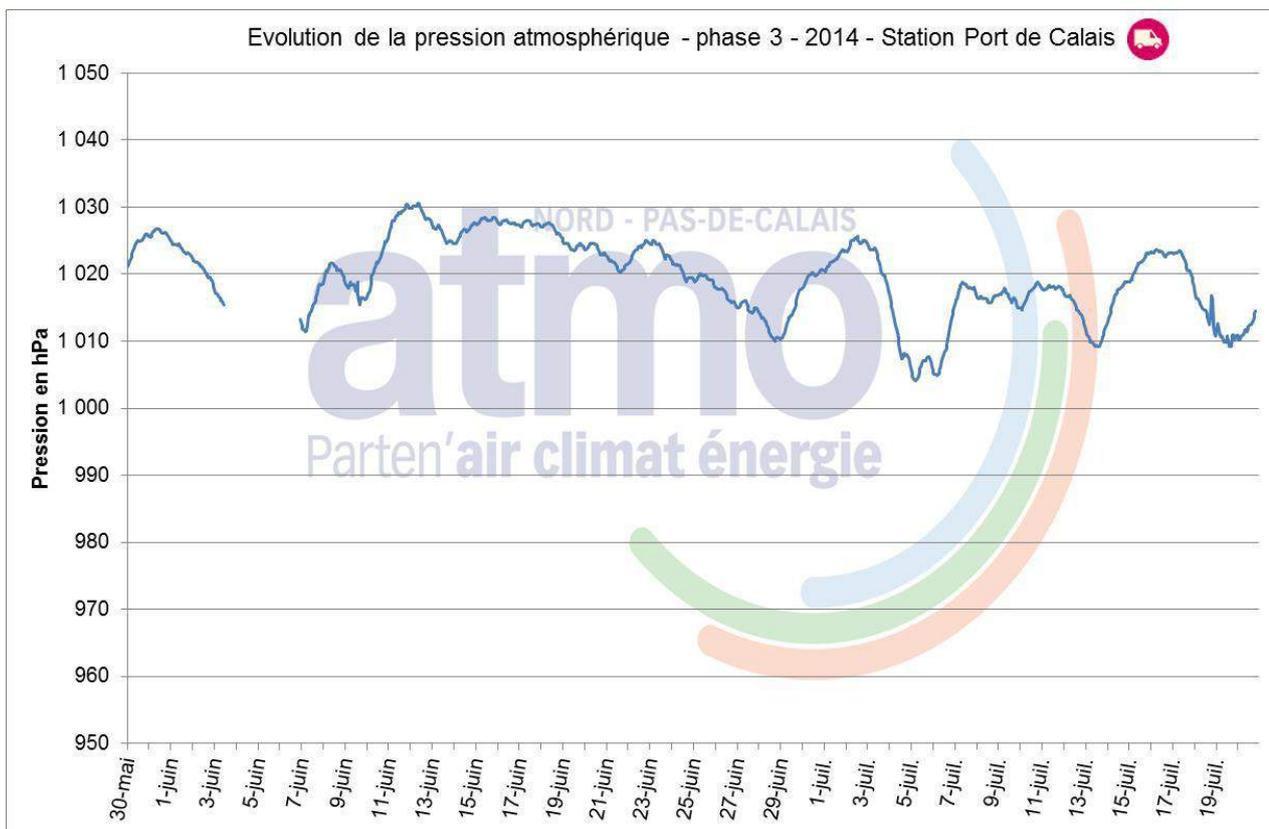


Phase 3 :

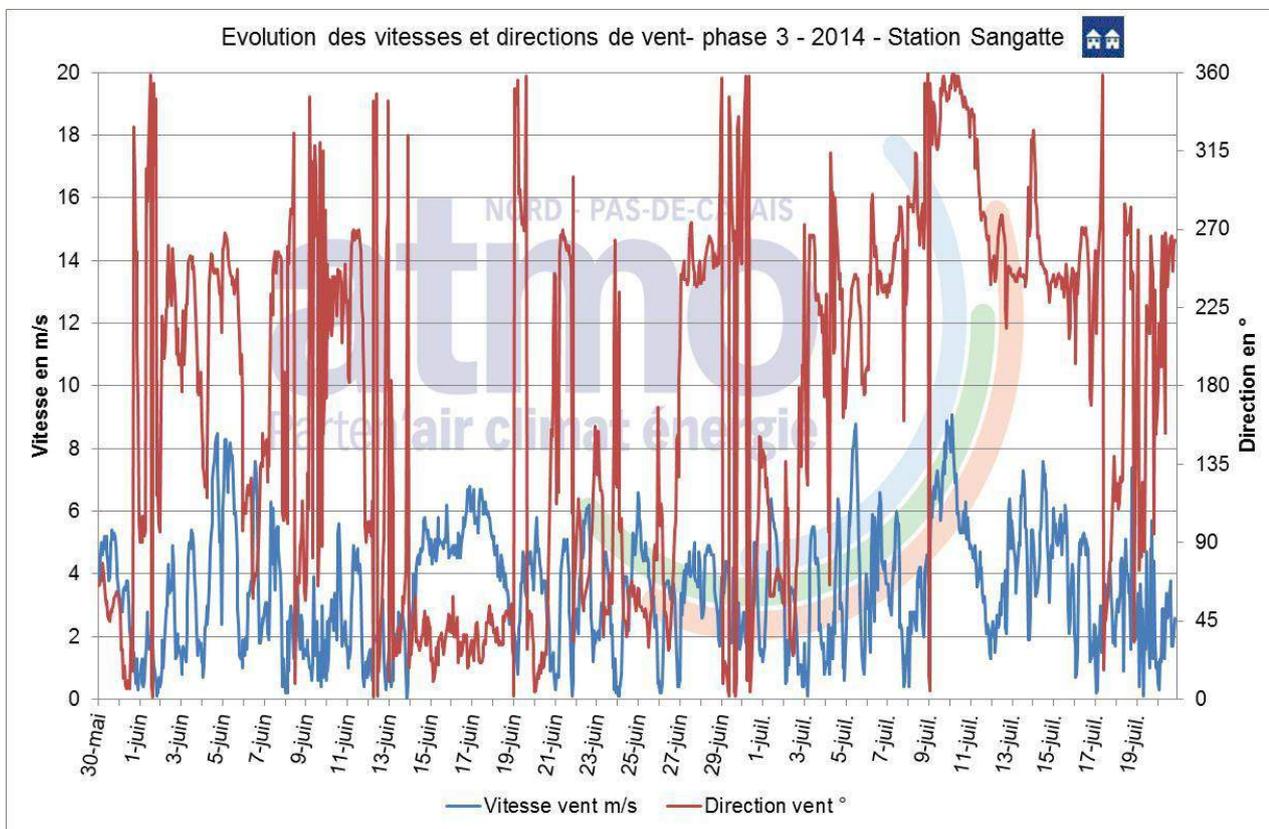




Evolution de la pression atmosphérique - phase 3 - 2014 - Station Port de Calais



Evolution des vitesses et directions de vent- phase 3 - 2014 - Station Sangatte





Annexe 6 : Taux de fonctionnement

Les données délivrées par le dispositif de mesures des polluants atmosphériques sont systématiquement validées puis agrégées afin de calculer des paramètres statistiques comparables à la réglementation en vigueur et interpréter rigoureusement la qualité de l'air sur la zone d'étude concernée.

Concernant les paramètres mesurés par les appareils automatiques, trois niveaux de validation sont effectués en application des règles et recommandations du guide relatif à la méthodologie à suivre pour une conforme surveillance de la qualité de l'air, rédigé par l'ADEME et plusieurs AASQA¹ :

- Des prévalidations automatiques réalisées par les appareils - mesure, système d'acquisition et poste central d'enregistrement des données (niveau 1) ;
- La validation technique des données réalisée par un technicien (niveau 2) ;
- La validation étude environnementale des données effectuée par un ingénieur d'études (niveau 3).

La validation technique consiste principalement en un examen de la conformité de la réponse du processus système (mesure, acquisition et enregistrement des données) : historique des événements intervenus (défauts des appareils, dépassements de seuils...), informations sur l'étalonnage, informations sur les opérations de maintenance... Cette étape permet d'invalider ou de corriger les données brutes erronées existantes après le niveau 1 de validation.

La validation étude environnementale, quant à elle, se base sur les phénomènes environnementaux propres à la typologie du site de mesures : examen de la pertinence et de la cohérence des données (temporelle, spatiale, physico-chimique, adéquation aux conditions météorologiques et au contexte géographique...).

Pour les mesures par prélèvement (actif ou passif), celles-ci sont techniquement validées en laboratoire par comparaison avec les échantillons blancs, non exposés pendant la période de mesures. Puis, les données sont examinées en considérant le contexte environnemental du site de mesures, de la même manière que la validation environnementale des données issues des analyseurs automatiques.

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

Un **taux de fonctionnement inférieur à 75%** signifie que la concentration moyenne du polluant n'est pas représentative sur le temps d'exposition (ici équivalent à une phase de mesures). Aucune comparaison avec les valeurs réglementaires du polluant pour l'année de l'étude n'est possible.

Les taux de fonctionnement obtenus durant l'étude sont présentés dans le tableau suivant.

Polluant	Site de mesures	Typologie	Taux de fonctionnement en % Phase 1	Taux de fonctionnement en % Phase 2	Taux de fonctionnement en % Phase 3
Dioxyde de soufre (SO ₂)	UM Port Calais	Mobile	92,3	94,5	93
	Calais EREA	Proximité industrielle	97,3	98,5	99,8
	Calais Parmentier	Urbaine	85,6	99,7	99,8
Dioxyde d'azote (NO ₂)	UM Port Calais	Mobile	99,8	99,8	93,3
	Calais EREA	Proximité industrielle	99,9	99,7	99,9
	Calais Parmentier	Urbaine	99,5	99	99,7
Ozone (O ₃)	UM Port Calais	Mobile	73,8	98,5	91,7
	Calais Parmentier	Urbaine	99,7	99,6	99,8
Particules en suspension <10µm (PM10)	UM Port Calais	Mobile	98,5	89,4	93
	Calais Parmentier	Urbaine	99,7	99,6	94,2

¹ ADEME, Règles et recommandations en matière de : Validation des données – Critères d'agrégation – Paramètres statistiques, 2003, Paris.



Annexe 7 : Valeurs réglementaires

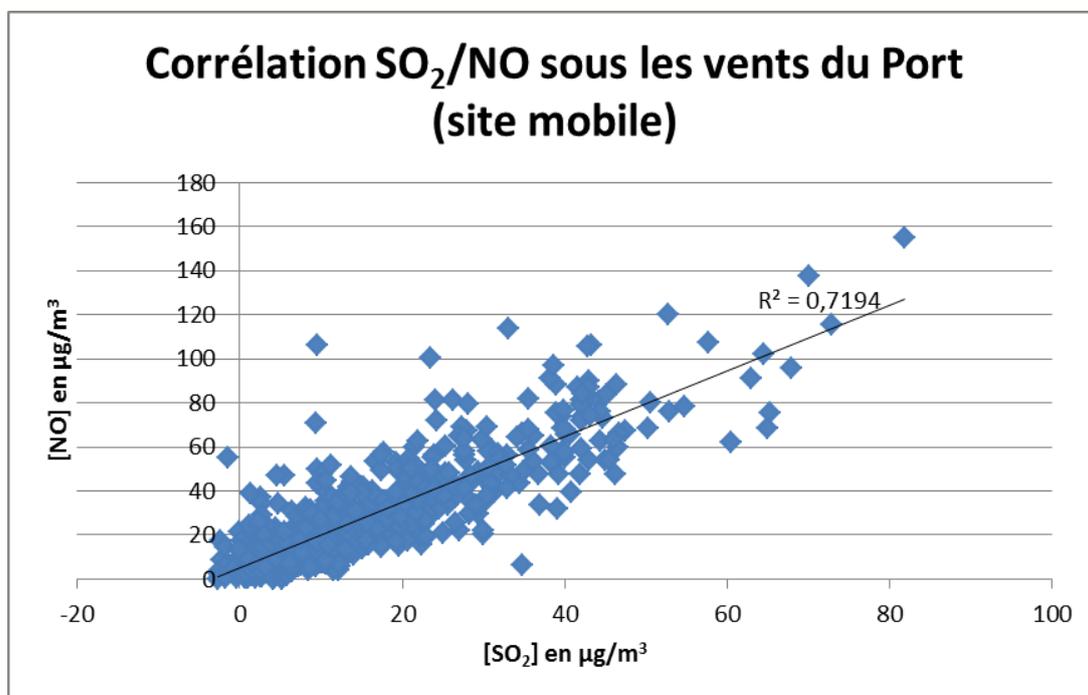
Polluant	Normes en 2014		
	Valeur limite	Objectif de qualité / Objectif à long terme	Valeur cible
Dioxyde de soufre (SO ₂)	125 µg/m ³ <i>en moyenne journalière, à ne pas dépasser plus de 3 jours/an</i> 350 µg/m ³ <i>en moyenne horaire, à ne pas dépasser plus de 24 heures/an</i>	50 µg/m ³ <i>en moyenne annuelle</i>	-
Dioxyde d'azote (NO ₂)	40 µg/m ³ <i>en moyenne annuelle</i> 200 µg/m ³ <i>en moyenne horaire, à ne pas dépasser plus de 18 heures/an</i>	-	-
Ozone (O ₃)	-	Protection de la santé : 120 µg/m ³ <i>pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures glissantes</i> Protection de la végétation : AOT40 ¹ = 6 000 µg/m ³ .h	Protection de la santé : 120 µg/m ³ <i>pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures glissante, à ne pas dépasser plus de 25 jours/an en moyenne sur 3 ans</i> Protection de la végétation : AOT40 = 18 000 µg/m ³ .h <i>en moyenne sur 5 ans</i>
Particules en suspension (PM10)	40 µg/m ³ <i>en moyenne annuelle</i> 50 µg/m ³ <i>en moyenne journalière, à ne pas dépasser plus de 35 jours/an</i>	30 µg/m ³ <i>en moyenne annuelle</i>	-
Monoxyde de carbone (CO)	10 mg/m ³ <i>pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures glissantes</i>	-	-

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

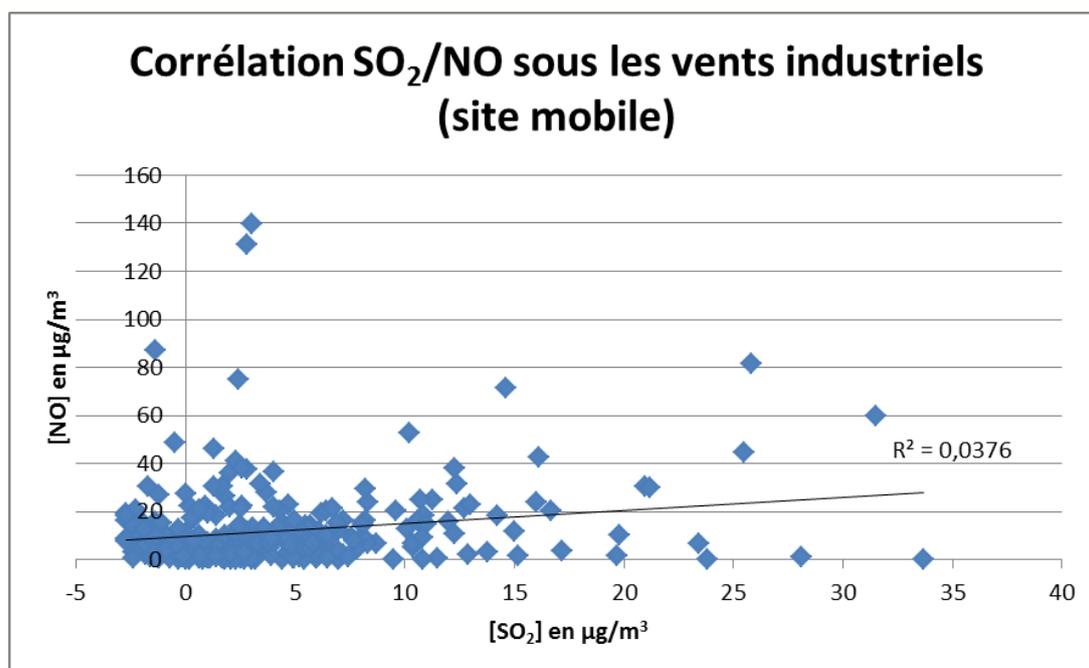
¹ AOT40 = la somme des différences entre les concentrations horaires en ozone supérieures à 80 µg/m³ et 80 µg/m³, basée uniquement sur les valeurs horaires mesurées de 8 heures à 20 heures sur la période de mai à juillet.



Annexe 8 : Corrélation SO₂/NO sous des vents particuliers



Graphique 25: Bonne corrélation du SO₂ et du NO sous les vents du Port (315°-45°)



Graphique 26: Mauvaise corrélation du SO₂ et du NO sous les vents industriels (60°-100°)



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