

Campagne de mesures de la qualité de l'air



Etude réalisée à Calais du 18/04/2006 au 15/05/2006
Station mobile

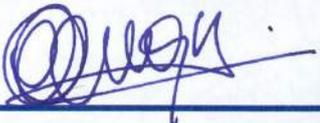
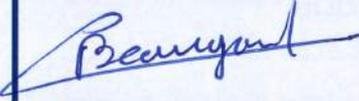


Campagne d'évaluation de la qualité de l'air à Calais au Lycée Sophie Berthelot du 18/04/2006 au 15/05/2006 par la station mobile

Rapport d'étude N° 09-2006-AA

23 pages (hors couvertures)

Parution : Avril 2007

	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
Nom	Arabelle Anquez	Charles Beaugard	Caroline Douget
Fonction	Ingénieur d'Etudes	Ingénieur d'Etudes	Directrice du service Etudes
Visa			

Conditions de diffusion

Toute utilisation partielle ou totale de ce document doit être signalée par « source d'information Atmo Nord - Pas de Calais, rapport N° 09/2006/AA ».

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

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

Sommaire

Contexte et objectifs de l'étude	3
Organisation stratégique de l'étude	4
Situation géographique	4
Emissions connues	5
Technique utilisée	7
Polluants surveillés	8
Le dioxyde de soufre (SO ₂)	8
Les oxydes d'azote (NO _x)	8
Les poussières en suspension (Ps)	8
L'ozone (O ₃)	8
Le monoxyde de carbone (CO)	9
Les Composés Organiques Volatils	9
Les métaux lourds	10
Les HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques)	10
Repères réglementaires	11
Recommandations de l'OMS	11
Valeurs réglementaires en air ambiant	12
Résultats de mesures	14
Contexte météorologique	14
Exploitation des résultats	15
Conclusion	23
Annexes	24

Contexte et objectifs de l'étude

L'Association Atmo Nord Pas de Calais a établi, en 2005, un plan de Surveillance de la Qualité de l'Air, qui répond à une exigence réglementaire nationale. Sa mise en œuvre a permis d'élaborer des stratégies cohérentes de la surveillance de la qualité de l'air et de revisiter notamment les stations fixes de mesure afin d'établir leur évolution.

La station urbaine de Calais, installée dans les locaux de l'Ecole Cadras, rue du Brésil, ne répondait plus aux critères métrologiques et présentait un accès dangereux pour les opérations de maintenance. Les conclusions du PSQA concernant cette station ont établi le besoin de déplacer ce site de mesure en respectant :

- La conformité métrologique : installation d'une cabine indépendante et climatisée dans un endroit dégagé et sécurisé
- La classification de la station en type urbain (complément de mesures)

Le choix du site le plus approprié s'est basé sur la classification et les critères d'implantation établis par le guide ADEME 2002.

Une première étude a été réalisée en 2005 sur le site de la station d'Épuration de la ville de Calais, située rue de Toul. L'étude des résultats a invalidé l'emplacement, trop influencé par la circulation de l'autoroute A 16 en conditions météorologiques défavorables.

La recherche de sites s'est orientée sur l'ouest de l'agglomération calaisienne. La densité de la zone urbaine sur ce secteur n'a laissé qu'un nombre restreint de possibilités. Le lycée Sophie Berthelot offre les meilleurs critères de dégagement et de sécurité pour l'accueil d'une station fixe.



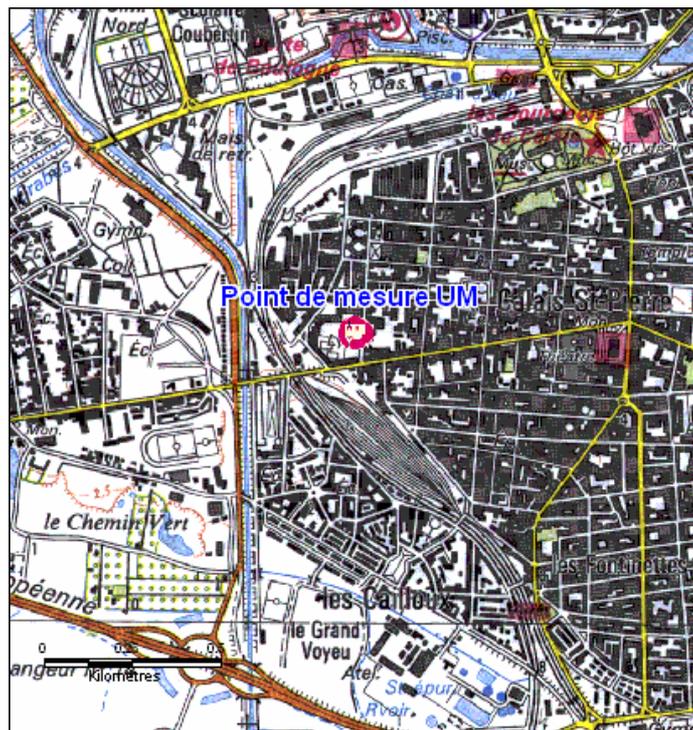
Organisation stratégique de l'étude

Situation géographique

L'objectif du redéploiement des stations de mesure dans le cadre du Plan de Surveillance de la Qualité de l'Air est la couverture de la partie Ouest de l'agglomération calaisienne, ne disposant pas de station urbaine à ce jour.

Situé à l'extrémité Ouest du Boulevard Gambetta, le site du lycée Sophie Berthelot répond aux critères de densité de population (4902 habitants au km² dans un rayon d'un kilomètre) et de distance aux voies de circulation.

L'emplacement retenu dans l'enceinte du lycée se trouve sur la zone en herbe, délimitant la piste d'athlétisme et les zones d'attente pour les évacuations en cas d'incendie.



Emissions connues

Pour choisir les polluants à mesurer, il est important de connaître les émissions potentielles sur le secteur de Calais (données issues du cadastre régional des émissions, année 2001).

Les émissions peuvent être de trois origines différentes :

➤ Emissions du trafic routier

La part régionale des émissions du trafic routier pour la commune de Calais est faible et inférieure à celle de Dunkerque.

Polluants	CO (t/an)	SO ₂ (t/an)	COV (t/an)	NO _x (t/an)	Ps (kg/an)	Pb (g/an)	Zn (g/an)	Cd (g/an)
Emissions	489	11	218	360	24679	11245	0	204
Part dans les émissions régionales	1%	1.2%	1.2%	1.2%	1.2%	0.9%	0%	1.2%

Autres transports : ferroviaire, fluvial, maritime

Polluants	CO (t/an)	SO ₂ (t/an)	COV (t/an)	NO _x (t/an)	Ps (kg/an)	Pb (g/an)	Zn (g/an)	Cd (g/an)
Emissions	1906	2264	252	3614	84184	5658	28294	565
Part dans les émissions régionales	80%	80%	66%	58%	34%	90%	91%	90%

Cette part est beaucoup plus importante dans la catégorie des autres transports, dans laquelle on retrouve les transports ferroviaire, fluvial et maritime. Ceci est dû de manière prépondérante au trafic maritime, et notamment transmanche au départ du port de Calais. Chaque jour, 60 départs environ de Calais vers Douvres sont effectués par des car-ferries et des fast-ferries, transportant, pour l'année 2005, plus de 11 millions de passagers et 38 millions de tonnes de marchandises (source : www.calais-port.com).

➤ Emissions industrielles

Le tableau ci-dessous décrit les différents types d'établissements industriels ainsi que leurs rejets sur le secteur de Calais.

Etablissement	Commune	Type d'activités	Rejets atmosphériques en 2005						
			SO ₂ (t/an)	NO _x (t/an)	Ps (t/an)	COV (t/an)	Pb (kg/an)	Zn (kg/an)	Cd (kg/an)
Tioxide Europe	Calais	Pigments d'oxyde de titane	394	92	1	-	-	-	-
Synthexim	Calais	Fabrications de produits intermédiaires pharmaceutiques	-	1	-	73	-	-	-
Interor	Calais	Fabrications de produits intermédiaires pharmaceutiques	-	-	-	76	-	-	-
Calaire	Calais	Fabrications de produits à destination du marché pharmaceutique	-	23	-	43	-	-	-

La majorité des sites industriels sur Calais sont regroupés au sein de la zone des Dunes, située au Nord Est du lycée. Cette zone est suffisamment éloignée pour éviter d'impacter la mesure des polluants.

 Emissions domestiques

Le tableau ci-dessous regroupe les émissions des chauffages domestiques sur la commune de Calais (estimation 1999). La part de la commune de Calais dans les émissions régionales est équivalente à celle de Dunkerque pour les émissions domestiques.

Polluants	CO (t/an)	SO ₂ (t/an)	COV (t/an)	NO _x (t/an)	Ps (kg/an)	Pb (g/an)	Zn (g/an)	Cd (g/an)
Emissions	3	0.09	0.4	0.1	0.2	43053	205086	4824
Part dans les émissions régionales	2%	1.7%	2.1%	1.6%	2%	1.9%	1.5%	1.8%

Technique utilisée

La station mobile est composée d'un véhicule tracteur et d'une remorque équipée d'analyseurs. Elle permet de surveiller la qualité de l'air dans les zones non couvertes par des stations fixes. Du matériel de mesures des paramètres météorologiques complète le dispositif.

Caractéristiques techniques

Dimension de la remorque

Largeur : 2,50 m

Longueur : 5,20 m

Poids : 2,6 tonnes

Alimentation électrique

Prise 220 V, monophasée, 16 A, alimentée 24h/24h.



Lapugnoy - 2004

Noyelles-Godault - 2005



Houdain - 2004



Polluants mesurés

Dioxyde de soufre (SO₂)

Oxydes d'azote (NO_x)

Ozone (O₃)

Poussières en suspension

Monoxyde de carbone (CO)

Métaux lourds

Polluants surveillés

Le dioxyde de soufre (SO_2)

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

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

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

Les oxydes d'azote (NO_x)

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

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

Les poussières en suspension (Ps)

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

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

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

L'ozone (O_3)

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

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

Le monoxyde de carbone (CO)

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

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

Les Composés Organiques Volatils

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

Les aldéhydes

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

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

Les BTX

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

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

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

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

Les métaux lourds

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

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

Il n'existe pas, pour le moment, de mesures en continu et automatique des métaux dans les particules. La mesure globale de l'élément est donc effectuée en 2 étapes, le prélèvement sur le terrain de poussières de diamètre inférieur à 10 µm sur un filtre en fibre de quartz, suivi de l'analyse en laboratoire, par spectrométrie d'absorption four.

Les HAP (Hydrocarbures aromatiques polycycliques)

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

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

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

Repères réglementaires

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

Recommandations de l'OMS

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

● Le tableau suivant regroupe les différents seuils recommandés (valeurs à ne pas dépasser) pour les polluants (Données 1999 - Source : Guidelines for Air Quality, WHO, Geneva 2000)

Seuils	Sur 1h	Sur 8h	Sur 24h	Sur la semaine	Sur l'année
Poussières ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	-	-	-	-
Dioxyde de soufre SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	-	125	-	50
Dioxyde d'azote NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	200	-	-	-	40
Ozone O_3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	120	-	-	-
Monoxyde de carbone CO (mg/m^3)	30	10	-	-	-
Plomb Pb (ng/m^3)	-	-	-	-	500
Manganèse Mn (ng/m^3)	-	-	-	-	150
Cadmium Cd (ng/m^3)	-	-	-	-	5
Toluène (mg/m^3)	1 (pour 30 minutes)	-	-	0,26	-
Formaldéhyde (mg/m^3)	0,1 (pour 30 minutes)	-	-	-	-
Acétaldéhyde ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	-	-	-	50

Valeurs réglementaires en air ambiant

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

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

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

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

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

Polluant	Normes Valeurs limites et objectifs de qualité			
	Moyenne annuelle	Moyenne journalière	Moyenne horaire	
dioxyde de soufre (SO ₂)	50 µg/m ³ (objectif de qualité)	125 µg/m ³ (- de 3 jours/an ou Percentile 99.2)	350 µg/m ³ (- de 24 heures/an ou Percentile 99.7))	-
dioxyde d'azote (NO ₂)	48 µg/m ³ (valeur limite) 40 µg/m ³ (objectif de qualité)	-	200 µg/m ³ (- de 175 heures/an ou Percentile 98) 240 µg/m ³ (- de 18 heures/an ou Percentile 99.8)	-
poussières (PM10)	40 µg/m ³ (valeur limite) 30 µg/m ³ (objectif de qualité)	50 µg/m ³ (- de 35 jours/an ou Percentile 90.4)	-	-
monoxyde de carbone (CO)	-	-	-	moyenne glissante sur 8 heures : 10 mg/m ³

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

Résultats de mesures

Contexte météorologique

Pour une campagne de mesures de la qualité de l'air ambiant, il est important de mettre en parallèle les données météorologiques avec les mesures effectuées sur les polluants. Toutes les données utilisées pour l'interprétation des données de la campagne sont déclinées en annexes.

Température °C	Moyenne :	12.8
	Minimum :	7.1
	Maximum :	27.5
Pression atmosphérique hPa	Moyenne :	1018
Vent m/s	Vitesse moyenne :	4
	Minimum :	0
	Maximum :	10.7
Humidité relative %	Moyenne :	81

Avec une pression moyenne à 1018 hPa, la campagne va se dérouler sous l'alternance de périodes ensoleillées et de passages pluvieux. La rose des vents met en évidence deux directions prépondérantes : Nord et Sud Ouest, directions toutes deux associées à des vents forts. Les vents faibles à calmes se distinguent de façon majoritaire (79% des moyennes horaires sont inférieurs à 5 m/s). Enfin les températures, fraîches en début de campagne, augmentent progressivement. Le maximum est enregistré durant les premiers jours du mois de mai. Malgré l'élévation des températures, aucun phénomène de brises côtières n'a été enregistré durant la période.

Le contexte météorologique est favorable à la dispersion des polluants, excepté durant les quelques journées ensoleillées du début du mois de mai.

Exploitation des résultats

La campagne de mesures s'est déroulée du 18 avril 2006 à 16 heures au 15 mai 2006 à 11 heures. Pour tous les résultats de mesures, les heures sont exprimées en heures locales.

Polluant	Taux de fonctionnement	Concentration moyenne pendant la campagne	Valeur horaire maximale	Valeur journalière maximale
SO ₂	95.4	14	117 le 12 mai 2006 à 15 heures	42 le 10 mai 2006
Ps	96.2	24	71 le 4 mai 2006 à 9 heures	39 le 10 mai 2006
NO ₂	96.1	27	66 le 3 mai 2006 à 10 heures	45 le 12 mai 2006
NO	NR	NR	NR	NR
O ₃	96.9	47	150 le 12 mai 2006 à 18 heures	77 le 12 mai 2006
CO	95.3	0.2	0.7 le 12 mai 2006 à 19 heures	0.3 le 14 mai 2006
Benzène	NR	NR	NR	NR
Toluène		NR	NR	NR
(m+p) Xylènes		NR	NR	NR
o-xylènes		NR	NR	NR
Ethylbenzène		NR	NR	NR

Taux de fonctionnement : il s'agit du pourcentage de données valides d'un appareil de mesures pour la période de mesures.
NR : Non Représentatif. Le taux de fonctionnement pour ces mesures sont inférieurs à 75%.

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

Afin d'évaluer la pertinence du site d'étude pour l'installation d'une station fixe, les données issues de l'unité mobile seront comparées aux stations de mesure fixes du réseau calaisien. Ces stations sont au nombre de 5 :

- Station Chateaubriand : située dans l'Ecole Chateaubriand, rue Pascal dans le quartier du Petit Courghain. Il s'agit d'une station de proximité industrielle. Outre la mesure des paramètres météorologiques, le dioxyde de soufre et les poussières en suspension sont mesurés.
- Station IUT : située dans l'IUT, rue Louis David. Cette station de proximité industrielle enregistre l'évolution des concentrations de dioxyde de soufre. Son déplacement a été programmé dans le Programme de Surveillance de la Qualité de l'Air d'Atmo Nord Pas de Calais (PSQA). L'implantation est prévue dans la zone de la Mi-Voie, constituée des pôles d'enseignements secondaire et universitaire de Calais Est. La surveillance sera complétée par la mesure des poussières en suspension, des oxydes d'azote et de l'ozone. La typologie de la station évoluera donc vers une surveillance de type urbaine.
- Station La Fayette : située dans l'Ecole Louise Pollet, boulevard La Fayette. Cette station située en proximité automobile assure la surveillance des polluants liés au trafic automobile : oxydes d'azote, monoxyde de carbone. Elle est complétée par une mesure d'ozone.
- Station Place d'Armes : située sur la Place d'Armes. La vocation première de cette station est la surveillance des émissions automobiles dans le secteur de Calais Nord. Equipée d'analyseurs de dioxyde de soufre et d'oxydes d'azote, elle a permis la mise en évidence des émissions liées au trafic maritime transmanche.
- Station Sangatte : implantée dans l'enceinte du stade municipal de Sangatte. C'est la station périurbaine de l'agglomération calaisienne. Les mesures d'oxydes d'azote, d'ozone et de poussières fines (PM10 et PM 2.5) sont assurées.

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

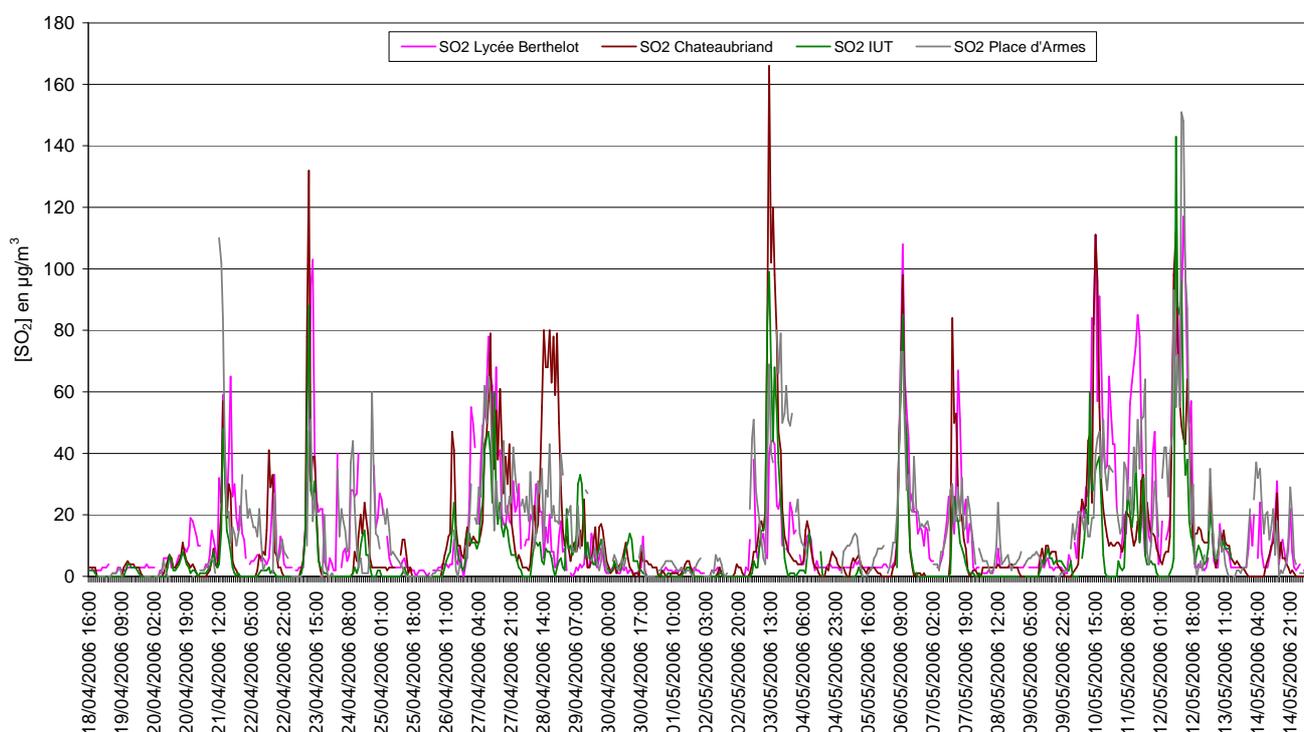
Le dioxyde de soufre (SO₂)

- Moyennes durant la campagne de mesures

Site	Concentration moyenne (µg/m ³)	Valeur horaire maximale (µg/m ³)	Valeur journalière maximale (µg/m ³)
Lycée S Berthelot	14	117	42
Chateaubriand	12	166	37
IUT	7	143	26
Place d'Armes	16	151	48

- Evolution des moyennes horaires

Evolution horaire du SO₂ sur Calais



Les concentrations moyennes relevées sur le site du lycée Berthelot sont du même ordre de grandeur que les valeurs enregistrées sur les stations fixes de Chateaubriand et de Place d'Armes. On constate une récurrence de valeurs de pointe comprises entre 50 et 100 µg/m³, obtenues par vent de secteur Nord - Nord Est. Ces hausses de concentrations sont très souvent simultanées à celles relevées sur la station de la Place d'Armes. Elles ont très probablement pour origine les manœuvres à quai des ferries.

Etant donnée la distance à la zone industrielle des Dunes, l'impact du site par les activités industrielles de la zone est peu probable.

Les oxydes d'azote (NO_x)

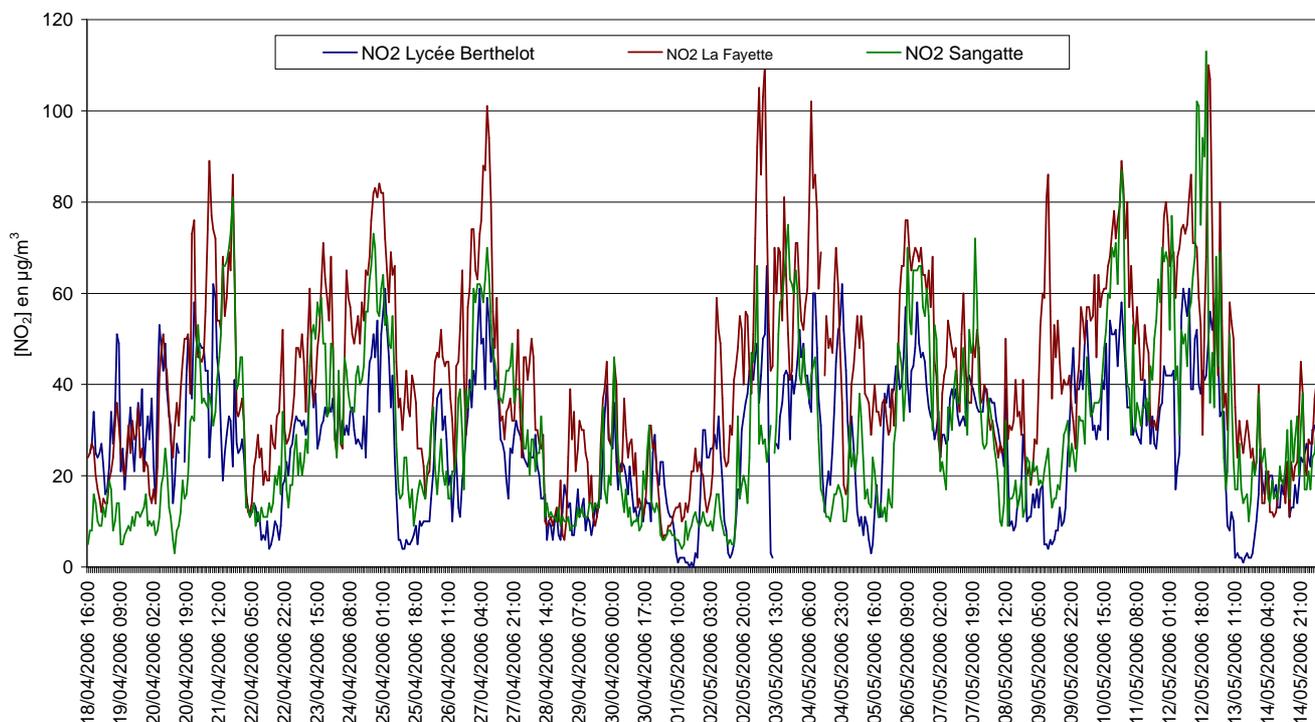
- Moyennes durant la campagne de mesures

Dioxyde d'azote (NO₂)

Site	Concentration moyenne (µg/m ³)	Valeur horaire maximale (µg/m ³)
Lycée S Berthelot	27	66
La Fayette	42	110
Place d'Armes	55	192
Sangatte	30	113

- Evolution des moyennes horaires

Evolution horaire du NO₂ sur berthelot, La Fayette et Sangatte



La moyenne de la campagne du site Berthelot est inférieure aux sites de proximité automobile et du même ordre de grandeur que celle de Sangatte.

La valeur maximale du site étudié est la plus faible : le maximum horaire de dioxyde d'azote est en relation avec le maximum horaire en ozone relevé l'après midi même à Sangatte (201 µg/m³ le 12 mai).

On retrouve l'influence des vacances scolaires durant la première partie de l'étude (concentrations moins élevées). Le profil journalier du NO₂ est un profil classique de zone urbaine, avec une élévation des concentrations en soirée et durant la nuit en lien avec les conditions de dispersion moins bonnes.

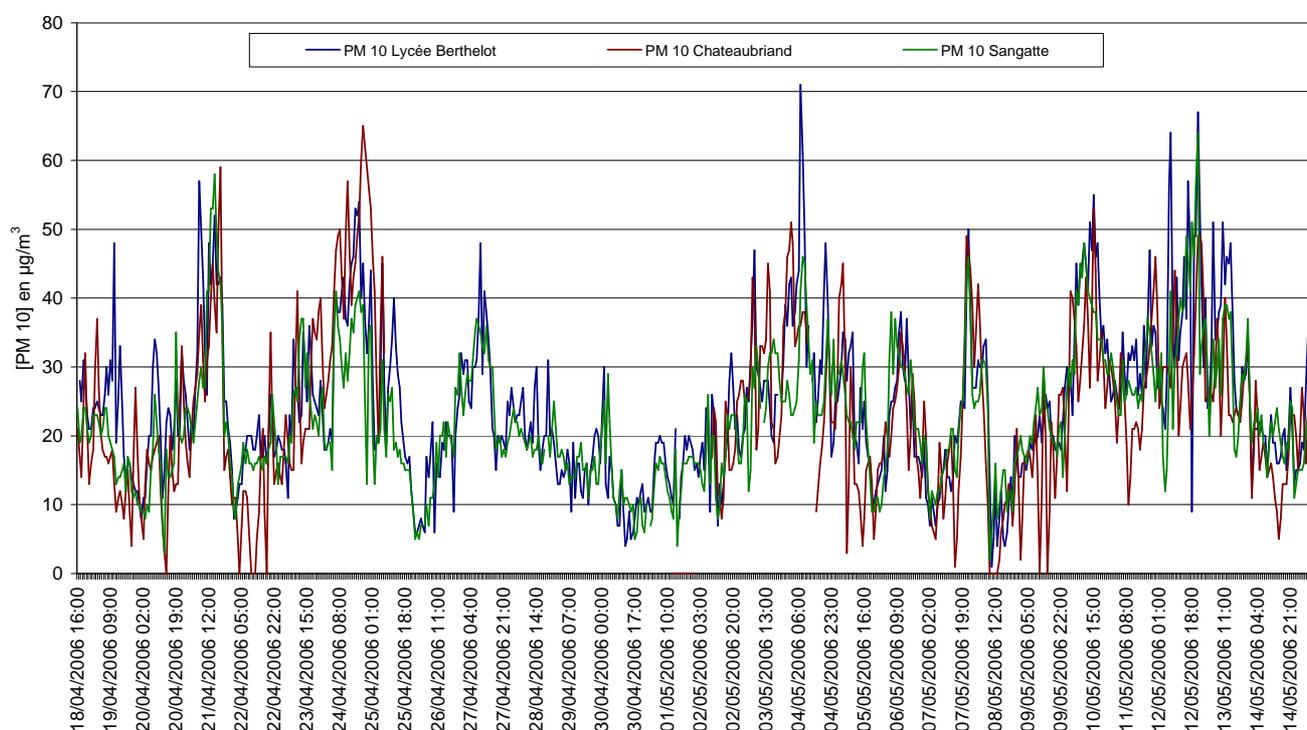
Les poussières en suspension (Ps)

- Moyennes durant la campagne de mesures

Site	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valeur horaire maximale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valeur journalière maximale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Lycée S Berthelot	24	71	39
Chateaubriand	23	65	47
Sangatte	22	64	36

- Evolution des moyennes horaires

Evolution horaire des PM 10 sur Berthelot, Chateaubriand et Sangatte



Les concentrations de poussières en suspension sont homogènes sur l'ensemble des sites de mesure, tant en valeur moyenne qu'en valeur maximale.

La rose de pollution établie avec les données météorologiques de la station Chateaubriand ne met pas en évidence d'émetteurs particuliers sur le site Berthelot.

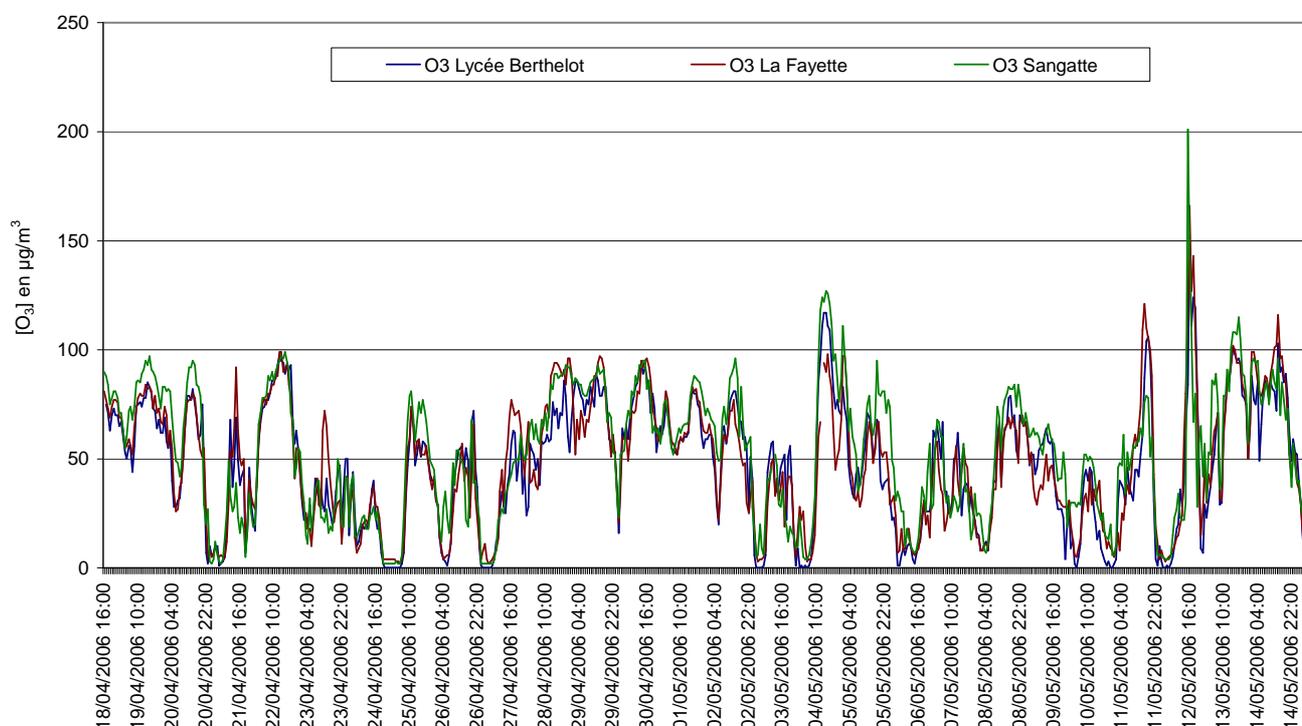
L'ozone (O₃)

- Moyennes durant la campagne de mesures

Site	Concentration moyenne (µg/m ³)	Valeur horaire maximale (µg/m ³)	Moyenne sur 8 heures glissantes maximales (µg/m ³)
Lycée S Berthelot	47	150	105
La Fayette	48	166	110
Sangatte	53	201	118

- Evolution des moyennes horaires

Evolution horaire de l'O₃ sur Berthelot, La Fayette et Sangatte



Les concentrations sont restées homogènes durant la première moitié de la campagne d'étude, en raison de conditions météorologiques peu propices à la formation d'ozone photochimique. Les valeurs parfois élevées enregistrées sur l'ensemble des stations sont dues à des vents forts, favorisant l'entrée d'ozone des couches élevées de l'atmosphère.

A partir du 1^{er} mai, l'installation de conditions météorologiques printanières entraîne la hausse des températures. Les concentrations en ozone augmentent de façon graduelle du centre ville vers la périphérie. Très logiquement, les valeurs relevées sur le site de Berthelot se trouvent entre celles de La Fayette et de Sangatte.

On enregistre tout de même une valeur maximale sur Berthelot inférieure à celle de La Fayette : ceci est probablement dû aux précurseurs de l'ozone présents en quantité plus faible.

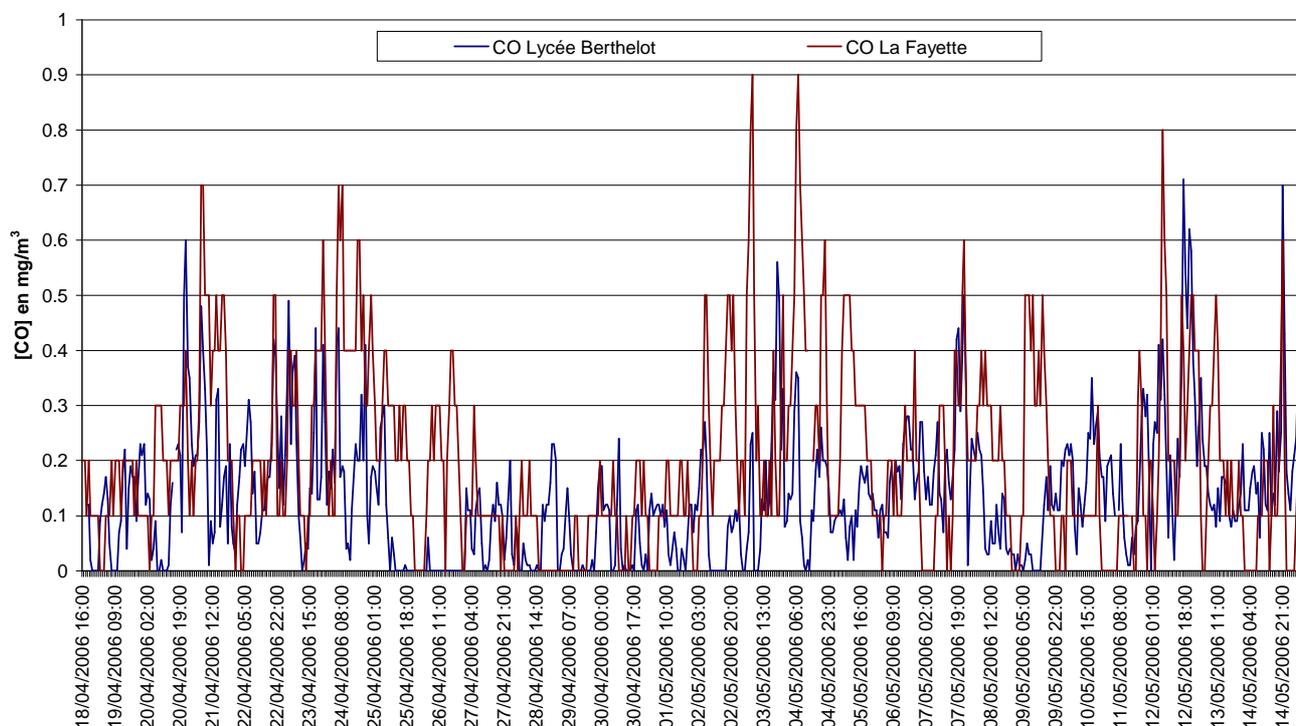
Le monoxyde de carbone (CO)

- Moyennes durant la campagne de mesures

Site	Concentration moyenne (mg/m ³)	Valeur horaire maximale (mg/m ³)	Moyenne sur 8 heures glissantes maximales (mg/m ³)
Lycée S Berthelot	0.1	0.7	0.5
La Fayette	0.2	0.9	0.6

- Evolution des moyennes horaires

Evolution horaire du CO sur Berthelot et La Fayette



La moyenne est faible. Les valeurs enregistrées sont plus basses qu'en proximité automobile, tant en moyenne qu'en valeur maximale. Les phénomènes de pointe sont enregistrés en soirée ou en fin de nuit et sont moins fréquents que sur la station La Fayette.

Les métaux lourds

L'objectif de ces mesures est de caractériser de manière quantitative, les teneurs en plomb, cadmium, arsenic, nickel, présents dans l'air de la commune de Calais, qui ne dispose de mesure continue de métaux.

Le prélèvement s'est déroulé du 18 avril au 15 mai, soit 4 périodes d'une semaine de mesures. Les résultats, présentés dans le tableau ci-dessous, correspondent à une moyenne sur 1 semaine et ne permettent pas de mettre en évidence les pointes de pollution.

Dates	Arsenic (ng/m ³)	Cadmium (ng/m ³)	Plomb (ng/m ³)	Nickel (ng/m ³)
18 au 23 avril	0.7	0.4	13.2	10.8
24 au 30 avril	0.6	0.3	12.5	18.8
1er au 7 mai	0.7	0.4	9.9	27.5
8 au 15 mai	0.7	0.4	10	32.8
Moyenne	0.7	0.4	11.5	22.4

Les valeurs d'arsenic et de cadmium sont cohérentes avec les mesures réalisées sur les stations urbaines régionales (Marcq en Baroeul et Béthune).

Les valeurs de nickel se distinguent des autres éléments. Elles ne sont pas corrélées à une augmentation des niveaux de poussières en suspension. Elles sont, par contre, simultanées à une élévation des concentrations de nickel sur le site de mesure de Dunkerque Port Est.

Ces concentrations élevées – la moyenne sur 4 semaines dépassant la valeur cible de la directive européenne – restent pour l'instant inexplicables, aucun émetteur de nickel n'étant connu sur Calais.

La mesure des métaux lourds sera reconduite lors de la prochaine campagne de mesure sur le Calaisis.

Conclusion

L'objectif de l'étude est la validation du site du lycée Sophie Berthelot comme site d'accueil de la seconde station de mesure urbaine de l'agglomération calaisienne. Les données issues de cette station compléteront les données des stations de Sangatte et de la zone de la Mi-Voie pour le calcul de l'indice ATMO.

Cette étude vient clore la campagne de requalification des stations, amorcée avec le déplacement de la station Chateaubriand.

Concernant les oxydes d'azote et les poussières en suspension, nous n'enregistrons pas d'influence du trafic automobile. Les données relevées pour ces polluants sont cohérentes avec la typologie du site.

Les conditions météorologiques ont permis la formation d'ozone photochimique durant la seconde moitié de l'étude. Les concentrations relevées sont proches des mesures de la station La Fayette. Nous pouvons nous attendre à une hausse des concentrations sur ce site en ce période estivale. Un des objectifs étant le transfert de la mesure d'ozone de la station La Fayette, il semble que le site y réponde parfaitement.

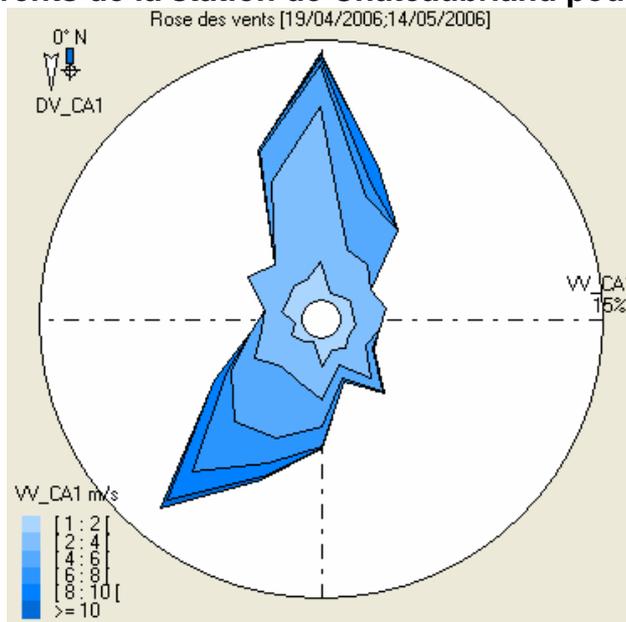
Les concentrations en monoxyde de carbone sont faibles et cohérentes avec les mesures d'oxydes d'azote. Les concentrations en dioxyde de soufre sont peu élevées.

Enfin, la mesure hebdomadaire du plomb, du cadmium et de l'arsenic est conforme à la typologie urbaine du site. Seul le nickel présente des résultats élevés, supérieurs en moyenne sur 4 semaines à la valeur cible de la directive européenne.

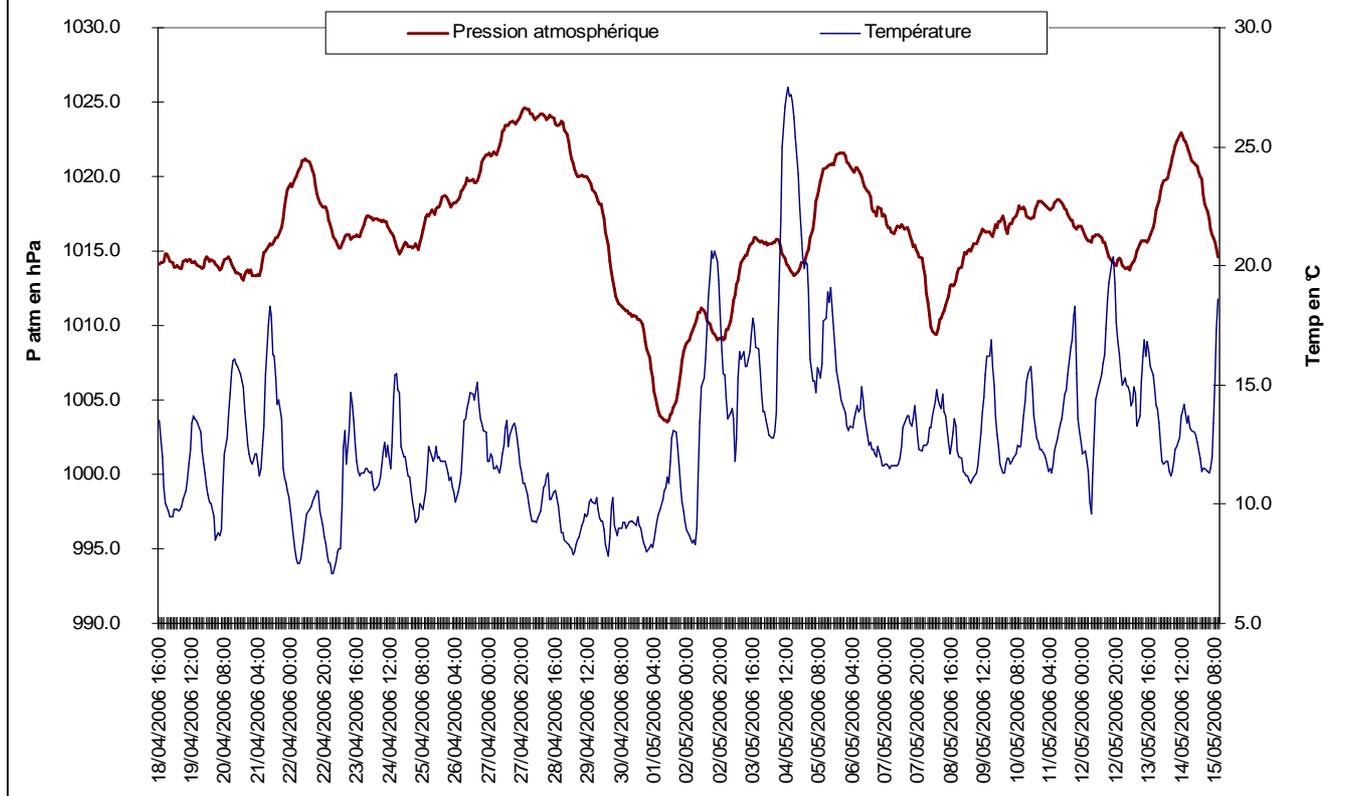
Le taux de fonctionnement de l'analyseur de benzène, toluène et xylènes n'a pas permis l'exploitation des données.

Le site du lycée Sophie Berthelot peut être considéré comme valide et conforme aux critères retenus pour l'installation d'une station urbaine.

Rose des vents de la station de Chateaubriand pour la période

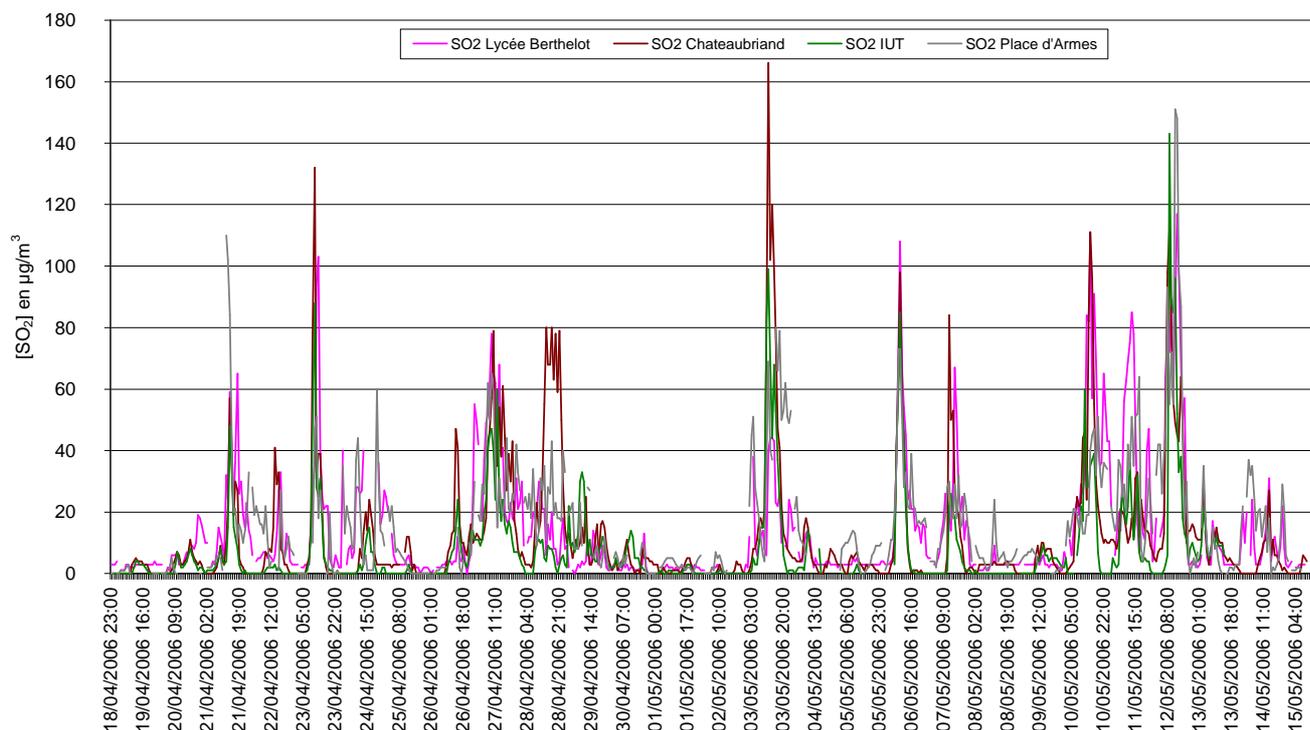


Evolution des conditions météorologiques

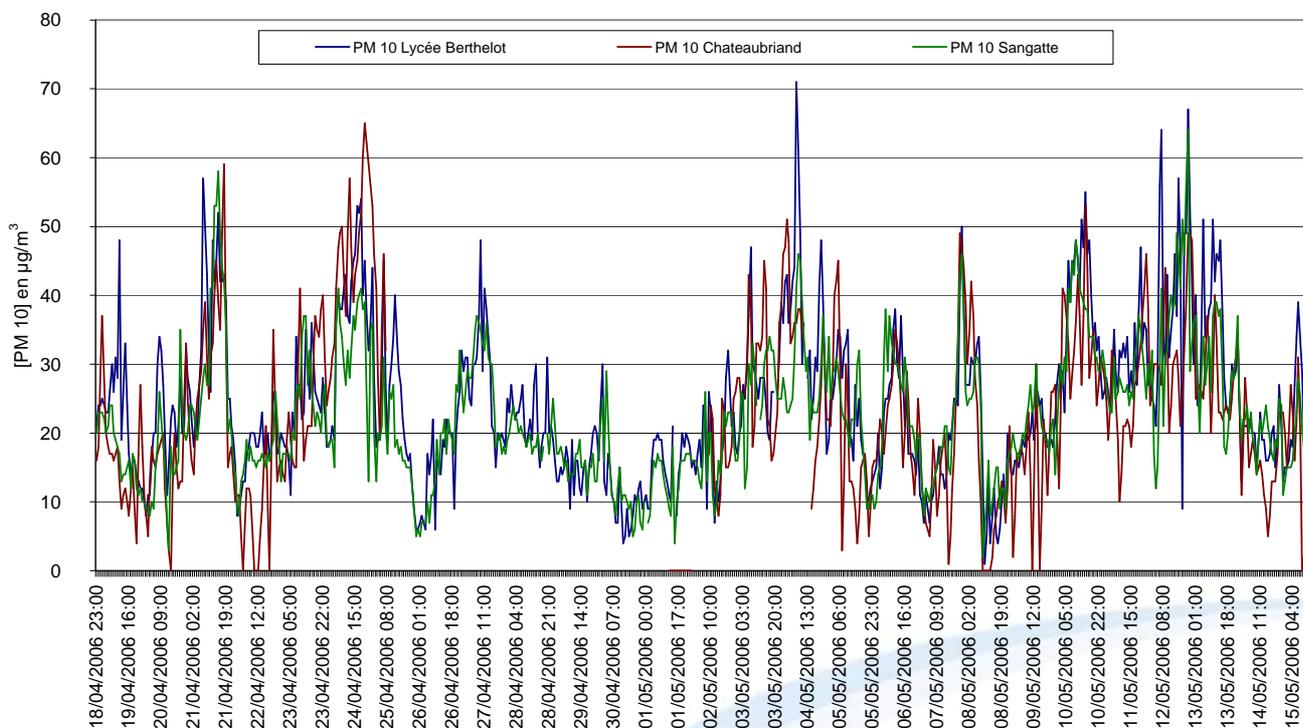


Courbes des polluants

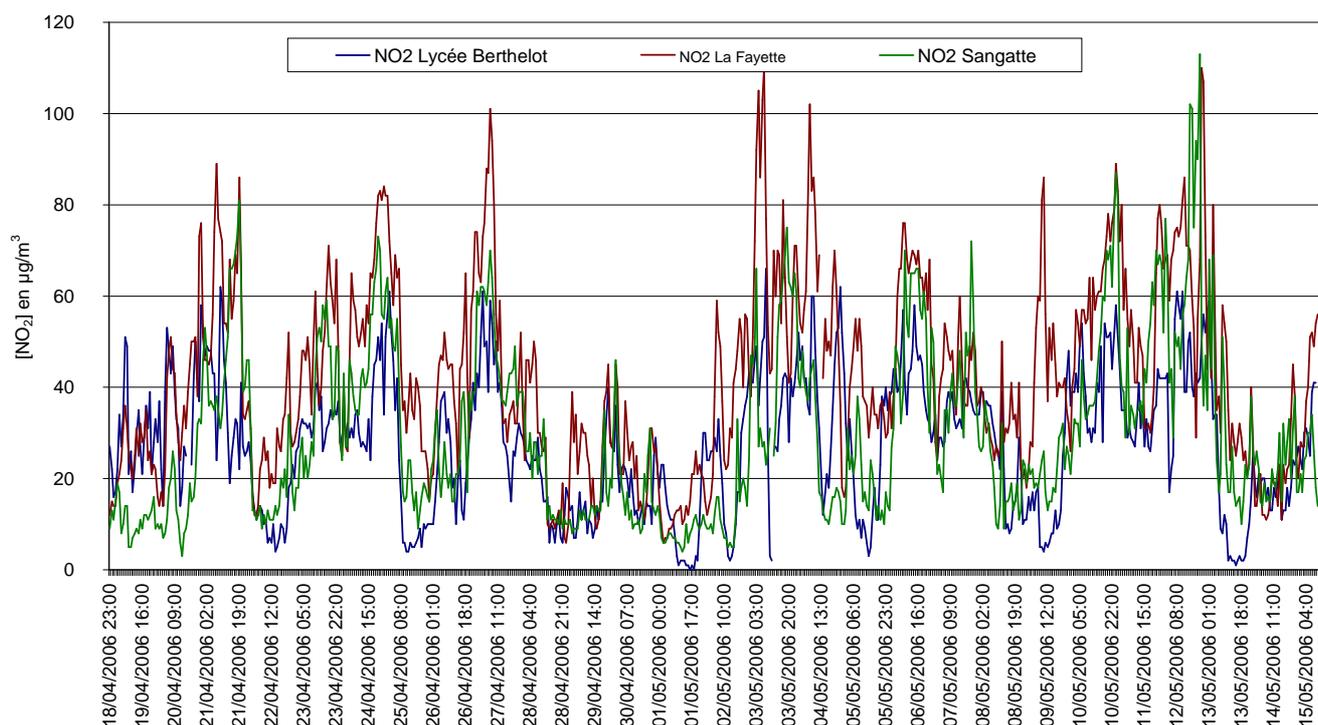
Evolution horaire du SO₂ sur Calais



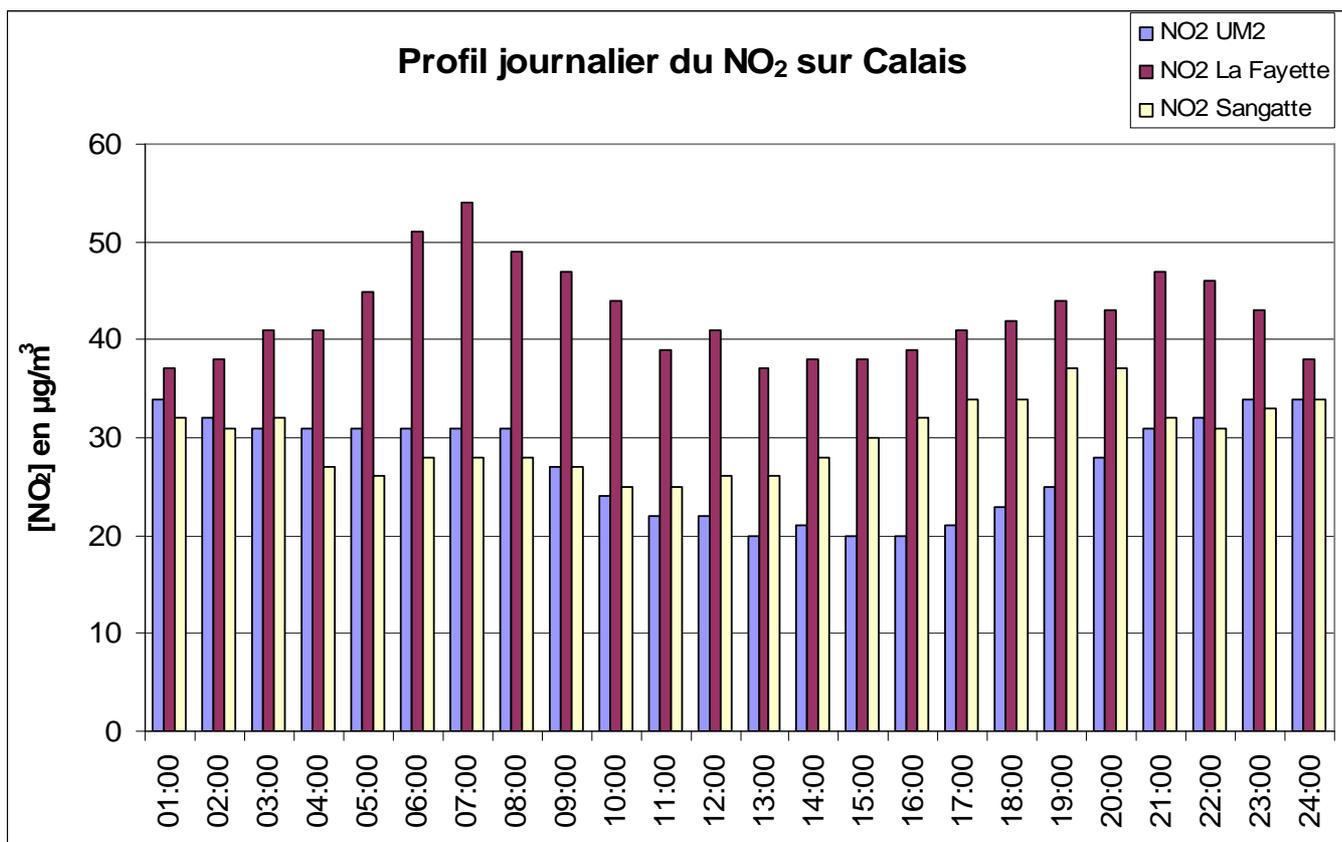
Evolution horaire des PM 10 sur Berthelot, Chateaubriand et Sangatte



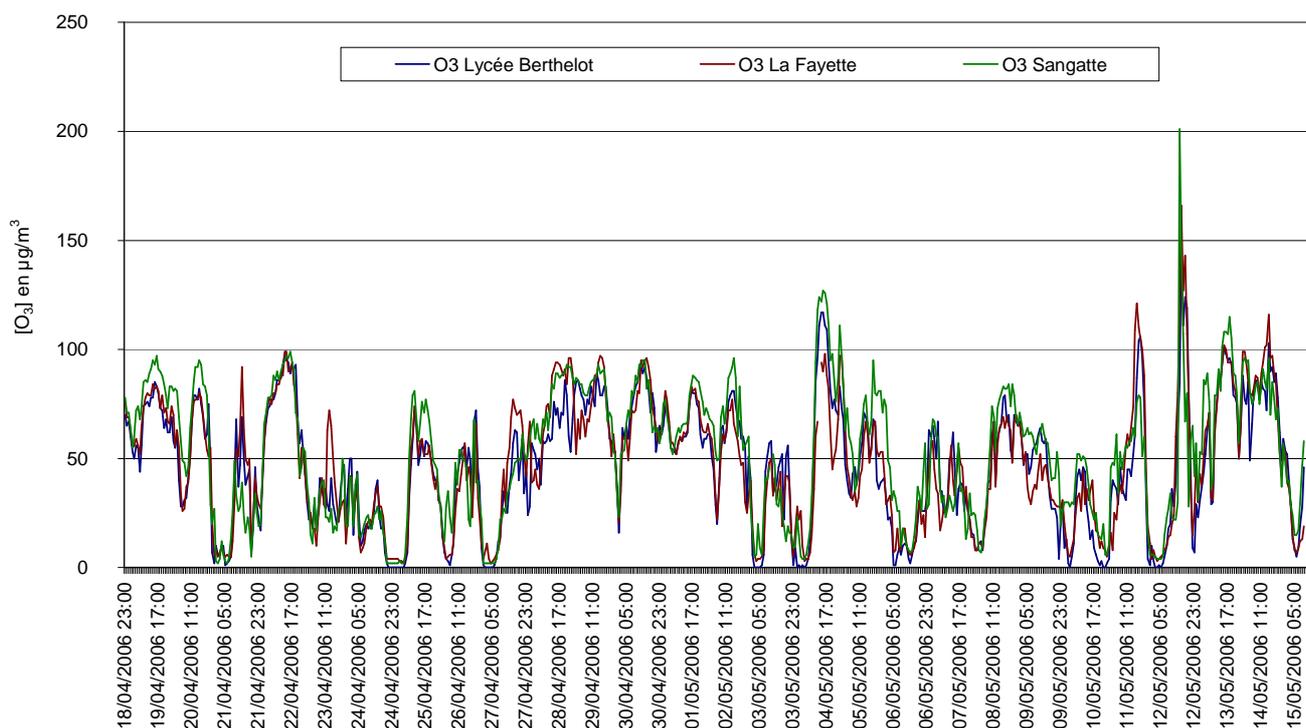
Evolution horaire du NO₂ sur berthelot, La Fayette et Sangatte



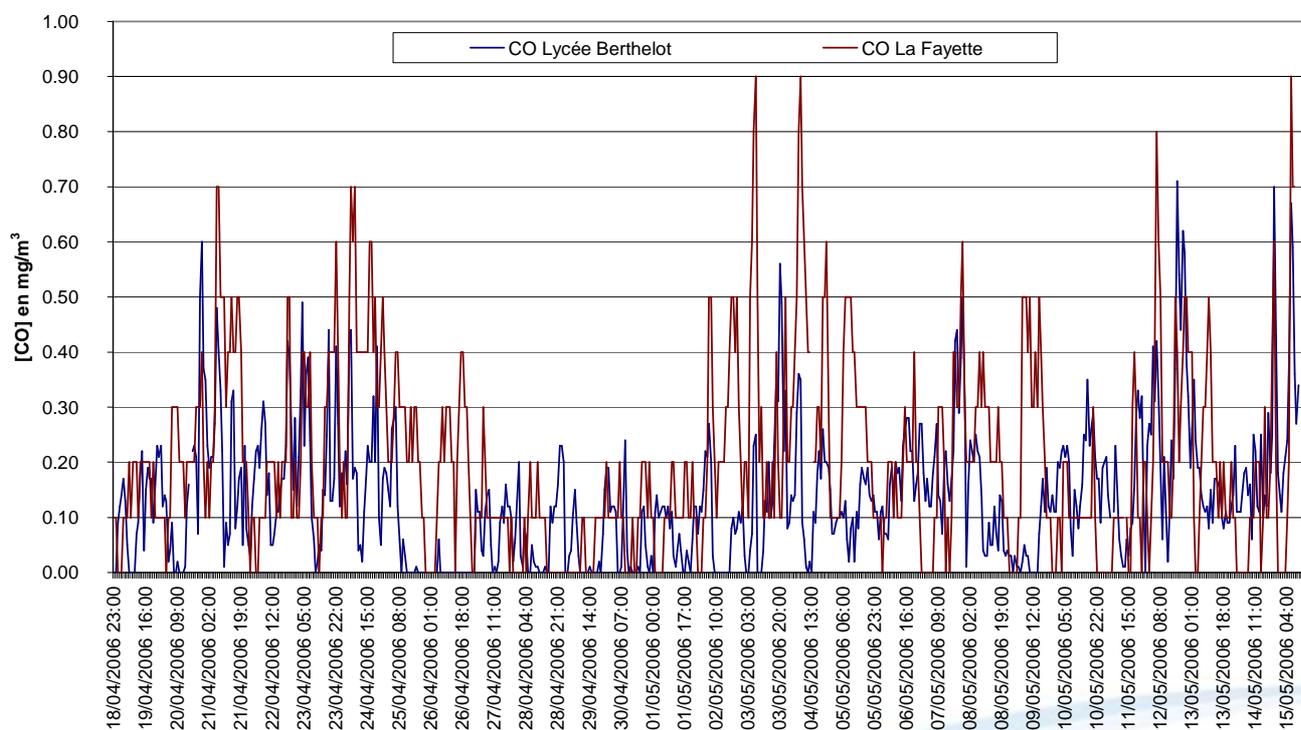
Profil journalier du NO₂ sur Calais



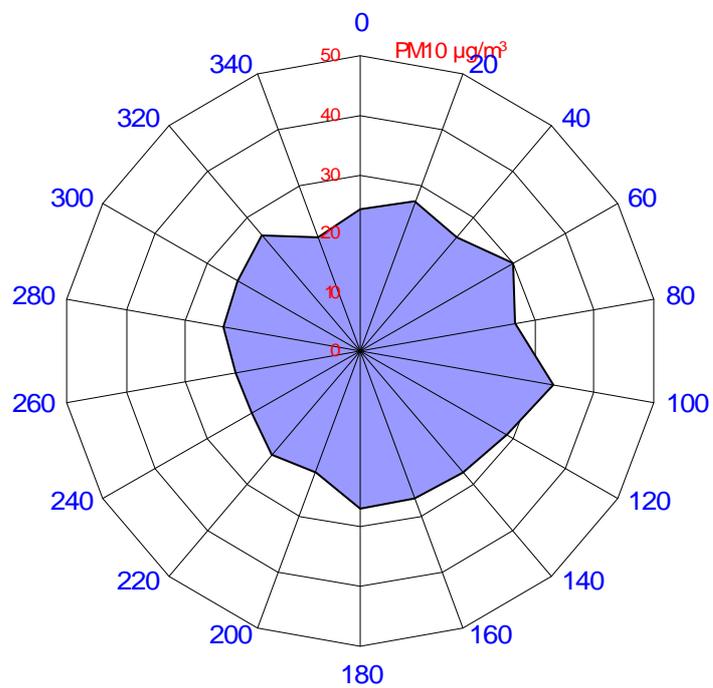
Evolution horaire de l'O₃ sur Berthelot, La Fayette et Sangatte



Evolution horaire du CO sur Berthelot et La Fayette



UM 2 - Lycée Berthelot : Moyennes en PM 10 par direction de vent



QUATRE SERVICES SUR QUATRE SITES



GRAVELINES

ADMINISTRATIF ET FINANCIER/RESSOURCES HUMAINES

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

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



VALENCIENNES

COMMUNICATION

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

contact@atmo-npdc.fr



BÉTHUNE

ÉTUDES/RECHERCHE & DÉVELOPPEMENT

Centre Jean-monnet
Avenue de Paris
62400 BÉTHUNE

etudes@atmo-npdc.fr



LILLE

TECHNIQUE ET MÉTROLOGIE

189, boulevard de la Liberté
59000 LILLE Cedex

technique@atmo-npdc.fr

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

N°Azur 0 810 10 59 62

PRIX D'APPEL LOCAL

N°Azur FAX 0 810 11 59 62

PRIX D'APPEL LOCAL