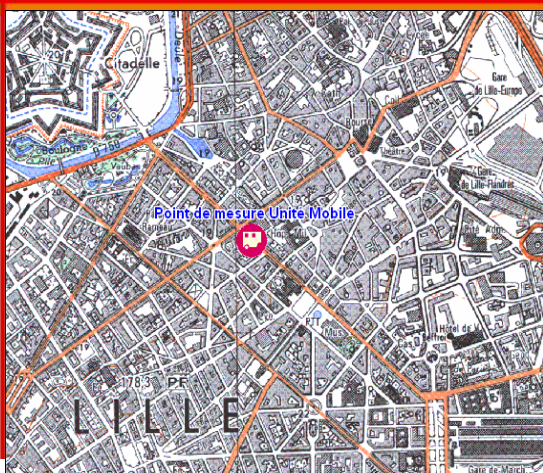


Campagne de mesures de la qualité de l'air



**Etude réalisée Boulevard de la Liberté à Lille
du 19 septembre 2007 au 9 octobre - Station mobile**





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

Campagne d'évaluation de la qualité de l'air à Lille, Boulevard de la Liberté du 19 septembre au 9 octobre 2007 par la station mobile

Rapport d'étude N° 27-2007-SE

32 pages (hors couvertures)

Parution : novembre 2007

	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
Nom	Charles Beaugard	Tiphaine Delaunay	Caroline DOUGET
Fonction	Ingénieur d'Etudes	Ingénieur d'Etudes	Directrice du Service Etudes

Conditions de diffusion

Toute utilisation partielle ou totale de ce document doit être signalée par « source d'information Atmo Nord - Pas de Calais, rapport N° 272007/SE ».

Les données contenues dans ce document restent 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

Sommaire	2
Contexte et objectifs de l'étude	3
Organisation stratégique de l'étude	4
Situation géographique	4
Emissions connues.....	5
Technique utilisée.....	6
Polluants surveillés	7
Le dioxyde de soufre (SO ₂)	7
Les oxydes d'azote (NO _x)	7
Les poussières en suspension (PS).....	7
L'ozone (O ₃)	7
Le monoxyde de carbone (CO).....	8
Les Composés Organiques Volatils	8
Les métaux lourds	Erreur ! Signet non défini.
Repères réglementaires	9
Recommandations de l'OMS	9
Valeurs réglementaires en air ambiant	10
Résultats de mesures	12
Contexte météorologique	12
Exploitation des résultats.....	13
Estimation des moyennes annuelles et comparaison avec les sorties modèle	24
Conclusion	27
Annexes	28

Contexte et objectifs de l'étude

La ville de Lille mène, avec la Communauté Urbaine Lille-Métropole et dans le cadre de sa politique en faveur des déplacements, des actions visant notamment à accroître l'efficacité des transports publics et à développer des modes de transport alternatifs, afin de réduire la pollution atmosphérique liée au trafic automobile.

C'est dans ce cadre que des travaux ont été réalisés entre 2003 et 2006 le long du Boulevard de la Liberté à Lille, dans le but d'un passage progressif de 4 voies à sens unique à :

- deux voies centrales à sens unique pour la circulation automobile,
- une voie réservée aux bus – vélos – taxis dans le même sens de circulation,
- une voie réservée aux bus – vélos – taxis en contresens.

La ville de Lille a demandé fin 2006 au bureau d'études Targeting une étude visant à estimer l'impact sur la qualité de l'air de ces modifications en comparant la situation avant le début des travaux en 2003 et la situation actuelle, après stabilisation du trafic. Cette étude a mis en œuvre le modèle de rue « STREET 5.2 » afin d'estimer des concentrations moyennes annuelles en monoxyde de carbone, benzène, PM10 et dioxyde d'azote sur une série de points de référence le long du boulevard.

Afin de valider les résultats de cette étude, la ville de Lille a sollicité Atmo-Nord-Pas-de-Calais pour la réalisation d'une campagne de mesure dans le boulevard de la Liberté. C'est pourquoi une station mobile a été installée, entre le 19 septembre et le 9 octobre 2007 boulevard de la Liberté à Lille.

Organisation stratégique de l'étude

Situation géographique

La station mobile a été installée entre le 19 septembre et le 9 octobre 2007 face au n° 66 boulevard de la Liberté. Le choix de site a été dicté par plusieurs contraintes :

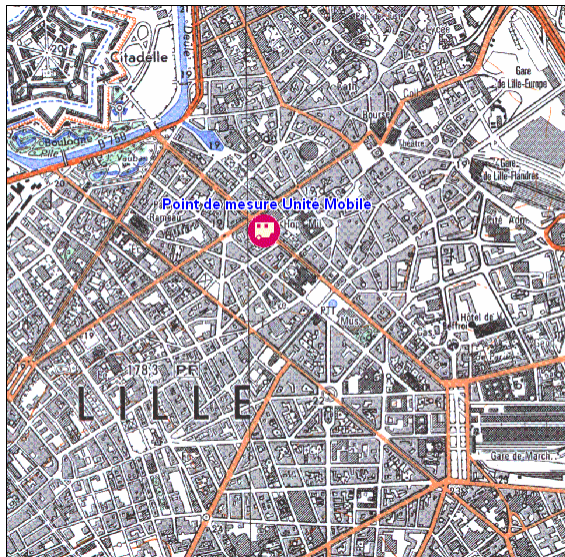
- la nécessité de réaliser des mesures en situation de proximité automobile afin de quantifier l'impact maximal du trafic sur la qualité de l'air
- la nécessité d'une situation représentative du boulevard dans son ensemble, notamment de par la densité du trafic, le type de rue « en canyon », et la présence éventuelle de files aux heures de pointes
- une correspondance avec le découpage du boulevard dans l'étude de Targeting.

Le choix du site a ainsi été fait afin de respecter l'ensemble des critères d'implantation « ADEME »¹ pour un site de proximité automobile.

L'unité mobile a donc été installée en bordure directe des voies de circulation sur des places de stationnement (la distance avec la première voie de circulation est inférieure à 5 mètres). La distance avec le carrefour le plus proche est supérieure ou égale à 25 m. (rue Nationale).

A cet endroit le rapport entre la hauteur H des bâtiments et la largeur D de la voie est supérieur à 0,7 ce qui correspond à un type de rue en canyon avec risque d'accumulation de pollution (la hauteur du bâtiment au n°66-68 est équivalente à 7 étages, soit 20 mètres environ). Le positionnement côté pair ou Ouest du boulevard place la station mobile dans la zone d'accumulation des polluants sous les conditions de vent les plus fréquentes.

Le site choisi est localisé entre les croisements avec le rue de Puebla et la rue Nationale, tronçon qui correspondrait à la voie rue Jean sans Peur – rue Nationale dans l'étude Targeting.



Copyright ©IGN 2003 – Reproduction interdite



¹ « Classification et critères d'implantation des stations de surveillance de la qualité de l'air », ADEME, juin 2002.

Emissions connues

La connaissance des émissions potentielles de polluants sur le secteur d'étude constitue une première évaluation de la qualité de l'air. La répartition géographique et par type d'activité des émissions peut être estimée au niveau de la commune étudiée grâce à l'inventaire régional des émissions de polluants. Dans les tableaux suivants, la répartition des rejets par type d'activité est basée sur les catégories SECTEN².

On prendra ainsi en compte les émissions selon trois origines différentes :

Emissions du trafic routier

Ce secteur comprend les rejets des transports routiers terrestres, tous véhicules confondus. Une part importante des rejets de NOx provient de ce secteur.

Emissions du secteur des transports routiers en kg par an

COMMUNE	CO	SO ₂	NOx	COV	PS	Pb	Zn	Cd
Lille	1298284	20793	709492	397662	51268	31	0.0	0.4

Emissions industrielles

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

Les activités industrielles sont le principal secteur dans l'estimation des rejets de SO₂, NOx, COV et métaux lourds sur la commune de Lille.

Emissions du secteur industriel en kg par an

COMMUNE	CO	SO ₂	NOx	COV	PS	Pb	Zn	Cd
Lille	2654645	1070104	783510	1519025	173894	684	7792	134

Emissions domestiques

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

Les émissions domestiques sont le premier secteur pour les rejets de CO et particules en suspension.

Emissions du secteur résidentiel et tertiaire en kg par an

COMMUNE	CO	SO ₂	NOx	COV	PS	Pb	Zn	Cd
Lille	10185630	276285	312038	1308911	575261	139	560	15

² Secteurs Economiques et Energie, format de restitution des inventaires d'émissions utilisé notamment par le CITEPA, comprenant 7 catégories.

Technique utilisée

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



Les 3 stations mobiles sont constituées d'un véhicule tracteur et d'une remorque, ou bien d'un véhicule type fourgonnette. Elles sont équipées d'analyseurs de différents polluants et de capteurs spécifiques aux paramètres météorologiques. Ces stations sont les mêmes que les autres stations du réseau, à cette différence près qu'elles sont, comme leur nom l'indique, adaptées au déplacement.

Polluants mesurés par les stations mobiles :

PM10 : Poussières en suspension

O₃ : ozone

NO₂ : dioxyde d'azote

NO : monoxyde d'azote

CO : monoxyde de carbone

SO₂ : dioxyde de soufre

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

Métaux : Nickel, Cadmium, Arsenic et Plomb

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

Paramètres météorologiques relevés par les stations mobiles :

humidité relative

température ambiante

vitesse et direction des vents

pression atmosphérique

Polluants surveillés

Le dioxyde de soufre (SO₂)

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

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

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

Les oxydes d'azote (NO_x)

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

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

Les poussières en suspension (PS)

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

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

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

L'ozone (O₃)

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

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

Le monoxyde de carbone (CO)

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

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

Les Composés Organiques Volatils

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 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 cancérogènes (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).

Repères réglementaires

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

Recommandations de l'OMS

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

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

Seuils	Sur 1h	Sur 8h	Sur 24h	Sur la semaine	Sur l'année
Poussières PM 2,5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	-	25	-	10
Poussières PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	-	50	-	20
Dioxyde de soufre SO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	500 (pour 10 minutes)	-	20	-	50
Dioxyde d'azote NO_2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	200	-	-	-	40
Ozone O_3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	100	-	-	-
Monoxyde de carbone CO (mg/m^3)	30	10	-	-	-
Plomb Pb (ng/m^3)	-	-	-	-	500
Manganèse Mn (ng/m^3)	-	-	-	-	150
Cadmium Cd (ng/m^3)	-	-	-	-	5
Toluène (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)	46 µg/m ³ (valeur limite) 40 µg/m ³ (objectif de qualité)	-	200 µg/m ³ (- de 175 heures/an ou Percentile 98) 230 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
ozone (O ₃)		65 µg/m ³ (protection de la végétation)	200 µg/m ³ (protection de la végétation)	110 µg/m ³ Sur 8 heures (objectif de qualité)

Polluant	Normes Valeurs limites et objectifs de qualité			
	Moyenne annuelle	Moyenne journalière	Moyenne horaire	
composés organiques volatils (benzène,...)	pour le benzène : 9 µg/m 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.

Les mesures de la température, de la pression atmosphériques et le l'humidité relative ont été effectuées sur la station mobile. Les mesures du vent proviennent du site de mesure météo de Tourcoing : on ne pouvait en effet pas considérer les mesures effectuées dans la rue comme représentatives des conditions synoptiques.

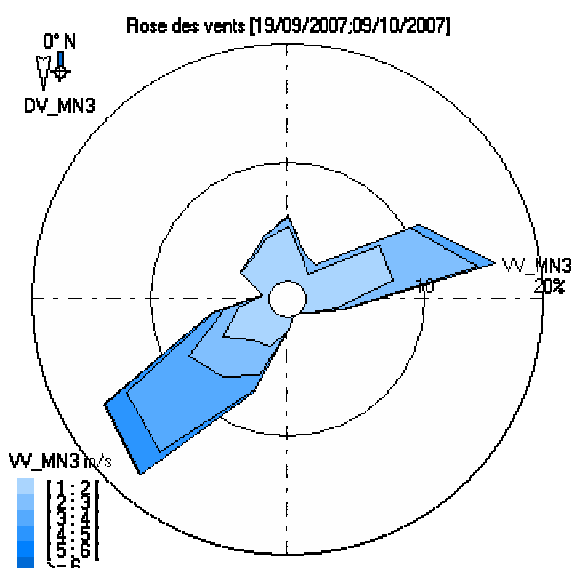
Toutes les données détaillées utilisées pour l'interprétation des données de la campagne sont déclinées en annexes.

Température °C	Moyenne :	15.2
	Minimum :	9.2
	Maximum :	23.3
Pression atmosphérique hPa	Moyenne :	1017
Vent m/s	Vitesse moyenne :	1.7
	Minimum :	0
	Maximum :	4.7
Humidité relative %	Moyenne :	84.3

Au cours de la période de mesure, le temps a été assez variable, souvent nuageux et parfois pluvieux, entrecoupé de courtes périodes de beau temps. Les conditions de pression atmosphériques ont été globalement anticycloniques, mise à part une période entre le 23/9 et le 30/9 avec le passage d'une dépression.

Les températures sont restées douces en moyenne, avec des maximales supérieures à 20°C en début de période (du 21 au 23/9), devenant plus faibles et assez variables d'un jour à l'autre par la suite (de l'ordre de 15 à 20 °C). Du côté des minimales, la température n'est descendue qu'à une occasion sous les 10°C.

Le vent a soufflé alternativement des directions dominantes Ouest – Sud-Ouest et Est – Nord-Est, de vitesse modérée à faible. Un affaiblissement des vitesses a lieu après le 1^{er} octobre.



Cette période de mesure est donc caractérisée par des conditions automnales moyennes, assez favorables à la dispersion des polluants.

Exploitation des résultats

La campagne de mesures s'est déroulée du 19/09/07 au 09/10/07. Pour tous les résultats de mesures, les heures sont exprimées en heures TU. Les prélèvements BTEX par tubes passifs ont été réalisés du 25/09 au 2/10 et du 2/10 au 9/10.

Polluant	Taux de fonctionnement en %	Concentration moyenne pendant la campagne	Valeur horaire maximale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valeur journalière maximale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
SO ₂	93.4	1.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	12	4
Ps	65.6	NR	105	65
NO ₂	96.5	56 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	153	86
NO	96.5	49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	249	96
O ₃	94.6	15.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	79	33
CO	91	0.6 mg/m ³	1.99 mg/m ³	0.97 mg/m ³
Benzène		3.1		
Toluène		13.1		
(m+p)-xylènes		2		
o-xylène		7.3		
Ethylbenzène		2.7		

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

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

Les données de la station mobile Lille Liberté sont comparées aux stations de mesures fixes les plus proches et/ou mesurant les mêmes paramètres, sur des typologies variées.

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

- Lille Pasteur, de proximité automobile, pour les NOx, le CO ;
- Lille Faidherbe, de type urbaine, pour les NOx , les PM10 ;
- Lille Fives, de type urbaine, pour le SO₂, les NOx, les PM10.

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

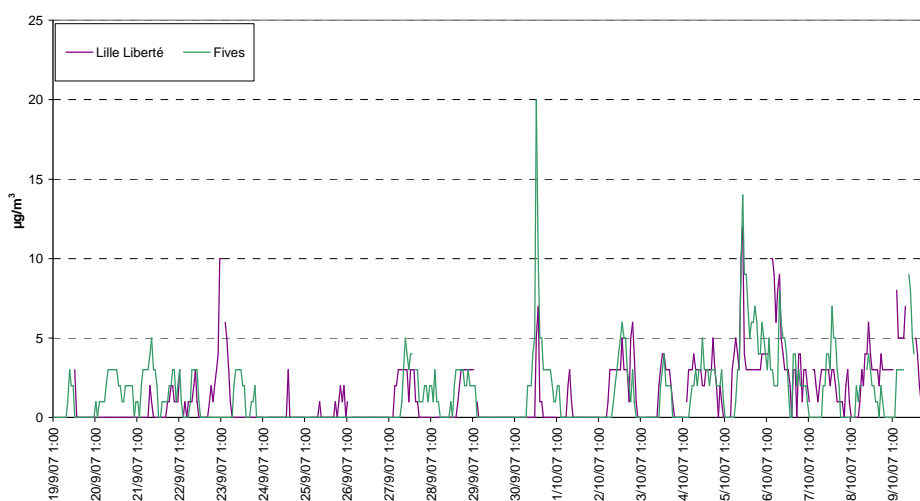
Le dioxyde de soufre (SO₂)

- Moyennes durant la campagne de mesures

Site	Concentration moyenne (µg/m ³)	Valeur horaire maximale (µg/m ³)	Valeur journalière maximale (µg/m ³)
Lille Liberté	1.4	12	4
Fives	1.4	20	5

- Evolution des moyennes horaires

Dioxyde de soufre



Les concentrations en dioxyde de soufre moyennes et maximales sont faibles. Le SO₂ étant principalement le traceur de l'activité industrielle, on ne peut mettre en évidence aucune influence d'une source fixe, tant sur le site unité mobile que sur le site de comparaison Fives. Aucun dépassement de seuil n'est à signaler.

Les oxydes d'azote (NO_x)

- Moyennes durant la campagne de mesures

Monoxyde d'azote (NO)

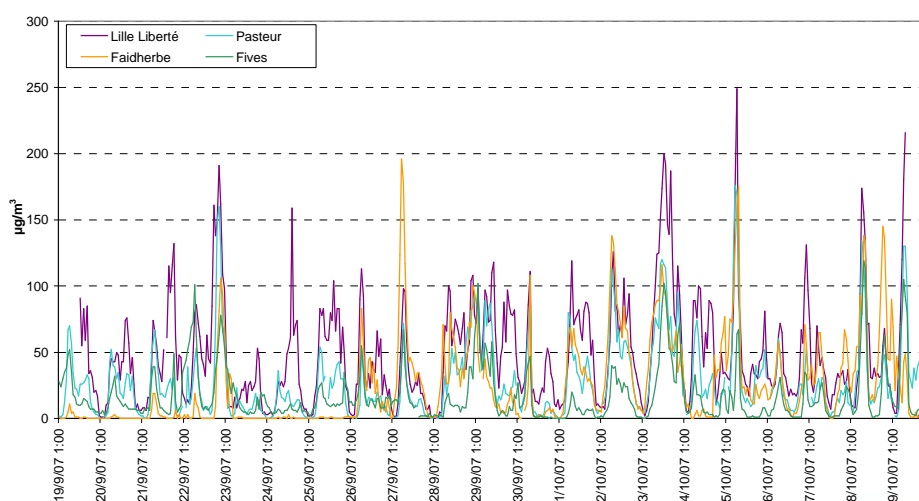
Site	Concentration moyenne (µg/m ³)	Valeur horaire maximale (µg/m ³)
Lille Liberté	49	249
Pasteur	29	176
Faidherbe	26	196
Fives	17	119

Dioxyde d'azote (NO₂)

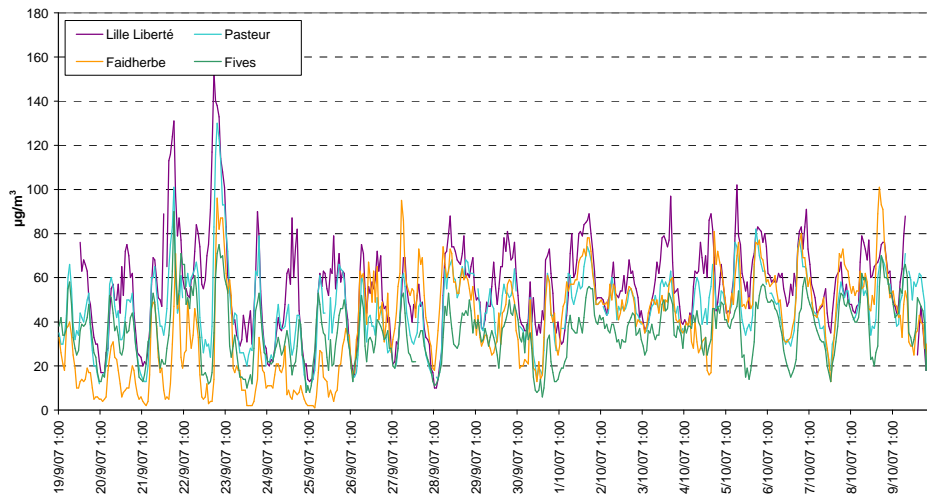
Site	Concentration moyenne (µg/m ³)	Valeur horaire maximale (µg/m ³)
Lille Liberté	56	153
Pasteur	46	130
Faidherbe	39	101
Fives	35	90

- Evolution des moyennes horaires

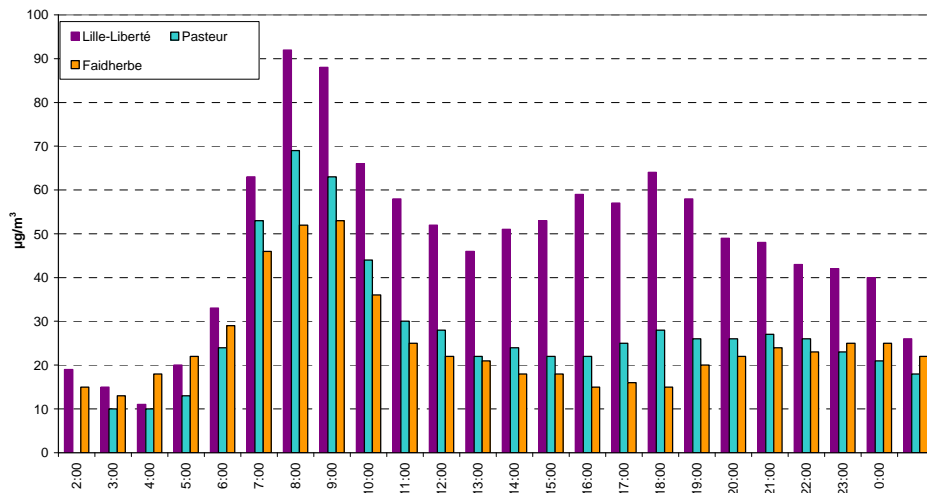
Monoxyde d'azote



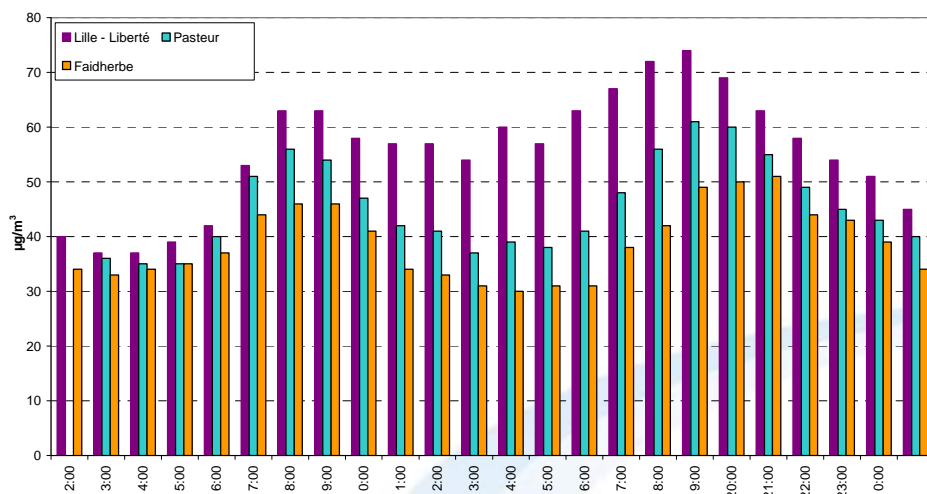
Dioxyde d'azote



Monoxyde d'azote - profil journalier



Dioxyde d'azote - profil journalier



Les concentrations moyennes et maximales en NO et NO₂ mesurées sur le site unité mobile sont plus fortes que sur le site Pasteur de même typologie. Dans l'évolution des concentrations horaires, le site Lille Liberté donne en général des concentrations supérieures.

En comparaison avec le site Pasteur, on constate que la densité supérieure du trafic et le type de rue en canyon influencent les concentrations.

Les profils journaliers des concentrations horaires en oxydes d'azote sont caractéristiques des sites de proximité automobile :

- le maximum pour le NO au moment de l'heure de pointe du trafic du matin, où les conditions de dispersion (températures plus fraîches, risque d'inversion de température) favorisent l'accumulation de ce polluant ;
- le maximum pour le NO₂ correspond à l'heure de pointe du soir.

L'écart des concentrations sur les profils avec Pasteur et Faidherbe est très net, et montre encore l'influence plus forte du trafic sur le site unité mobile.

La valeur moyenne en NO₂ mesurée sur Lille Liberté montre qu'il existe un risque de dépassement de la valeur limite en moyenne annuelle (46 µg/m³) et a fortiori de l'objectif de qualité (40 µg/m³). Bien qu'aucun n'ait été observé pendant les trois semaines de campagne, des dépassements du seuil horaire d'information (200 µg/m³) sont prévisibles sur ce site.

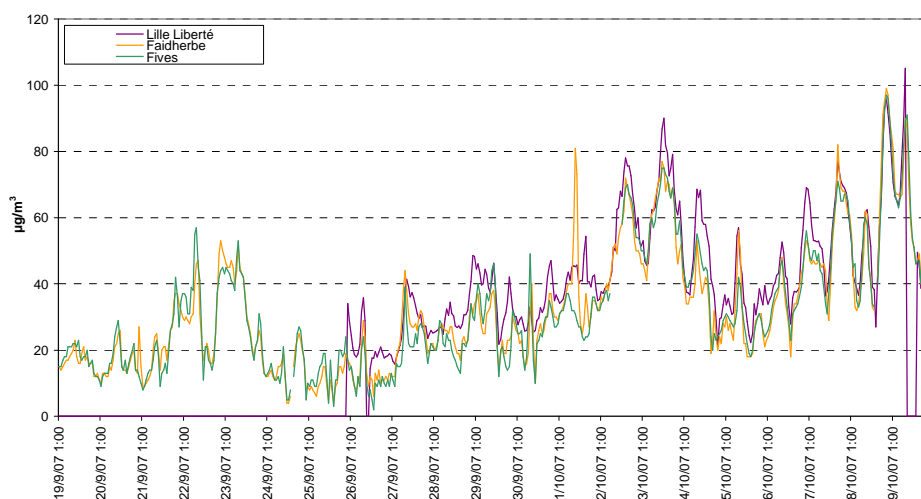
Les poussières en suspension (Ps)

- 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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Lille Liberté	NR	105	65
Faidherbe	32	99	60
Fives	31	97	61

- Evolution des moyennes horaires

Poussières en suspension



La concentration moyenne en PM10 n'a pas été calculée pour le site unité mobile en raison d'un taux de fonctionnement sur la campagne inférieur à 75 %.

Néanmoins on constate une évolution des concentrations assez similaire à celle des sites urbains Faidherbe et Fives. Les valeurs maximales sont légèrement plus élevées sur la station mobile.

L'influence de la proximité automobile semble assez peu influencer les concentrations en PM10 sur le site unité mobile, il est par contre soumis à une pollution généralisée sur l'agglomération.

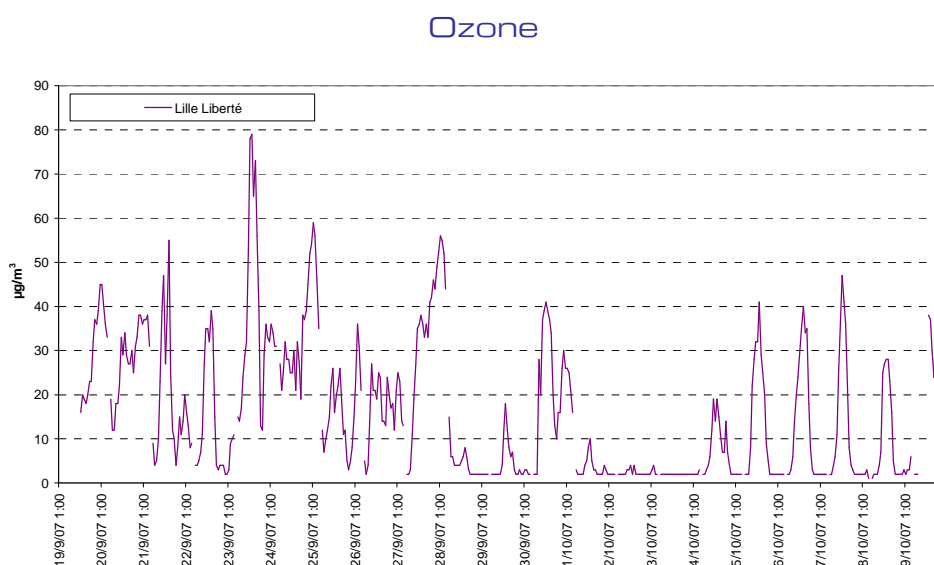
On note plusieurs dépassements de la valeur de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne journalière (le seuil est de 35 jours de dépassements autorisés par année civile).

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)
Lille Liberté	16	79	59

- Evolution des moyennes horaires



Les valeurs maximales et moyennes sont faibles pour l'ozone sur le site Lille Liberté. Cette tendance est normale sur un site de proximité automobile où les concentrations élevées en NO_x impliquent la destruction de l'ozone dans le processus de réactions photochimiques. Aucun dépassement des valeurs de référence n'est à signaler pendant cette période de mesure.

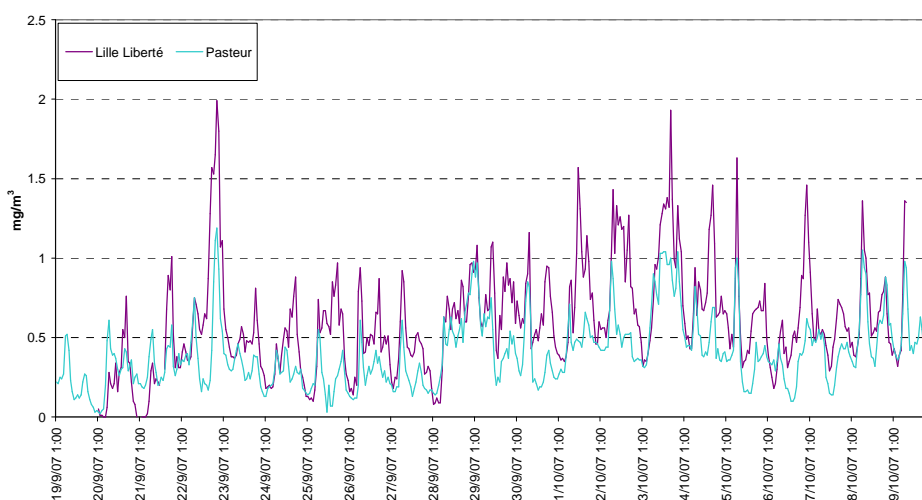
Le monoxyde de carbone (CO)

- Moyennes durant la campagne de mesures

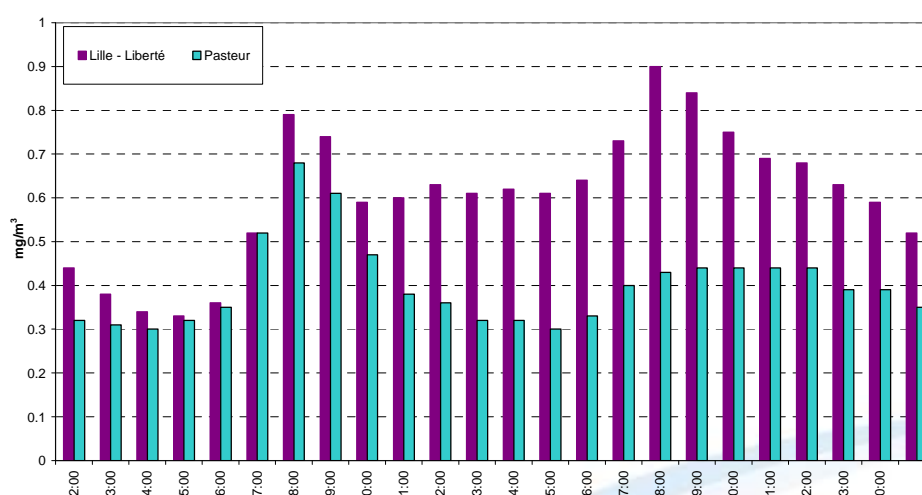
Site	Concentration moyenne (mg/m ³)	Valeur horaire maximale (mg/m ³)	Moyenne sur 8 heures glissantes maximales (mg/m ³)
Lille Liberté	0.6	1.99	1.5
Pasteur	0.4	1.19	0.99

- Evolution des moyennes horaires

Monoxyde de carbone



Monoxyde de carbone - profil journalier



Le CO est un autre polluant traceur des émissions du trafic automobile. Comme pour les NO_x, ses concentrations sur Lille Liberté sont plus élevées que sur le site de proximité automobile de Pasteur.

Les profils journaliers mettent bien en évidence l'influence du trafic automobile, avec un maximum situé au moment de l'heure de pointe du soir. On remarque aussi que le bruit de fond sur le site unité mobile est plus élevé en journée et en soirée que sur le site Pasteur.

Les BTEX

- Moyennes durant la campagne de mesures

Polluant	Du 25/09 au 2/10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Du 2/10 au 9/10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Concentration moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Benzène	3.4	2.7	3.1
Toluène	15.7	10.5	13.1
Ethylbenzène	2.5	1.6	2.0
Meta + para xylène	8.7	5.8	7.3
Orthoxylène	3.2	2.1	2.7

Des échantillonneurs passifs BTEX ont été placés sur la station mobile au cours de la campagne pendant deux semaines consécutives afin d'évaluer les concentrations de ces polluants. Cette méthode de mesure permet d'obtenir une moyenne sur la durée d'exposition de l'échantillonneur, mais ne donne aucune information sur la variation des concentrations pendant cette période.

Le ratio moyen toluène / benzène de 4,2 est caractéristique des atmosphères urbaines et montre l'influence du trafic automobile.

La valeur moyenne obtenue pour le benzène montre qu'il existe un risque de dépassement de l'objectif de qualité de $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle sur ce site.

Estimation des moyennes annuelles et comparaison avec les sorties modèle

Le modèle STREET renvoie des estimations de concentrations moyennes annuelles au niveau des tronçons routiers paramétrés. Dans le cas de cette étude, la comparaison du site station mobile du boulevard de la Liberté peut se faire avec le tronçon de voirie N°16 rue Jean Sans Peur – rue Nationale 2 voies de l'étude STREET, afin de positionner la modélisation par rapport à des mesures réelles.

La campagne par station mobile couvre 3 semaines, ce qui est très insuffisant pour calculer une moyenne annuelle : les directives européennes stipulent une couverture de 75 % de mesure valides dans l'année pour pouvoir calculer cette moyenne.

Il a donc été choisi d'estimer des moyennes annuelles à partir des concentrations moyennes horaires obtenues à l'issue de la campagne par station mobile, en cherchant à établir la relation entre ces valeurs et celles obtenues sur d'autres sites de mesures fixes. Cette méthode ne permet pas de prendre en compte les résultats BTEX établis à l'aide d'échantillonneurs passifs sur une semaine d'exposition. Aucune comparaison ne sera donc faite pour ces polluants.

En terme statistique, le coefficient de corrélation (R) a donc été calculé entre les valeurs horaires de l'unité mobile et les valeurs horaires de sites fixes proches ou de même type.

Coefficients de corrélation R entre les mesures en moyennes horaires :

		Pasteur	Faidherbe	Fives
Lille Liberté	NO ₂	0.82	0.44	0.62
	NO	0.50	0.50	0.64
	CO	0.73		
	PM10		0.93	0.95

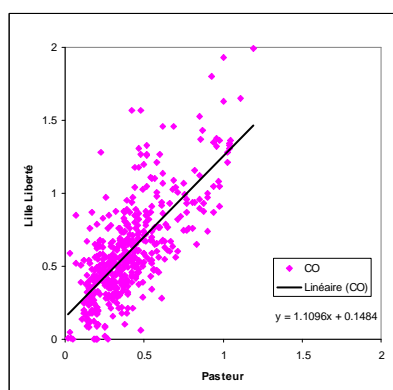
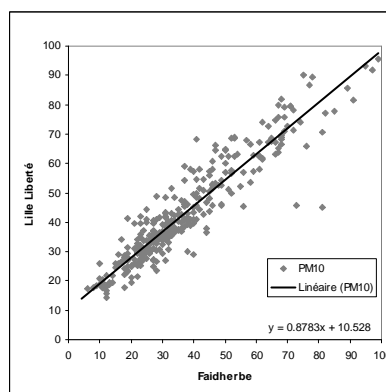
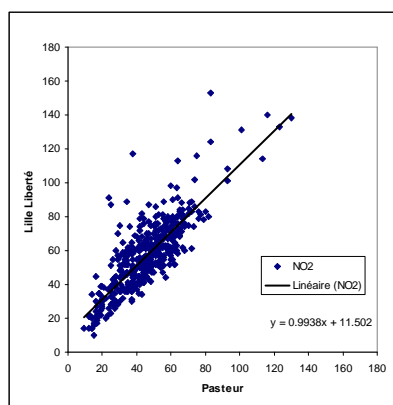
On obtient ainsi une corrélation assez bonne pour le NO₂, le CO et les PM10 (plus proche de 1), mais insatisfaisante pour le NO (plus proche de 0). La relation assez est linéaire entre les 2 séries de données pour le NO₂ et les PM10, un peu plus dispersée pour le CO (Cf. nuages de points). Le site de proximité automobile de Lille Pasteur peut être utilisé pour estimer la moyenne annuelle en NO₂, et CO, et le site urbain de Faidherbe pour la moyenne en PM10 ; aucune estimation n'est faite pour le NO compte tenu du faible taux de corrélation.

Ensuite une droite de régression est établie entre les séries de données (station mobile et site fixe) par la méthode d'ajustement par les moindres carrés, afin d'obtenir une équation de type

$$y = ax + b$$

où y équivaut à la concentration sur la station mobile dérivée de la concentration à la station fixe de référence.

Nuages de points et droites de régression mesures station mobile / mesures station fixe :



Dès lors on peut estimer une moyenne annuelle pour 2006 sur le site station mobile en fonction de la concentration moyenne 2006 établie sur les sites fixes de référence.

Estimations des concentrations moyennes annuelles 2006 :

	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	CO (mg/m^3)	NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Moyenne annuelle 2006 Pasteur		0.36	42
Moyenne annuelle 2006 Faidherbe	22		
Estimation moyenne annuelle 2006 station mobile	30	0.55	53
Moyenne annuelle modèle STREET	26	0.59	41
Ecart relatif %	-13%	7%	-23%

En comparant les valeurs issues du logiciel STREET avec celles estimées on constate un écart faible pour les particules et le CO – respectivement -13 et 7 %, mais un peu plus élevé pour le NO₂ (-23 %). La tendance est à la sous estimation des concentrations par le logiciel pour les PM10 et le NO₂. On notera que la concentration moyenne annuelle estimée sur le site de mesure station mobile dépasse la valeur limite en moyenne annuelle pour le NO₂.

Il est donc probable que le logiciel STREET ait dans le cas présent sous estimé les concentrations moyennes annuelles en NO₂.

A titre indicatif, on peut comparer ces valeurs (modélisées ou estimées) avec l'évolution des moyennes annuelles sur l'ancien site fixe d'Atmo-Nord-Pas-de-Calais localisé au 5 boulevard de la liberté (côté boulevard Vauban), et arrêté pour cause de déménagement du service courant 2006. On constate que, hormis en 2003, les valeurs mesurées sur ce site sont du même ordre de grandeur que les valeurs modélisées (entre 41 et 47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle, Cf. tableau ci-dessous). Cependant ce site de mesure est différent de celui utilisé au

cours de la campagne, notamment de par les conditions de dispersion – l'extrémité nord du boulevard de la Liberté donne sur un espace relativement ouvert comparé à l'environnement du site station mobile.

Dans l'absolu le site de la station mobile donne probablement des concentrations en NO₂ plus élevées.

Evolution des moyennes annuelles sur l'ancien site fixe Lille Liberté :

	2001	2002	2003	2004	2005
NO ₂ (µg/m ³)	41	47	59	47	46
CO (mg /m ³)	0.82	0.78	0.9	0.63	0.6

Il résulte de ces comparaisons que l'on peut valider les résultats de l'étude STREET en termes d'évolution positive ou négative des concentrations entre les 2 scénarios de circulation.

Mais le « calage » du modèle par rapport aux concentrations réelles, et par conséquent la détermination de son exactitude, sont beaucoup plus hasardeux de par la contrainte de durée limitée de la campagne de mesure par station mobile. Une durée de campagne plus élevée et surtout la répétition de la campagne dans une année aurait permis d'utiliser des outils statistiques de reconstitution de données plus fiables.

Cette comparaison entre concentrations modélisées et concentrations estimées demeure entachée d'une forte incertitude. En termes de surveillance et selon les règles établies au niveau européen, elle rentre dans la catégorie des estimations objectives.

Conclusion

Cette campagne de mesure a été réalisée à la demande de la mairie de Lille pour valider une étude réalisée à l'aide du logiciel STREET, et visant à estimer l'impact sur la qualité de l'air du passage à deux voies de circulation avec couloirs pour bus, vélos et taxis dans le boulevard de la Liberté à Lille.

Cette campagne a été réalisée sur un site de proximité automobile, face au 66 boulevard de la Liberté, entre le 19/09/07 et le 9/10/07.

Les conditions météorologiques ont été principalement marquées par un temps variable, une situation de type automnale moyenne, offrant des conditions de dispersion des polluants assez favorables.

Sur le site de mesure station mobile, les concentrations en SO₂ et ozone sont restées faibles. Par contre les concentrations en NO_x sont assez élevées, et très fortement influencées par le trafic automobile. Les concentrations en CO et benzène sont restées modérées mais elles sont également influencées par la situation de proximité automobile. Les valeurs en NO_x et CO sont supérieures aux mesures d'autres sites de mesure fixes proches et/ou de type identique (Pasteur, Faidherbe, Fives).

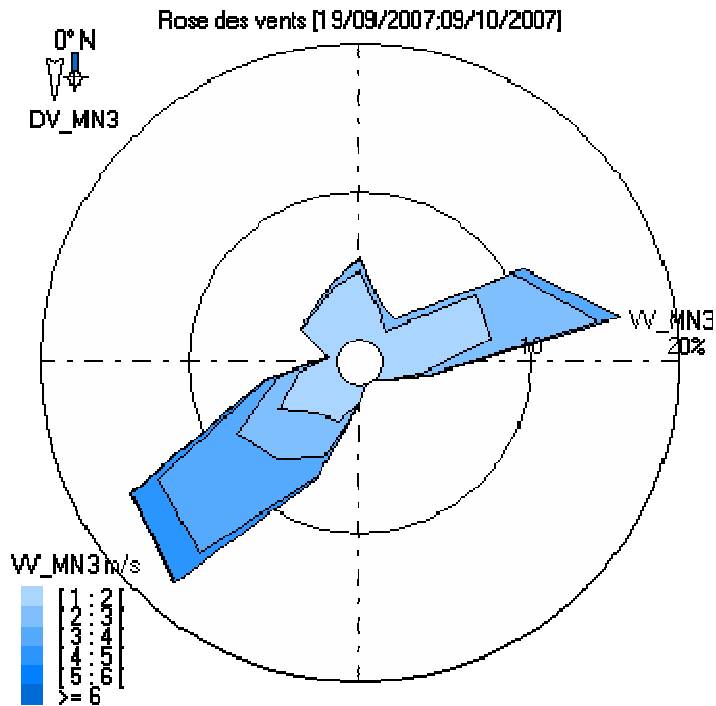
Les mesures montrent qu'il existe un risque de dépassement de la valeur limite en moyenne annuelle pour le NO₂ et un risque de dépassement de l'objectif de qualité en moyenne annuelle pour le benzène.

Une estimation des moyennes annuelles à partir des 3 semaines de mesure sur la station mobile a été réalisée afin de comparer les résultats de modèle STREET aux mesures réelles. Ainsi les résultats sont proches pour le CO et les PM₁₀ – avec un écart inférieur à 15%, mais plus contrastés pour le NO₂ avec un résultat modèle inférieur de 23% à la moyenne annuelle estimée à partir des données de la campagne par station mobile.

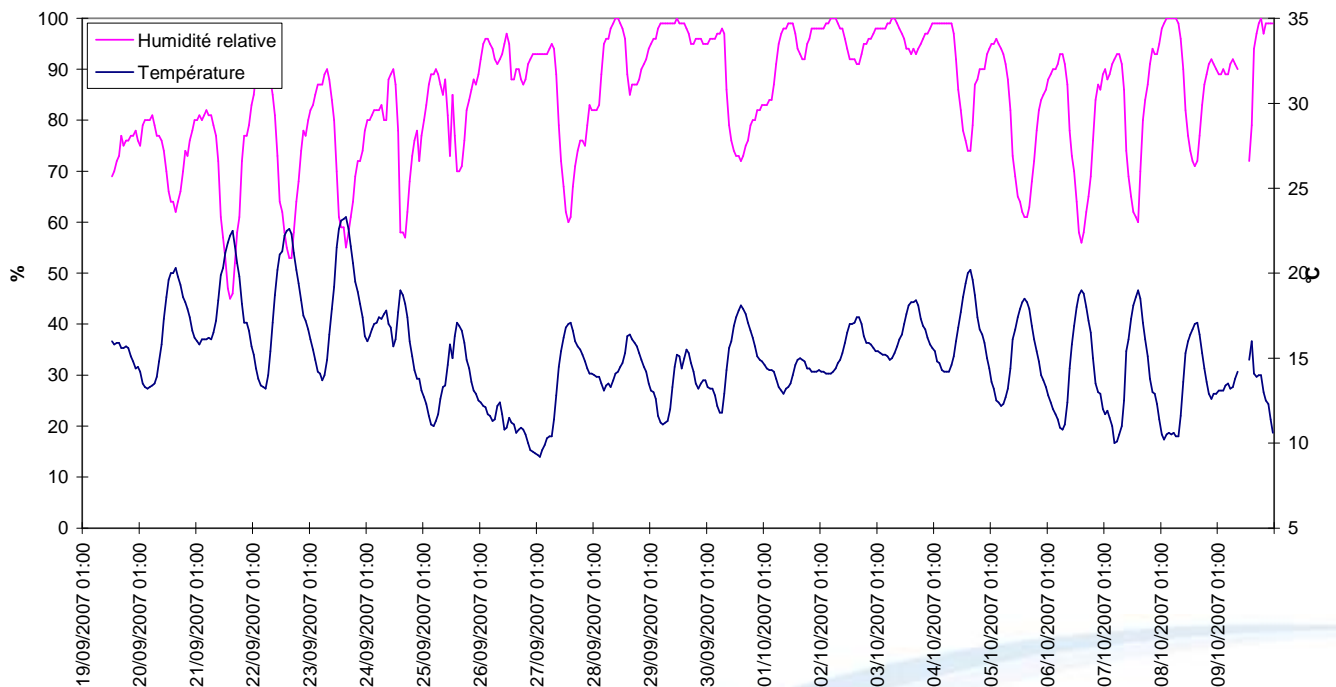
Cette campagne permet de valider les résultats du modèle STREET en termes d'évolution des concentrations entre les deux scénarios de l'étude – 4 voies et 2 voies. Par contre l'incertitude inhérente à l'estimation des moyennes annuelles est trop élevée pour déterminer l'exactitude des résultats du modèle STREET, notamment en raison d'un nombre de jours de mesures limité.

Annexes

Météorologie

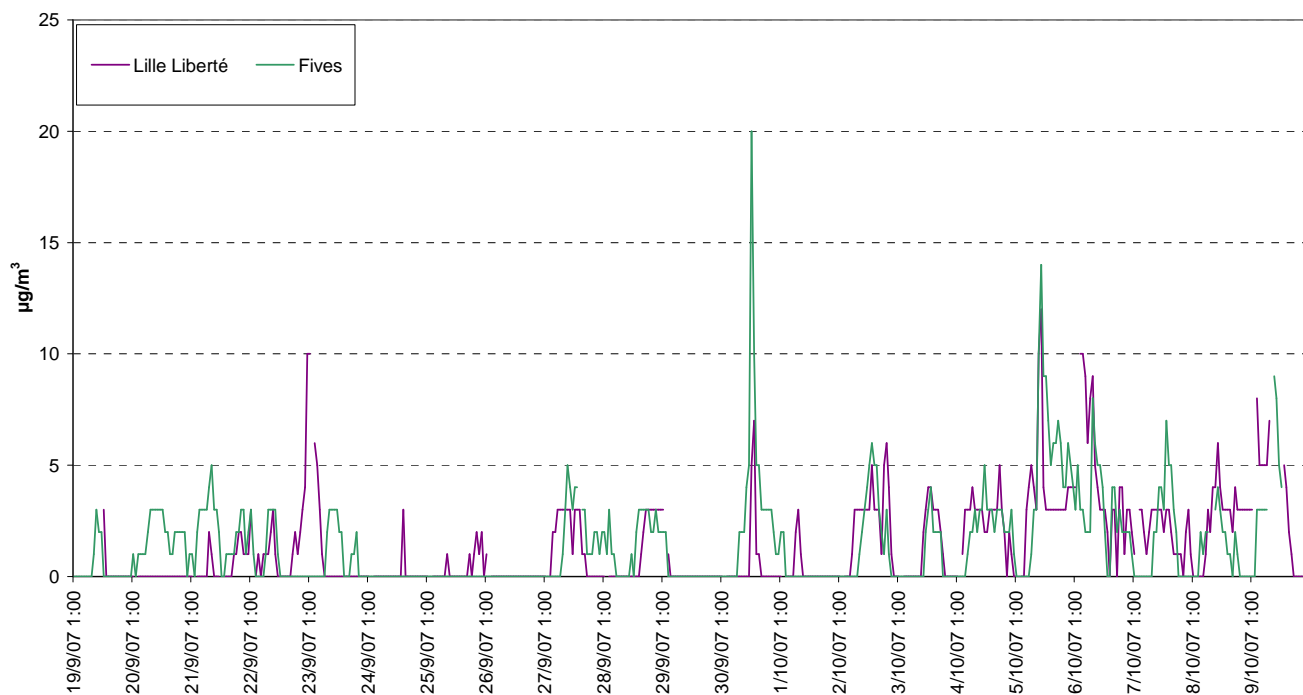


Température - Humidité relative

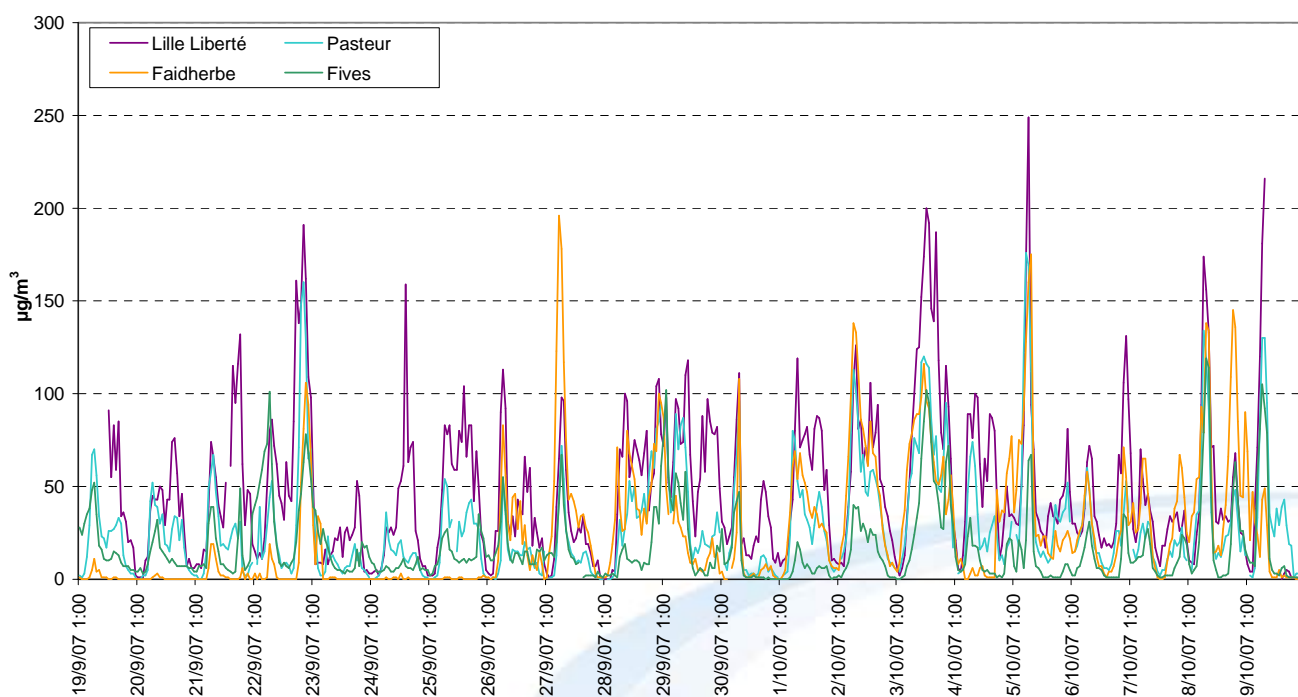


Courbes des polluants

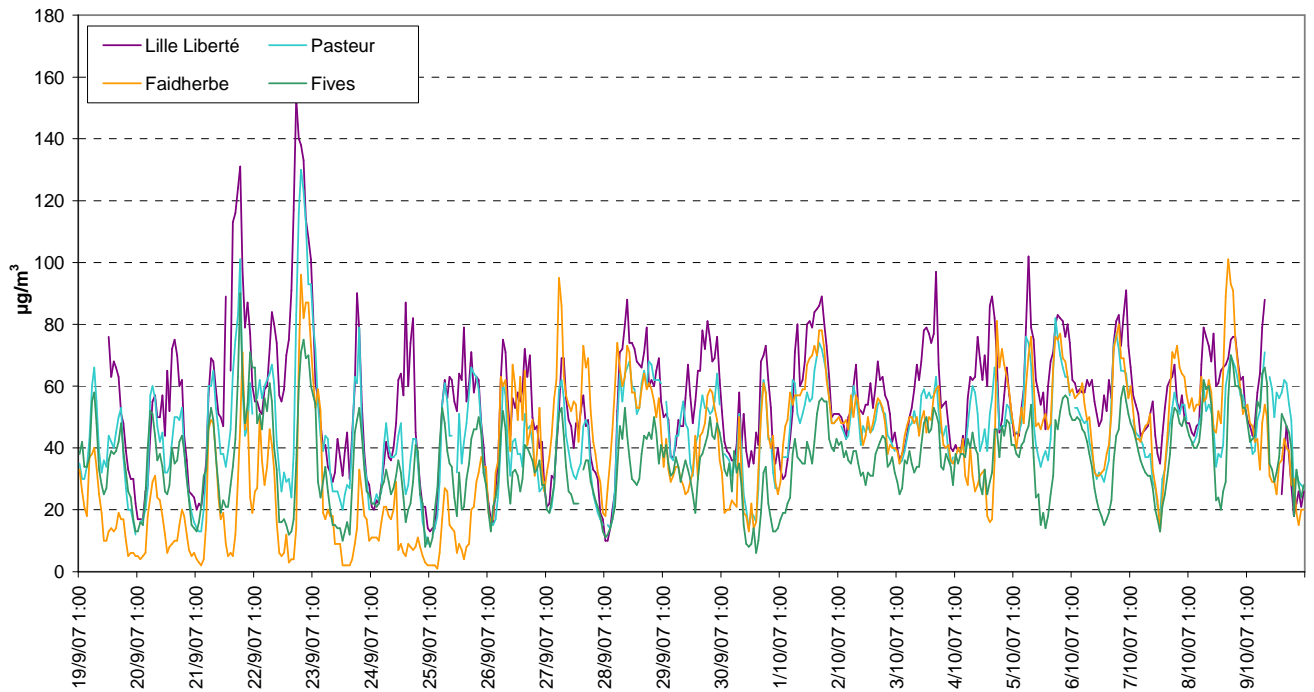
Dioxyde de soufre



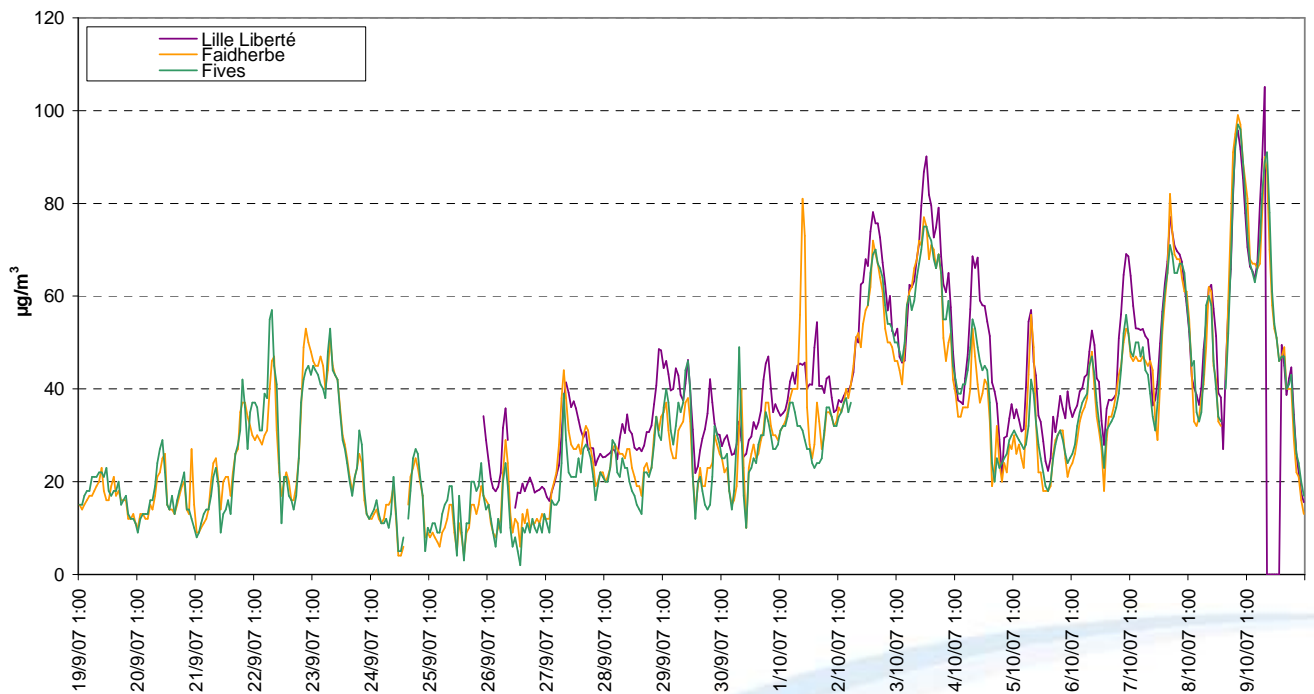
Monoxyde d'azote



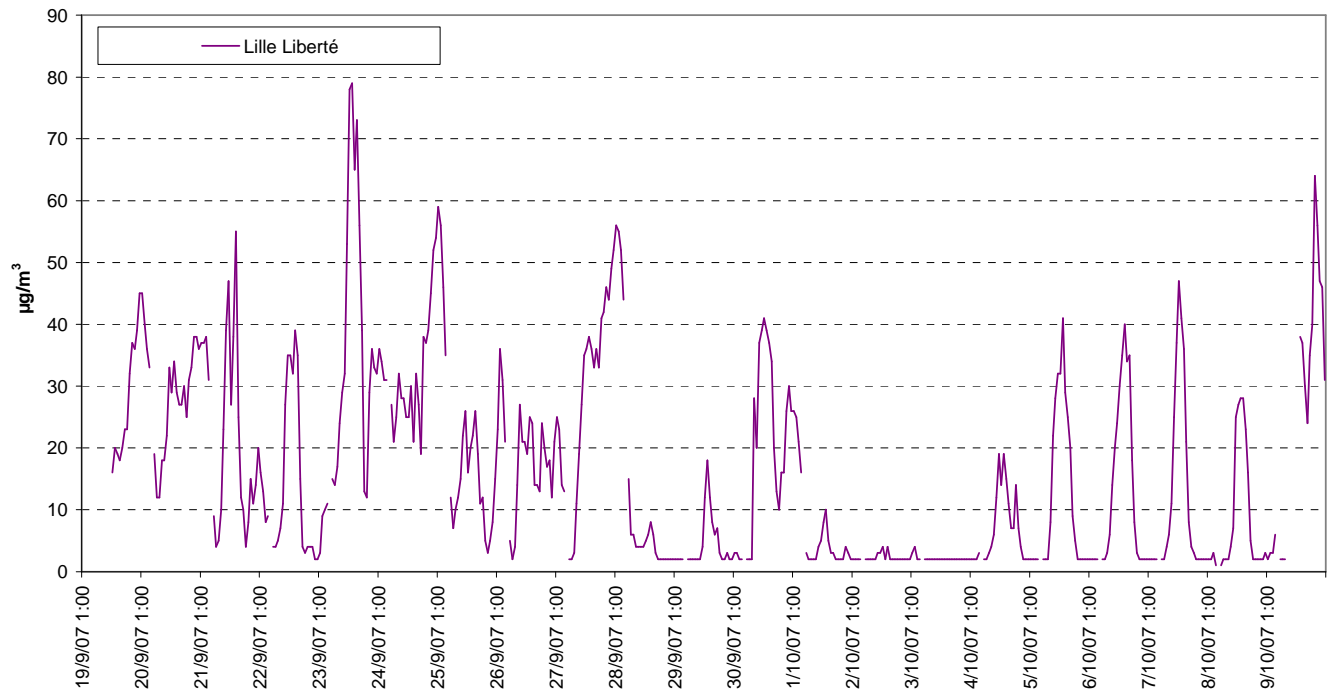
Dioxyde d'azote



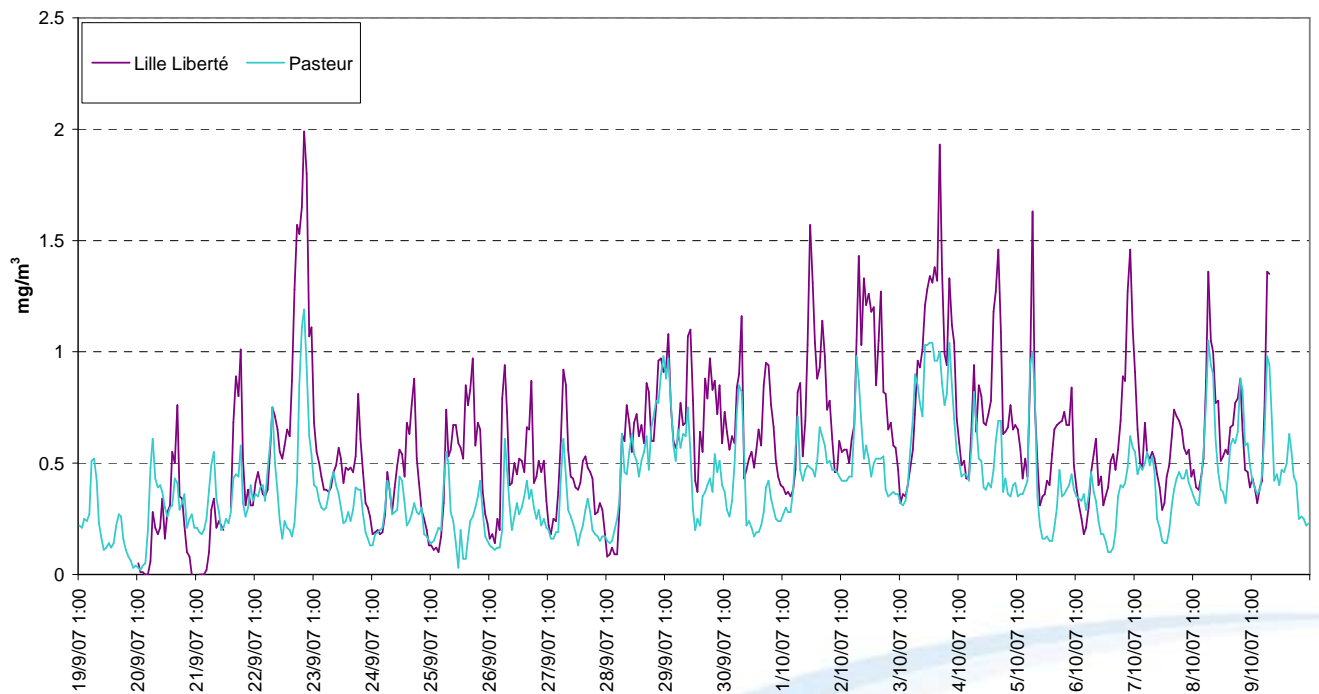
Poussières en suspension



Ozone



Monoxyde de carbone



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