

Campagne de mesures de la qualité de l'air



**Etude réalisée à l'intérieur et aux abords des
gares de Lille du 15/11/2005 au 15/01/2006**



SNCF


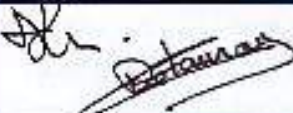

Atmo
Nord - Pas de Calais
Surveillance de la qualité de l'air

Campagne d'évaluation de la qualité de l'air à l'intérieur et aux abords des gares de Lille Flandres et Lille Europe du 15/11/2005 au 15/01/2006

Rapport d'étude N°03-2006-IC

94 pages (hors couvertures)

Paru le : Mai 2006

	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
Nom	Isabelle Coquelle	Hakim Cherigui Tiphaine Delaunay	Caroline Douget
Fonction	Ingénieur d'Etudes	Ingénieur d'Etudes	Directrice du Services Etudes
Visa			

Sommaire

Sommaire	2
Avant - propos	3
Contexte et objectifs de l'étude	4
Organisation stratégique de l'étude	5
Descriptif des gares	5
Emissions connues	6
Polluants surveillés	9
Techniques utilisées	12
Localisation des points de mesure	13
Choix des périodes de mesure	15
Repères réglementaires	16
Recommandations de l'OMS	16
Valeurs réglementaires en air ambiant	17
Valeurs réglementaires en atmosphère de travail	18
Valeurs guides dans les enceintes ferroviaires souterraines	19
Résultats de mesures	20
Contexte météorologique	20
Exploitation des résultats	21
Conclusion	55
Annexes	57
Plans des gares	58
Les émissions	61
Techniques de mesure	63
Localisation des points de mesure	67
Données météorologiques	69
Résultats des mesures automatiques	70
Résultats des mesures par tubes passifs	80

Avant - propos

Ce rapport est la propriété d'ATMO Nord - Pas de Calais. Il ne peut être reproduit, en tout ou partie, sans l'autorisation écrite d'ATMO Nord - Pas de Calais. Toute utilisation de ce rapport et de ces données doit faire référence à ATMO Nord - Pas de Calais dans les termes suivants : « source ATMO Nord - Pas de Calais, rapport d'essai N° 3/2006/IC ».

Aucun acquéreur ne pourra se prévaloir d'un usage exclusif.

Les informations de ce rapport ne traduisent que la mesure d'un ensemble d'éléments en un instant caractérisé par des conditions climatiques propres.

ATMO Nord - Pas de Calais, par ailleurs ne saurait être tenue pour responsable des événements pouvant résulter de l'interprétation et/ou de l'utilisation des informations fournies par l'utilisateur. En conséquence, l'utilisateur s'engage à ne pas poursuivre ATMO Nord - Pas de Calais au titre de l'interprétation qu'il pourra faire des dites informations.

Toutes réclamations sur la non-conformité du travail effectué en regard de la demande devront être transmises par écrit dans les 15 jours qui suivent la réception du rapport. Il appartient au demandeur de fournir toute justification quant à la réalité des anomalies constatées. Il devra laisser à ATMO Nord - Pas de Calais toute facilité pour procéder à la constatation de ces anomalies pour y apporter éventuellement remède.

Contexte et objectifs de l'étude

Dans le cadre de la surveillance des lieux recevant du public, plusieurs campagnes de mesure dans les gares du Nord Pas-de-Calais ont été réalisées en 2002 et 2003.

Afin de poursuivre son programme de mesure en espaces clos recevant du public, ATMO Nord-Pas de Calais a souhaité effectuer de nouvelles mesures à l'intérieur et aux abords des gares de Lille Flandres et Lille Europe, en s'associant avec la SNCF pour la mise en œuvre de l'étude.

L'objectif de cette campagne est de vérifier l'impact des locomotives, des activités ferroviaires et éventuellement de la circulation automobile aux abords des gares, sur la qualité de l'air inhalé par les voyageurs. Cette étude permettra de compléter et éventuellement de confirmer les résultats obtenus en 2002 et 2003 sur les gares de Béthune et d'Arras et d'obtenir une meilleure connaissance de la qualité de l'air dans les lieux clos recevant du public.

En l'absence supposée de mouvements de locomotives diesel, la gare de Lille Europe constitue une bonne référence et va nous permettre d'effectuer une comparaison entre une gare avec une activité mixte électrique-diesel et une gare avec une activité électrique. Cette étude vise également à déterminer un éventuel impact spécifique à l'activité diesel.

Ce rapport présente la synthèse des résultats des mesures réalisées du 15 Novembre 2005 au 15 Janvier 2006 à l'intérieur et aux abords des gares de Lille Flandres et Lille Europe ainsi qu'une comparaison avec les niveaux constatés sur les stations fixes de Lille Fives (station urbaine) et Lille Liberté (station trafic).

Organisation stratégique de l'étude

Descriptif des gares

Positionnée à la croisée de cinq autoroutes, la ville de Lille est aussi souvent citée pour la richesse de ses liaisons ferroviaires. Les deux gares implantées sont situées à l'est de la commune et constituent les premières gares de province, en terme de fréquentation.

La **gare de Lille Flandres** est la gare principale de Lille. Cette gare terminus de la SNCF accueille les TGV directs vers Paris, tous les TER et les trains classiques nationaux (Corail) et Belges vers Ostende et Anvers via Tourcoing, vers Tournai, Mons, Namur et Liège - Guillemins via Villeneuve d'Ascq et Baisieux. Les trains à grande vitesse, qui ne sont pas à destination de Paris - Nord sans arrêt sont, quant à eux, dirigés vers la gare de Lille Europe.

Au total, 250 trains circulent chaque jour, parmi eux plusieurs locomotives fonctionnant au diesel.

Côté structure, la gare de Lille Flandres dispose de 16 voies dont une partie (voies 2 à 9) est protégée par une verrière d'environ 200 m de long, ce qui qualifie la gare d'espace semi-ouvert. Sa façade est la façade originelle de la gare du Nord de Paris qui fut démontée et reconstruite à Lille pendant la seconde moitié du XIX^{ème} siècle. Le hall de la gare est situé à l'avant de la gare, entre l'avenue Le Corbusier et la rue de Tournai. A l'intérieur de ce hall, accessible depuis le parvis par des portes non automatiques, sont situés plusieurs commerces, des billetteries automatiques, les guichets et l'accès à la station de métro (*Gare Lille Flandres*) ; un peu plus loin, à proximité des quais, se trouve l'accueil de la gare. La gare accueille environ 18 millions de voyageurs par an et constitue la première gare de province en terme d'affluence.



Photo : AM - photoenligne.free.fr

La **gare de Lille Europe** est la deuxième gare de voyageurs de Lille. Construite longtemps après la gare de Lille Flandres, à l'occasion de la mise en service de la ligne à grande vitesse Nord, elle est entrée en service en mai 1994.

Elle assure le trafic Eurostar transitant par Lille, à destination ou en provenance de Bruxelles et Londres, les TGV assurant les liaisons de Boulogne sur Mer, Calais ou Dunkerque à Paris Nord via Lille, mais aussi les TGV contournant Paris à destination ou en provenance de la province et les TERGV (Lille-Littoral).

Au total, 100 trains circulent chaque jour à la gare Lille Europe et le trafic concerne 5 millions de voyageurs à l'année. Edifiée sur trois niveaux, la gare de Lille Europe trouve en sous-sol la station *Gare Lille Europe* du métro Lillois. Six voies sont utilisées dont deux ne servent uniquement que de passage. Contrairement à la gare de Lille Flandres, la gare de Lille Europe est une gare de passage, sans voie terminus. Elle se différencie également de la gare de Lille Flandres, d'une part, par son trafic ferroviaire qui ne concerne que les locomotives électriques et d'autre part, par l'existence de deux quais en souterrain (voies 44-46).



Photo : AM -photoenligne.free.fr

Les plans détaillés des deux gares figurent en annexes.

Emissions connues

Pour choisir le dispositif de mesure ainsi que les polluants à mesurer, il est important de connaître les émissions potentielles à l'intérieur et aux abords des deux gares de Lille.

Les émissions peuvent être de quatre origines différentes :

➤ Emissions liées à l'exploitation ferroviaire (sources : SNCF et Direction Générale de la Santé)

Trois sources de pollution sont identifiées : les engins diesel, l'exploitation ferroviaire et les voyageurs.

Les études réalisées en gares de Béthune et d'Arras ont montré que les concentrations des poussières en suspension étaient plus élevées à l'intérieur du hall de la gare par rapport à l'extérieur. La remise en suspension des particules par les **voyageurs** provoquerait ce phénomène.

L'**exploitation ferroviaire** est une source de pollution particulière. Les principaux éléments associés aux teneurs potentielles en particules sont le matériel roulant tels que le système de freinage et l'usure des roues, l'usure du ballast, la ventilation, les caractéristiques des gares (nombre de quais, profondeur, infrastructures ballast ou béton...), l'entretien du réseau.

L'analyse élémentaire des matériaux utilisés par la SNCF a montré que le fer est un élément prédominant. Il provient pour une part des matériaux de freinage et de l'abrasion due au roulement. Sont également retrouvés le baryum, le silicium, l'aluminium, le magnésium, le zinc, le soufre et le manganèse.

En outre, le fer, le chrome, le nickel et le manganèse sont les principaux composants des aciers constituant les rails, les cœurs des voies et les roues ; le carbone élémentaire et le cuivre peuvent provenir des systèmes de guidage ; enfin, les roues et les systèmes de freinage constituent une source importante de carbone organique et de soufre.



Exemple de locomotrice

A ce jour, les émissions polluantes des **engins diesel** du parc SNCF sont mesurées, par la Direction du Matériel et de Traction, selon les préconisations de la fiche UIC 623. A ce titre, les seules mesures réalisées concernent le monoxyde de carbone, les hydrocarbures imbrûlés, les oxydes d'azote et les fumées. Des mesures complémentaires concernant les particules Diesel et le dioxyde de carbone ont également été réalisées.

L'appréciation des niveaux de pollution repose sur la définition de trois éléments : un cycle de mesure, une méthode de mesure, des valeurs limites d'émission. Le cycle de mesure est constitué de trois points de fonctionnement : Ralenti (correspond à un engin en stationnement), Intermédiaire (délivre 50 % de la charge maximale pouvant être obtenue au régime intermédiaire), Nominal (délivre la

puissance maximale du moteur).

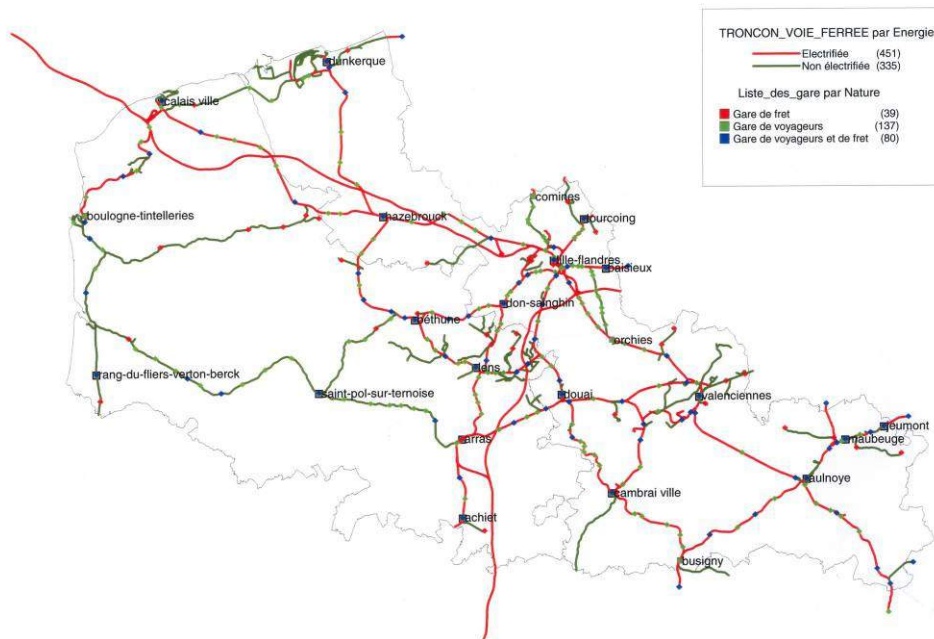
Concernant le matériel utilisé en gares de Lille, il s'agit de locomotives : BB 16500, BB 22200, BB 27000 (beaucoup plus rare) mais également des autorails X4500/4630. Les engins utilisés pour déplacer les rames sont des *locomotives* : Y 7000 et Y 8000.

Une *locomotive* est un engin moteur, c'est-à-dire se déplaçant par ses propres moyens, utilisé par le transport ferroviaire pour fournir l'énergie de traction à un train. Le plus souvent, la locomotive se trouve à l'avant du train et tire les wagons ou les voitures derrière elle. Cette disposition (traction) impose une manœuvre à chaque fois que le train change de direction, la « pousse » (locomotive située en queue de rame) est donc de plus en plus utilisée pour les rames légères. Dans ce cas, il y a une voiture pilote installée à l'autre extrémité du train pour accueillir le conducteur à l'avant du train quand il est poussé. On parle alors de rame réversible.

Un *autorail* est un véhicule ferroviaire automoteur destiné au transport de voyageurs. Il est généralement animé par un (ou plusieurs) moteur diesel monté sous le plancher. Il peut circuler en convoi, attelé d'une ou deux remorques, ou jumelé avec un ou plusieurs autres autorails en unité multiple. Les autorails sont utilisés, en raison de leur capacité limitée et de leur coût d'exploitation réduit, pour la desserte des lignes à faible trafic, particulièrement en zone rurale.

Les données d'émissions sont regroupées en annexes pour chaque type de locomotive diesel.

Par contre, la SNCF n'a pas été en mesure de nous communiquer des informations concernant la fréquence d'utilisation, les lignes et voies empruntées, par les engins diesel.

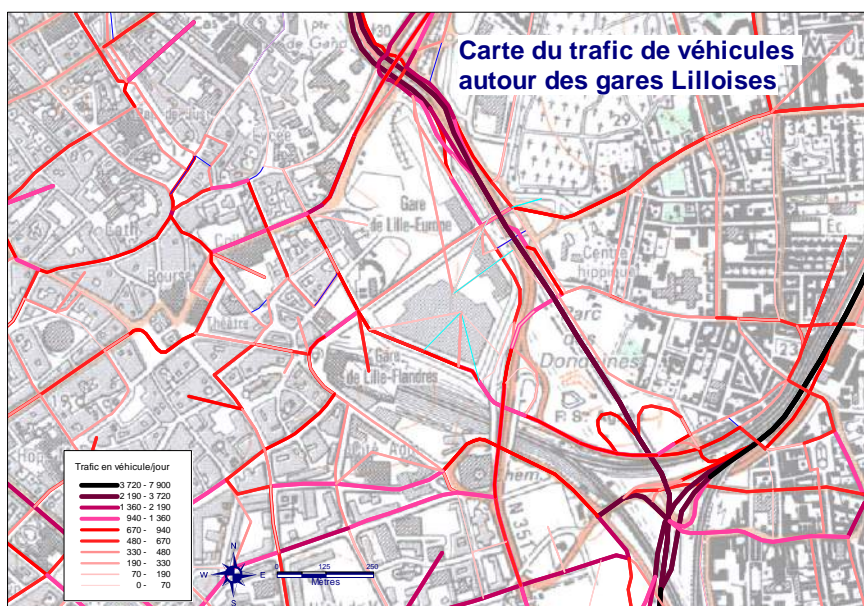


La carte ci-contre représente le tracé des lignes du réseau ferroviaire associé à leur qualification.

La plupart des lignes non électrifiées sont les lignes à destination de la côte d'Opale. De plus, quelques lignes autour de Lille nécessitent encore l'utilisation des locomotives Diesel.

Le cadastre des émissions en région Nord Pas-de-Calais nous donne l'information que le trafic sur une distance de 1 Km au départ de la gare de Lille Flandres représente, à lui seul, environ 0.6 % des émissions de la région, pour les polluants CO, CO₂, SO₂, NO_x, COV, poussières en suspension, zinc, cadmium, cuivre, chrome et nickel.

➤ Emissions du trafic routier (données 1998 – LMCU/DDE)



Les gares de Lille sont situées au cœur d'un quartier où les axes de circulation sont très fréquentés. La carte ci-dessus représente le trafic moyen journalier observé sur les principaux axes routiers contournant les deux gares.

A proximité immédiate des enceintes ferroviaires, on dénombre de 6720 à 7900 véhicules par jour sur le boulevard Pasteur. Ce boulevard situé à l'est de la gare de Lille Europe enregistre la plus forte fréquentation ; cet axe rejoint le boulevard périphérique, lieu également à trafic très dense.

La place de la gare et une partie de l'avenue Willy Brandt et le boulevard de Leeds sont empruntés chaque jour par 1360 à 2190 véhicules et représentent les seconds axes les plus fréquentés, proches des gares.

Ces informations laissent à penser que les concentrations en polluants d'origine automobile risquent d'être plus élevées aux abords de ces axes. D'autant plus, que ces artères sont régulièrement congestionnées, ce qui engendre une surémission des polluants.

Bien que ces axes soient fortement fréquentés par les automobiles, ils ne représentent qu'une petite partie des émissions sur l'ensemble de la commune. La somme des véhicules empruntant tous les jours les tronçons aux abords (périmètre de 500 mètres) des gares représente 15,77 % de la somme du trafic de la ville de Lille. La superficie du domaine pris en compte représente 6,6% de la superficie totale de la commune.

➤ Emissions domestiques (Source ATMO NPDC)

Le tableau ci-dessous regroupe les émissions des chauffages pour la commune de Lille (estimation sur l'année 1999). On peut noter que les émissions de la commune de Lille représentent de 3,7 % à 6,7 % des émissions des chauffages en région Nord - Pas de Calais. La part la plus importante est attribuée aux poussières en suspension et la moins élevée au Zinc.

	CO (t/an)	SO2 (t /an)	COV (t/an)	NOx (t/an)	Ps (kg/an)	Pb (g/an)	Zn (g/an)	Cd (g/an)
Emissions	9362,5	213,83	541,98	214,42	531 610,91	122 884,54	338 020,79	11 486,36
Part dans les émissions régionales	6,7 %	5,3 %	6,6 %	5 %	6,7 %	6,1 %	3,7 %	5,4 %

➤ Emissions industrielles (source IRE 2004)

Le tableau en annexes décrit les différents types d'établissements industriels ainsi que leurs rejets sur la commune de Lille ainsi que sur les communes limitrophes.

Les données mettent en évidence que les polluants majoritairement rejetés par les industries du secteur sont les polluants composés organiques volatils, le SO₂, le NO₂ et les poussières en suspension.

A noter qu'aucune industrie ne se trouve à proximité immédiate de la zone d'étude.

Polluants surveillés

Les indicateurs choisis pour cette étude ont pris en considération les émissions connues autour des gares, comme le détaille le paragraphe précédent, à savoir de la pollution typiquement observée dans une zone urbaine ainsi que la pollution liée spécifiquement à l'activité ferroviaire.

Au vu des émissions connues sur le secteur de l'étude, les polluants à mesurer ont pu être choisis ; le tableau ci-dessous mentionne les polluants surveillés dans le cadre de cette campagne.

Polluants	Sources d'émission (MEDD – fédération ATMO - AIRPARIF)
Dioxyde de soufre	Combustions de matières fossiles telles que charbon, fiouls et gazole
Oxydes d'azote	Combustions (engins à moteur et industries)
Poussières en suspension	Combustion de matières fossiles, transport automobile (gaz d'échappements, usure, frottements), freinage des trains
Monoxyde de carbone	Combustion incomplète de matières organiques – trafic automobile
Métaux lourds (Plomb, Cadmium, Arsenic, Nickel, Fer, Cuivre, Chrome, Manganèse)	Combustions, procédés industriels, freinage des trains
Composés Organiques Volatils	Combustion de carburants (essence) ou par évaporation lors de leur fabrication, de leur stockage ou de leur utilisation
HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques)*	Sources fixes (combustion du fuel, du charbon, du bois), échappement des véhicules, diesel notamment
Aldéhydes*	Processus industriels, matériaux, combustions

* Les HAP mesurés sont au nombre de 13 (Fluoranthène, B (b) Fluoranthène, B(a) Anthracène, B (ah) Anthracène, B(k) Fluoranthène, B(a) Pyrène, B(ghi) Pérylène, Indenopyrene, Anthracène, Chrysène, Phenanthrène, Pyrène et Naphtalène). Pour les aldéhydes, neuf composés ont été analysés, il s'agit du Formaldéhyde, de l'Acétaldéhyde, de l'Acroléine, du Propanal, du Butanal, du Benzaldéhyde, de l'Isopentanal, du Pentanal et de l'Hexanal.

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.

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 cancérogènes 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.

Techniques utilisées

Pour cette campagne, trois types de techniques ont été utilisées.

➤ Les mesures automatiques



Ces mesures sont effectuées par des appareils électroniques, qui fournissent les concentrations des polluants 24h/24h, quart d'heure par quart d'heure. Ces méthodes permettent de suivre en temps réel les concentrations en polluants Ps, CO, NO₂, SO₂ et d'identifier d'éventuels pics de pollution. Elles nécessitent l'installation de matériels assez encombrants et d'une alimentation électrique.

➤ Les mesures par prélèvements actifs

Ces mesures sont réalisées en deux étapes, d'une part, le prélèvement sur filtre par des appareils électroniques (aspiration d'un volume d'air) puis une analyse différée en laboratoire. Une alimentation électrique est nécessaire 24h/24h au bon fonctionnement de l'appareil de mesure. Par cette méthode, les polluants HAP et métaux lourds sont recueillis et une valeur moyenne est calculée pour la période de mesure (en général, les prélèvements ont lieu sur des périodes de 7 jours). Les fluctuations des concentrations, par ce biais, ne sont pas mises en évidence.



➤ Les mesures par prélèvements passifs (communément appelées « tubes passifs »)

Le principe général de cette méthode est basé sur la diffusion naturelle de l'air à travers une membrane. Le polluant est piégé par adsorption sur une cartouche ou par absorption sur des grilles imprégnées de solution.

Cette méthode est plus simple à mettre en œuvre puisqu'elle ne nécessite ni emplacement important ni alimentation électrique. Ainsi, les tubes passifs peuvent être installés en grand nombre et quadriller la zone d'étude.



Par contre, l'information sur les concentrations en polluants est moins fine temporellement : une fois exposées, les cartouches sont envoyées au laboratoire qui fournit une valeur moyenne intégrée sur le nombre de jours d'exposition.

Ce moyen de prélèvement ne permet pas de mettre en évidence les pointes de pollution. Les polluants NO₂, BTEX et aldéhydes ont été mesurés par cette méthode.

Les informations détaillées sur les méthodes par tubes à diffusion passive figurent en annexes.

Localisation des points de mesure

L'évaluation de l'exposition des voyageurs à la pollution atmosphérique constitue l'un des principaux objectifs de cette étude, qui a orienté le choix des emplacements de mesure.

Ces sites ont été répartis aux endroits le plus souvent fréquentés par les voyageurs, à savoir le hall des gares et les quais.

Afin de pouvoir disposer des mêmes données entre les gares de Lille Flandres et Lille Europe, les mesures prévues à la gare de Lille Flandres ont été systématiquement reproduites à la Gare de Lille Europe (polluants et types de lieux identiques).

De plus, la station mobile installée place des Buisses, et des tubes passifs positionnés dans l'environnement extérieur proche des deux gares ont complété le dispositif de mesure.

Au total, 17 analyseurs de polluants atmosphériques ont été mis en place. Des baies d'analyseurs et de préleveurs automatiques, installés sur le quai de la voie 9 à Lille Flandres et sur le quai de la voie 44 - 46 à Lille Europe, ont mesuré **le dioxyde de soufre, les oxydes d'azote, les poussières en suspension, le monoxyde de carbone, les métaux lourds, les hydrocarbures aromatiques polycycliques.**

Un capteur a mesuré également les niveaux de **poussières en suspension** dans le hall de chacune des deux gares et sur le quai souterrain, voie 44 - 46 de la gare de Lille Europe. Ces mesures se sont effectuées en continu, 24 h sur 24 et 7 jours sur 7 afin d'obtenir tous les quarts d'heure la moyenne de concentrations de particules fines, dont le diamètre est inférieur à 10 micromètres.

A l'extérieur, la station mobile a complété le dispositif, en mesurant **le dioxyde de soufre, les oxydes d'azote, les poussières en suspension, le monoxyde de carbone et les BTEX.**

Gare de Lille Flandres



Préleveur de poussières dans le hall



Préleveurs sur le quai 9

Station mobile installée place des Buisses



Gare de Lille Europe



Préleveur de poussières dans le hall



Préleveurs sur le quai 44-46

30 échantillonneurs passifs, ont été installés dans les gares et à l'extérieur pour enregistrer les concentrations de dioxyde d'azote, de benzène, de toluène et de xylènes (BTEX) et d'aldéhydes.

- 8 tubes passifs pour mesurer les concentrations de benzène et de dioxyde d'azote ont été placés dans le hall des gares, 5 dans le hall de la gare Lille Flandres et 3 dans celui de Lille Europe
- 12 tubes passifs pour le benzène et le dioxyde d'azote sur les quais, 9 sur les quais de Lille Flandres et 3 sur ceux de Lille Europe
- 12 tubes passifs pour le benzène et le dioxyde d'azote, placés aux abords extérieurs des deux gares, 9 tubes autour de Lille Flandres et 3 autour de Lille Europe
- 3 tubes passifs pour évaluer les concentrations d'aldéhydes dont un site à Lille Flandres et à Lille Europe accompagnés d'une mesure en air ambiant au niveau de la Place des Buisses

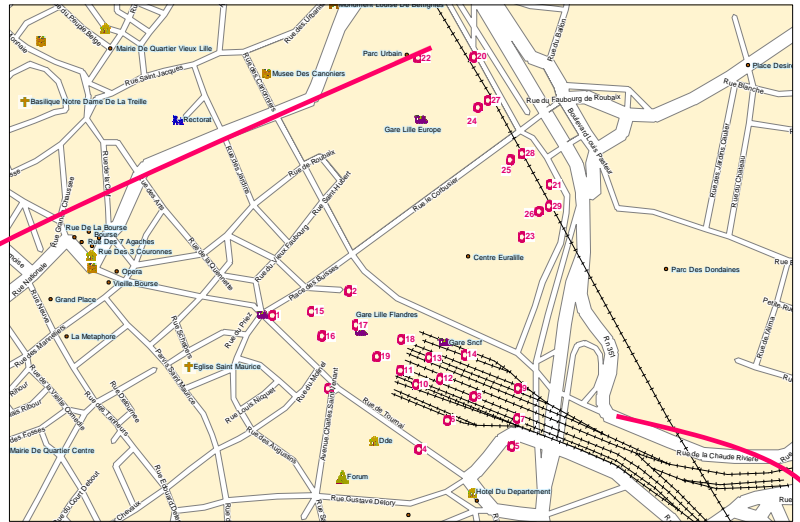


Installation du matériel de mesure « tubes passifs »

La carte ci-après reprend la localisation des points de mesure par tubes à diffusion passive. La localisation détaillée des différents points de mesure est, quant à elle, reprise en annexes.



Gare de Lille Europe



Localisation des points de mesure par tubes passifs



Gare de Lille Flandres

Synthèse des mesures déployées

Lille Europe

Site	Polluant mesuré	Matériel	Nombre	Durée des mesures
Souterrain Quais	Métaux lourds/HAP	Partisol	1	4 prélèvements d'une semaine sur filtres en fibre de quartz 2 prélèvements HAP
	SO ₂ , NO ₂ , Ps, CO	Station compacte	1	2 mois (mesures quart-horaires)
	NO ₂ BTX Aldéhydes	Tubes passifs	3 3 1	4 prélèvements de 15 jours 8 prélèvements d'une semaine
Environnement extérieur	NO ₂ BTX	Tubes passifs	4 4	4 prélèvements de 15 jours 8 prélèvements d'une semaine
Hall	NO ₂ BTX Ps	Tubes passifs Caisson Ps	3 3 1	4 prélèvements de 15 jours 8 prélèvements d'une semaine 2 mois (mesures quart-horaires)

Lille Flandres

Site	Polluant mesuré	Matériel	Nombre	Durée des mesures
Hall	Poussières en suspension	Caisson Ps	1	2 mois (mesures quart-horaires)
	NO ₂ BTX Aldéhydes	Tubes passifs	5 5 1	4 prélèvements de 15 jours 8 prélèvements d'une semaine
Quais	Métaux lourds/HAP	Partisol	1	4 prélèvements d'une semaine sur filtres en fibre de quartz 2 prélèvements HAP
	SO ₂ , NO ₂ , Ps, CO	Cabine mobile	1	2 mois (mesures quart-horaires)
	NO ₂ BTX	Tubes passifs	9 9	4 prélèvements de 15 jours 8 prélèvements d'une semaine
Parvis	SO ₂ , NO ₂ , Ps, CO	Station mobile	1	2 mois (mesures quart-horaires)
Environnement extérieur	NO ₂ BTX Aldéhydes	Tubes passifs	8 8 1	4 prélèvements de 15 jours 8 prélèvements d'une semaine

Choix des périodes de mesure

L'objectif de cette campagne est de caractériser l'influence du trafic ferroviaire et routier dans le quartier des gares de Lille. La période hivernale semble être la plus représentative puisque les conditions météorologiques sont moins favorables à la dispersion des polluants primaires.

Les mesures ont été effectuées **du 15 Novembre 2005 au 15 Janvier 2006**, soit **8 semaines** de mesures. Cette période a couvert aussi la période de congés d'hiver (du 17 Décembre 2005 au 01 Janvier 2006), période où les trajets ainsi que le nombre de voyageurs peuvent être différents du reste de l'année.

Repères réglementaires

Il n'existe à ce jour aucune réglementation spécifique aux enceintes ferroviaires qu'elles soient souterraines ou non.

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			

Valeurs réglementaires en atmosphère de travail

(Sources INRS (Institut National de Recherche et de Sécurité) – ND 2098-174-99, Hygiène et sécurité du travail, 1^{er} trimestre 1999, n°174).

La prévention des maladies d'origine professionnelle demande que l'exposition des personnes aux polluants présents dans l'air des lieux de travail soit évitée ou réduite aux niveaux les plus faibles possibles. Des valeurs d'exposition professionnelle (VLEP) ont donc été définies par le ministère chargé du travail et par la Caisse Nationale de l'Assurance Maladie.

La VME ou **valeurs limites de moyenne exposition** : ce sont les valeurs destinées à protéger les travailleurs des effets à moyen terme, mesurées ou estimées sur la durée d'un poste de travail de 8 heures.

La VLE ou **valeurs limites d'exposition à court terme** : ce sont les valeurs dont le respect permet d'éviter le risque d'effets toxiques immédiats ou à court terme.

Polluants	VME ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	VLE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Polluants	VME ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	VLE ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
dioxyde de soufre (SO_2)	5 000	10 000	nickel (Ni)	1 000	-
poussières (PM10)	10 000	-	chrome (Cr)	500	
dioxyde d'azote (NO_2)	-	6 000	manganèse (Mn)	1 000	
monoxyde d'azote (NO)	30 000	-	cuivre (Cu)	1 000	2 000
monoxyde de carbone (CO)	55 000	-	acroléine	250	
plomb (Pb)	100	-	acétaldéhyde	180 000	
cadmium (Cd)	50	-	propanal	31 000	20 000
arsenic (As)	-	-	benzène	3 250	
éthylbenzène	442 000	884 000	xylènes	221 000	442 000
toluène	375 000	550 000			

Valeurs guides dans les enceintes ferroviaires souterraines

Le CSHPF (Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France) a émis le 3 Mai 2001, un avis relatif à l'élaboration de valeurs guides de qualité de l'air dans les enceintes ferroviaires souterraines.

Les recommandations ont porté sur les teneurs en PM10 selon les estimations du temps de séjour de l'utilisateur dans les enceintes :

Temps de séjour	Valeurs applicables en 2001	Valeurs applicables en 2005
T _{sout} = 1h30	C < 625 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	C < 455 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
T _{sout} = 1h45	C < 540 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	C < 393 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
T _{sout} = 2h	C < 477 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	C < 347 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
T _{sout} = 2h15	C < 428 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	C < 311 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Résultats de mesures

Contexte météorologique

Les données météorologiques sont issues de la station mobile, Place des Buisses. Les données météorologiques ont une influence à la fois sur la dispersion des polluants (vents forts ou faibles, couche nuageuse basse ou haute, pluie ou temps sec) et sur l'importance des rejets, par exemple, le fonctionnement plus ou moins intensif des chauffages domestiques suivant la température extérieure ou la saison.

Pour une campagne de mesure de la qualité de l'air ambiant, il est donc important de mettre en parallèle, les données météorologiques avec les mesures effectuées sur les polluants.

Température °C	Moyenne :	3,5°C
	Minimum :	- 3,3°C
	Maximum :	11,4°C
Pression atmosphérique hPa	Moyenne :	1 010 hPa
Vent m/s	Vitesse moyenne :	0,6 m/s
	Minimum :	0 m/s
	Maximum :	2,9 m/s
Humidité relative %	Moyenne :	88%

La dernière quinzaine de Novembre a observé tout d'abord, un temps alternant entre nuages et éclaircies et des températures en baisse jusqu'au 21 Novembre. A noter que la journée du 19 Novembre a connu un brouillard assez épais le matin tandis que celles des 15 et 16 Novembre, un temps très humide. Les pressions relevées lors de cette journée du 19 Novembre ont été élevées et la dispersion de la pollution défavorable. Ensuite, après avoir enregistré un maximum de températures à 11°C le 21 Novembre à 15h00, le temps fut pluvieux. C'est d'ailleurs cette période qui a noté la pluviométrie la plus importante de la campagne. Quelques journées (26 et 27 Novembre) ont été sous influence de vents forts en rafales.

La première semaine du mois de Décembre a été le terrain d'un temps plutôt variable avec quelques averses ; les températures ont été clémentes pour la saison. A l'inverse, la période du 9 au 12 Décembre a connu des températures très froides et de nombreuses matinées brumeuses.

Les pressions mesurées (> 1 015hPa) témoignent d'un temps anticyclonique et tous ces facteurs combinés ont été défavorables à une bonne dispersion de la pollution.

Pour la dernière quinzaine de Décembre, le temps n'est pas resté stable et a alterné entre couverture nuageuse, éclaircies et averses. Seuls quelques jours à la fin de mois ont observé des chutes de neige mais qui n'ont pas eu de conséquences sur la dispersion de la pollution. Les journées du mois de Janvier ont observé un temps régulièrement couvert ou variable. La pluviométrie a été très faible.

En conclusion, deux situations météorologiques se distinguent en terme de mauvaises conditions de dispersion de la pollution, il s'agit de la journée du 19 Novembre 2005 et de la période allant du 9 au 12 Décembre 2005.

Pour le reste de la campagne, une meilleure dispersion a été favorisée.

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

Exploitation des résultats

Traitements des données des mesures par tubes passifs

Qualité des mesures

Les blancs

Afin de vérifier qu'aucune contamination ne s'est produite au sein des différents lots de tubes, un tube appelé « blanc labo » a été analysé avant la campagne de mesure (blanc 1). Le tube a été conditionné au réfrigérateur. Il a ensuite été retiré des lots avant le début de la campagne, et analysé.

Afin de vérifier l'évolution du tube pendant le transport lors des journées de pose/dépose, un ou deux tubes appelés « blanc véhicule » ont été analysés pour chacune des périodes de mesure. Ces tubes n'ont pas été installés sur sites, mais ont voyagé dans les mêmes conditions (blancs 2 à 9).

	Date	benzène	toluène	éthylbenzène	m+p-xylènes	o-xylène
Blanc 1	16/11/05	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Blanc 2	16/11/05	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Blanc 3	30/11/05	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1
Blanc 4	14/12/05	0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Blanc 5	21/12/05	<0,2	< LD	<0,4	< LD	<0,8
Blanc 6	21/12/05	<0,2	< LD	<0,4	< LD	<0,8
Blanc 7	28/12/05	<0,2	< LD	<0,4	< LD	<0,8
Blanc 8	28/12/05	< LD	< LD	<0,4	< LD	<0,8
Blanc 9	04/01/06	< LD	< LD	<0,4	< LD	<0,8

Date	formaldéhyde	acétaldéhyde	acroléine	propanal	butanal	benzaldéhyde	isopentanal	pentanal	hexanal
16/11/05 (blanc 1)	0.4	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.5	< 0.1	< 0.1	< 0.2	< 0.4
23/11/05 (blanc 2)	0.5	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.5	< 0.1	< 0.1	< 0.2	< 0.4
30/11/05 (blanc 3)	0.4	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.5	< 0.1	< 0.1	< 0.2	< 0.4
7/12/05 (blanc 4)	0.5	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.5	< 0.1	< 0.1	< 0.2	< 0.4

LD : limite de détection

Pour ces périodes de mesures, les valeurs des blancs ont été très faibles voire même inférieures à la limite de détection. Les valeurs des blancs n'ont donc pas été soustraites aux valeurs des tubes exposés.

Les doublons

Afin de s'assurer de la répétabilité de la méthode des tubes à diffusion, deux sites de mesures ont été « doublés » (2 tubes ont été installés sur un même lieu pour 2 sites des campagnes).

La comparaison des concentrations des doublons à la valeur moyenne du doublon (écart-type relatif), permet d'évaluer la répétabilité de la méthode sur site.

Exploitation des mesures par tubes à diffusion passive - sites doublés

Non mesuré
Problèmes techniques

Tableau de données pour la période 1 du 16/11/2005 au 23/11/2005. Les colonnes indiquent les sites (2, 2d, 6, 6d, 21, 21d, 26, 26d) et les polluants (benzène, toluène, éthylbenzène, m+p-xylyène, o-xylyène, formaldéhyde, acétaldéhyde, acroléine, propanal, butanal, benzaldéhyde, isopentanal, pentanal, hexanal, Dioxyde d'azote). Les données sont présentées sous forme de tableaux imbriqués pour chaque site, avec des valeurs moyennes et écarts-types.

Tableau de données pour la période 2 du 23/11/2005 au 30/11/2005. Structure similaire à la période 1, avec des valeurs moyennes et écarts-types pour chaque site et polluant.

Tableau de données pour la période 3 du 30/11/2005 au 07/12/2005. Structure similaire à la période 1, avec des valeurs moyennes et écarts-types pour chaque site et polluant.

Tableau de données pour la période 4 du 07/12/2005 au 14/12/2005. Structure similaire à la période 1, avec des valeurs moyennes et écarts-types pour chaque site et polluant.

Tableau de données pour la période 5 du 14/12/2005 au 21/12/2005. Structure similaire à la période 1, avec des valeurs moyennes et écarts-types pour chaque site et polluant.

Tableau de données pour la période 6 du 21/12/2005 au 28/12/2005. Structure similaire à la période 1, avec des valeurs moyennes et écarts-types pour chaque site et polluant.

Tableau de données pour la période 7 du 28/12/2005 au 04/01/2006. Structure similaire à la période 1, avec des valeurs moyennes et écarts-types pour chaque site et polluant.

Tableau de données pour la période 8 du 04/01/2006 au 11/01/2006. Structure similaire à la période 1, avec des valeurs moyennes et écarts-types pour chaque site et polluant.



La concordance entre les valeurs est globalement satisfaisante (majorité des écarts proche de 10%). Ces résultats démontrent donc généralement une bonne répétabilité des mesures. Cependant, concernant les analyses des BTEX, deux valeurs d'écart type ont été bien supérieures à 10% pour le site 6 période 4 et pour le site 21 période 5. Il convient donc pour ces deux doublons d'examiner précisément les valeurs. Nous avons donc comparé les concentrations relevées sur les deux sites avec celles des autres sites de la même période et également avec celles des mêmes sites pour les autres périodes. L'examen a montré que les valeurs de l'un des doublons du site 21 étaient bien trop élevées, de même que celles du site 6. Elles ont donc été éliminées.

Validation des données

Pour la mesure du dioxyde d'azote, des mesures effectuées par les AASQA de France ont montré une surestimation systématique des résultats fournis par les tubes préparés et analysés par le Laboratoire Suisse PASSAM AG par rapport aux analyseurs automatiques. Cette surestimation ne semble pas due aux effets de paramètres environnementaux mais plutôt à l'utilisation par PASSAM AG d'un débit d'échantillonnage qui n'est pas en accord avec l'application de la 1^{ère} Loi de Fick aux dimensions du tube.

Pour la campagne de Lille, deux tubes passifs ont été placés sur la tête de prélèvement de la station mobile afin de réaliser une comparaison tubes/analyseurs.

Il est apparu que les concentrations calculées pour les tubes passifs étaient surestimées par rapport aux concentrations enregistrées par les analyseurs.

Pour corriger les résultats des tubes fournis par PASSAM AG et se ramener à la valeur « calculée » du débit d'échantillonnage, les concentrations brutes de tubes passifs fournies par PASSAM AG ont été multipliées par un pondérateur égal à 0,901. Ainsi, les valeurs des tubes fournies par PASSAM AG seront diminuées d'environ 11% (*d'après le guide « Echantillonneurs passifs pour le dioxyde d'azote, coordination technique de la surveillance de la qualité de l'air, ADEME, LCSQA, Fédération Atmo, 2002 »*).

Avant d'effectuer une cartographie ou toute interprétation des résultats, il est primordial de s'assurer de l'homogénéité et de la validité de la base de données obtenue.

- En premier lieu, il convient d'effectuer une validation métrologique.

Ainsi un certain nombre de valeurs ont été exclues, pour diverses raisons : tube volé, tube écrasé.

- Ensuite, une validation « manuelle » est effectuée.

Nous avons choisi d'examiner les données une à une, suivant les conditions météorologiques, les valeurs voisines géographiquement, et suivant les caractéristiques du terrain.

Pour cette validation « manuelle », aucune donnée nous est apparue incohérente : aucune donnée n'a donc été éliminée.

Résultats

La campagne de mesure s'est déroulée du 15 Novembre 2005 à 17h00 au 16 Janvier 2006 à 7h00. Pour tous les résultats des mesures, les heures sont exprimées en heures locales.

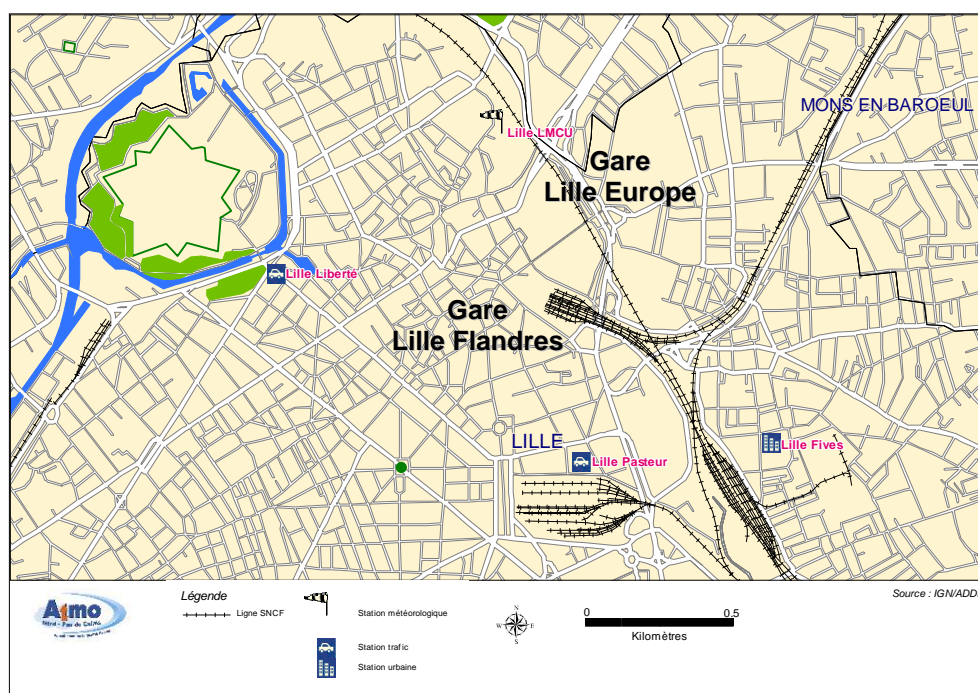
Cette étude a relevé quelques incidents techniques :

- Le préleveur Airpointer situé sur le quai de la voie 44-46 n'a été mis en service qu'à partir du 25 Novembre 2005.
- La dégradation d'un colis par les services postaux a engendré la perte des tubes mesurant les aldéhydes. Les données de ces tubes ne sont pas disponibles du 14 Décembre 2005 au 04 Janvier 2006.
- Suite à un problème sur l'analyseur du monoxyde de carbone par l'appareil Airpointer, les données ne sont pas disponibles du 25 Novembre au 31 Décembre 2005. Toutefois, les données sont actuellement en cours de correction chez le fournisseur et feront l'objet d'une exploitation ultérieure.

Le tableau des données issues des mesures automatiques figure en annexes.

Situation des concentrations des deux gares par rapport aux stations fixes de l'agglomération Lilloise

L'agglomération de Lille dispose de plusieurs stations fixes de mesure. Les sites les plus proches sont les sites situés à Lille, dans le quartier de Fives (Rue Lona Pot) et au niveau des Boulevards de La Liberté et Louis XIV. La carte ci-dessous présente la situation géographique des stations par rapport aux gares de Lille.



Pour la comparaison des teneurs en polluants, le choix s'est porté sur les stations de Lille Fives (station urbaine) et Lille Liberté (station trafic) . Ces stations de typologie différente permettront d'obtenir une gamme de concentrations et de polluants larges. D'autre part, ces deux stations bénéficient d'une situation géographique diamétralement opposée par rapport aux deux gares et ne sont donc pas sous les mêmes régimes de vent.

Les résultats des mesures ont donc été confrontés à la station de Lille Fives où sont mesurés les polluants dioxyde de soufre, oxydes d'azote, poussières en suspension et à la station de Lille Liberté où sont mesurés les polluants dioxyde de soufre, oxydes d'azote et monoxyde de carbone.

En ce qui concerne les polluants tels que les métaux lourds et hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), nous avons eu recours aux données de la station Pasteur (station trafic), située Boulevard Louis XIV, station la plus proche nous fournissant les données pour ces polluants.

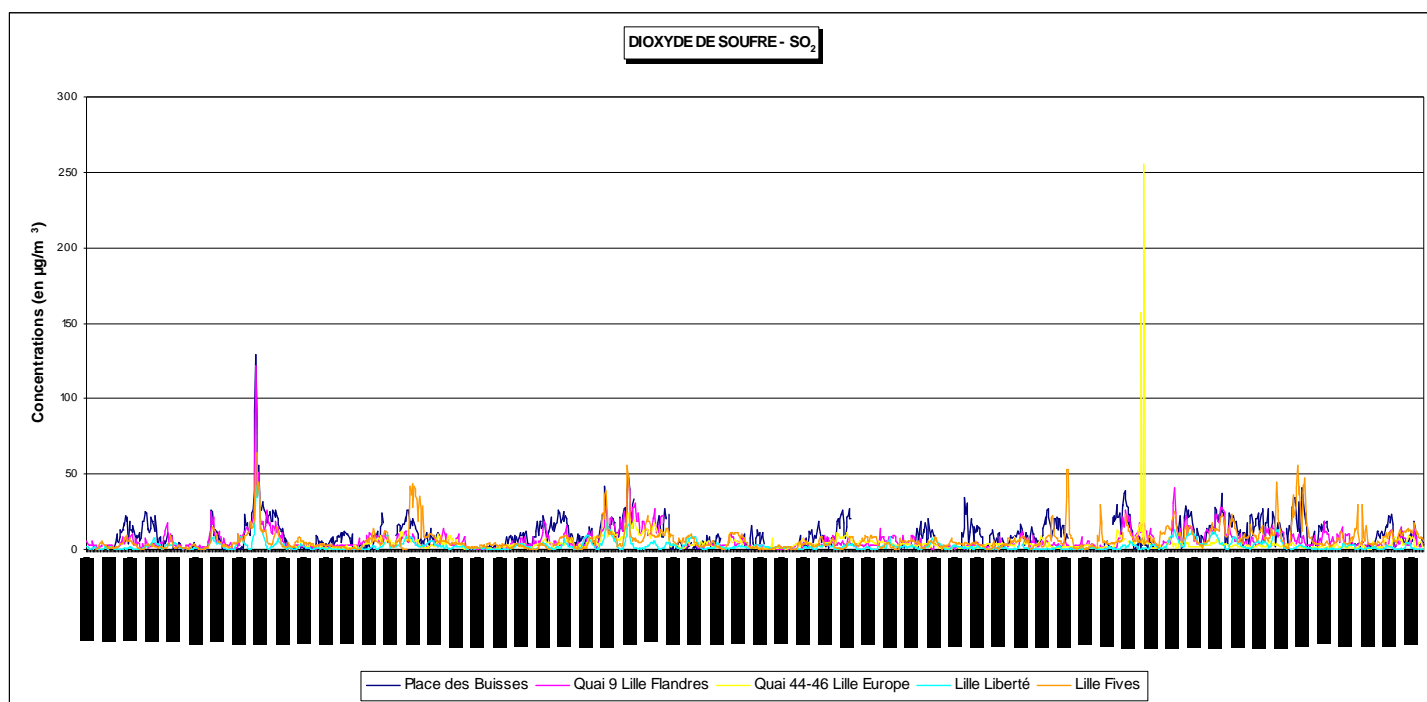
Les courbes des polluants mesurés, présentées ci-après, sont déclinées en annexes en grand format.

Le dioxyde de soufre

- 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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Place des Buisseries	10	129 le 23/11/2005 à 12h00	34 le 23/11/2005
Quai 9 Lille Flandres	6	122 le 23/11/2005 à 12h00	30 le 23/11/2005
Quai 44-46 Lille Europe	4	256 le 23/11/2005 à 10h00	94 le 15/12/2005
Lille Liberté	2	43 le 23/11/2005 à 13h00	12 le 23/11/2005
Lille Fives	6	64 le 23/11/2005 à 13h00	24 le 10/01/2006

- Evolution des moyennes horaires

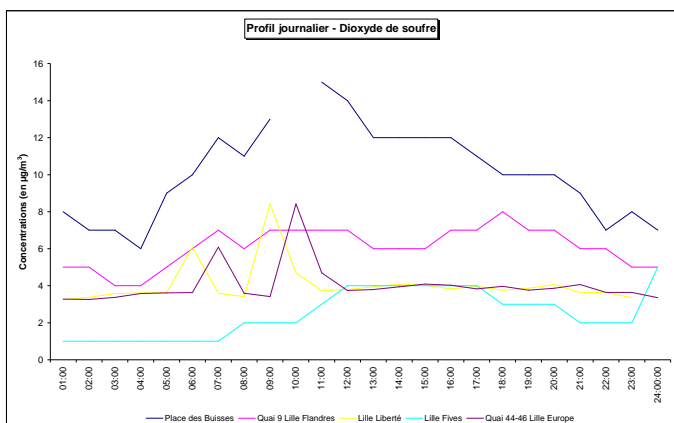


A l'exception de quelques pics isolés, les évolutions des concentrations de dioxyde de soufre ont été faibles et similaires sur les cinq sites. En terme de moyenne sur la campagne de mesures, la station Place des Buisseries enregistre la plus forte valeur, comparativement aux autres points de mesures.

La valeur horaire maximale de $256 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est, quant à elle, observée le 3 Janvier 2006 à 10h00 par la station située sur le quai 44-46 de Lille Europe, alors que toutes les autres stations ont enregistré leur valeur maximale le 23 Novembre 2005 à 12h et 13h.

Ce pic, mesuré uniquement par la station installée sur le quai 44-46 à Lille Europe est, probablement lié à une activité à proximité immédiate du capteur.

Afin d'affiner l'origine de cette pollution, nous regarderons pour les autres polluants si une augmentation des concentrations s'est également produite durant cette journée (cf page 28).



Les mesures ont mis en évidence que le dioxyde de soufre est, en moyenne un polluant présent en plus grande quantité sur le site de la Place des Buisses qu'à l'intérieur des gares de Lille. Cet écart représente 40% par rapport à l'intérieur de la gare de Lille Flandres et 60% par rapport à celui de Lille Europe.

Cependant, des augmentations des concentrations horaires non relevées au niveau de la Place des Buisses ont été observées indépendamment des points de mesures situés sur les quais. L'existence d'une source d'influence supplémentaire à la place des

Buisses est certaine mais n'a pas pu être identifiée lors de cette campagne (engins diesel, chaufferie centrale de la gare, trafic...).

L'évolution d'une journée représentative des deux mois de campagne a pu mettre en évidence que la station Place des Buisses enregistre une augmentation des niveaux à partir de 04 h et ce jusqu'à 13 h. Cette montée des concentrations est plutôt longue et intense contrairement à celles mesurées par les stations de Lille Liberté et du quai 44 – 46, pour lesquels l'augmentation brève et moins intense, est notée à 06 h et 09 h pour Lille Liberté et 07 h et 10 h pour Lille Europe. Le reste de la journée est caractérisée par une stabilité des concentrations.

En ce qui concerne les deux autres stations du quai 9 et de Lille Fives, on ne constate pas d'augmentation franche avec des teneurs, tout de même, plus élevées le jour que la nuit.

La réglementation pour ce composé est largement respectée, aussi bien en terme de valeur en air ambiant qu'en air des lieux de travail, et les concentrations restent toutefois assez faibles.

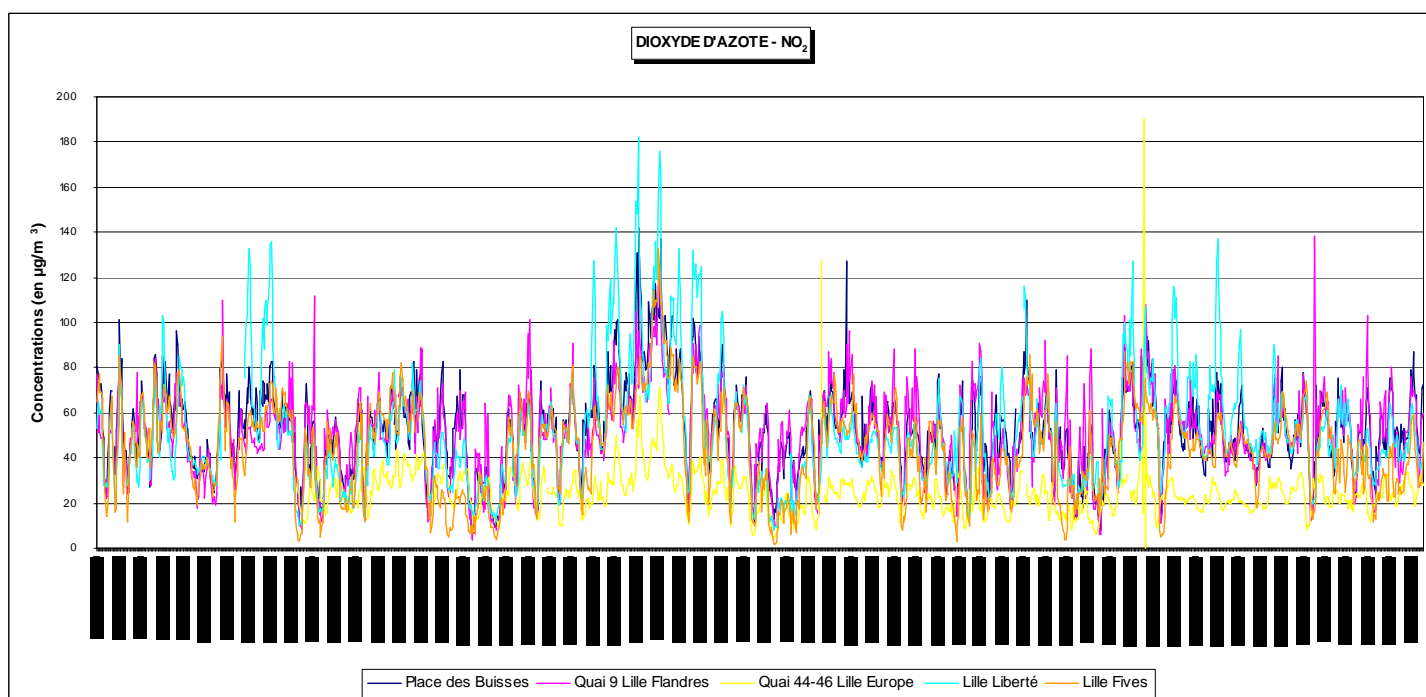
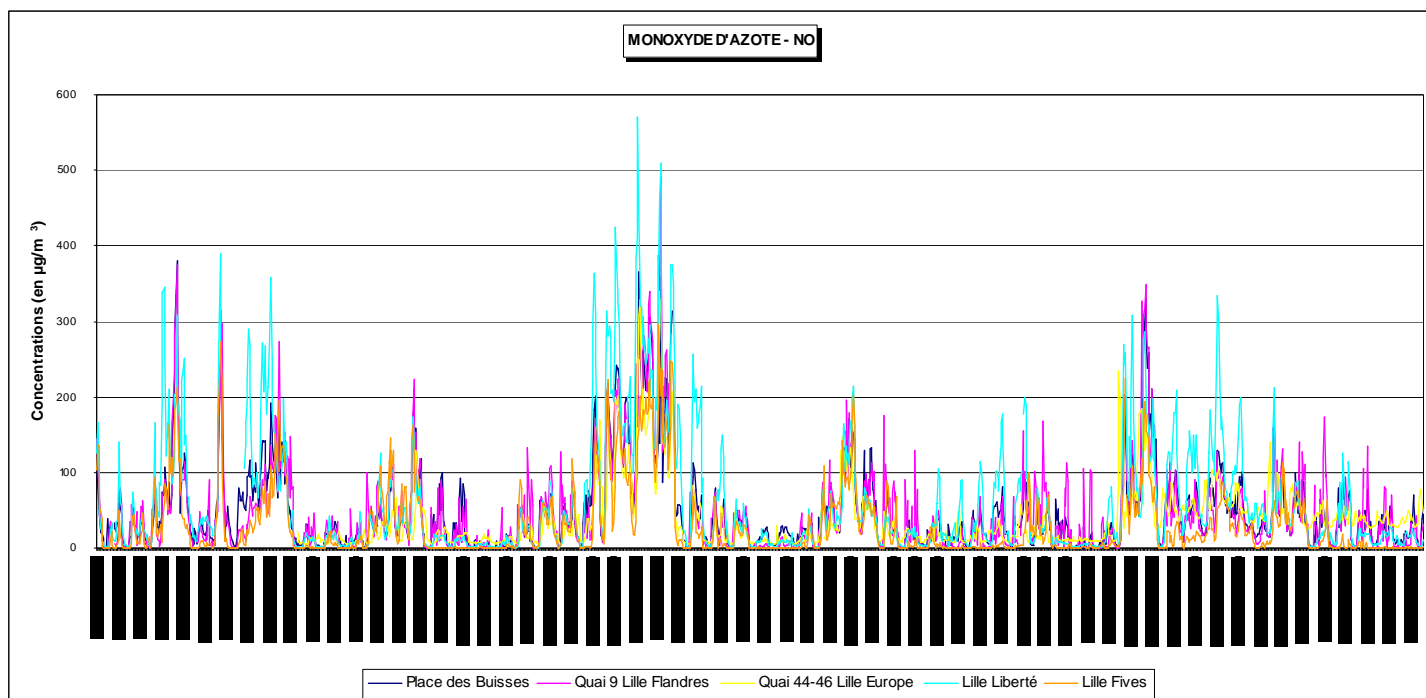
Les oxydes d'azote

- Moyennes durant la campagne de mesures

Monoxyde d'azote (NO)		
Site	Concentration moyenne (µg/m³)	Valeur horaire maximale (µg/m³)
Place des Buisses	48	381 le 19/11/2005 à 10h00
Quai 9 Lille Flandres	47	491 le 11/12/2005 à 21h00
Quai 44-46 Lille Europe	39	330 le 11/12/2005 à 20h00
Lille Liberté	61	571 le 10/12/2005 à 20h00
Lille Fives	29	295 le 11/12/2005 à 19h00

Dioxyde d'azote (NO ₂)		
Site	Concentration moyenne (µg/m³)	Valeur horaire maximale (µg/m³)
Place des Buisses	52	142 le 10/12/2005 à 21h00
Quai 9 Lille Flandres	51	138 le 11/01/2006 à 06h00
Quai 44-46 Lille Europe	24	190 le 03/01/2006 à 08h00
Lille Liberté	51	182 le 10/12/2005 à 20h00
Lille Fives	44	133 le 11/12/2005 à 19h00

- Evolution des moyennes horaires



Les mesures, dans l'ensemble, montrent que les niveaux d'oxydes d'azote ne sont pas forcément plus faibles à l'intérieur qu'à l'extérieur, alors que ceux-ci sont marqueurs du trafic automobile.

On note des teneurs similaires pour les stations Place des Buisseries et quai 9 Lille Flandres que ce soit en moyenne comme en pointes horaires.

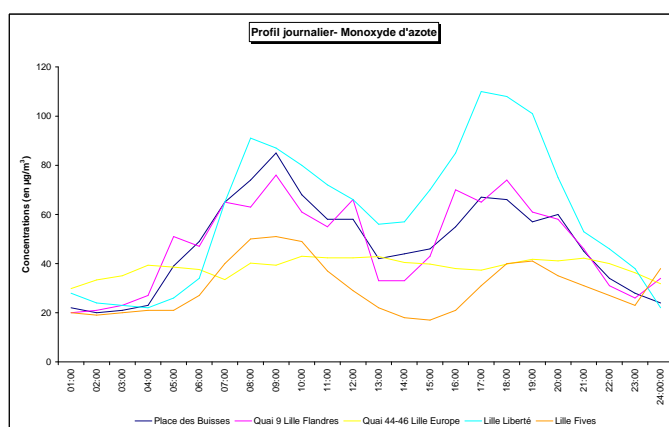
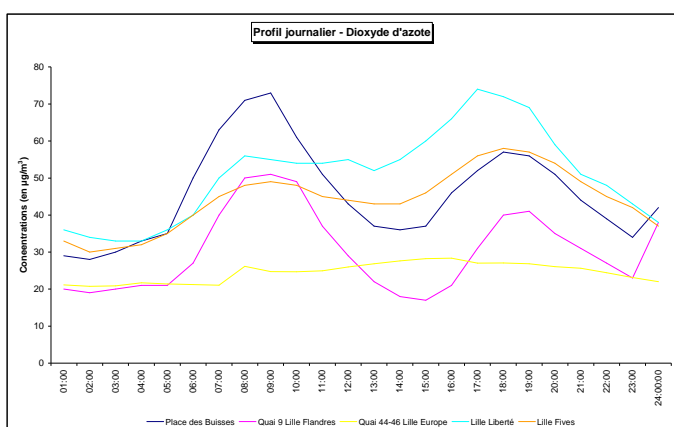
Par contre, la station située sur le quai 44-46 de la gare de Lille Europe a relevé près de 40% de NO_x (NO + NO₂) en moins par rapport aux stations Place des Buisseries, Lille Liberté et même celle de la gare Lille Flandres. L'écart avec la station urbaine de Lille Fives est, quant à lui, nettement plus petit (13%) ; celle-ci étant moins influencée par le trafic automobile.

Comparées à la station trafic Lille Liberté, les données des autres stations ont été mesurées dans des proportions plus faibles en monoxyde d'azote et égales pour le dioxyde d'azote. Ce constat est tout à fait courant puisqu'il traduit le fait que le NO est issu de sources d'émissions locales alors que pour le NO₂, polluant issu de la transformation du NO, les écarts sont plus atténués.

La gare de Lille Flandres est par ailleurs caractérisée sur le quai 9 par l'occurrence de pointes horaires d'oxydes d'azote régulières durant ces deux mois de campagne. Ces pics apparaissant essentiellement dans la journée et n'ayant pas été observés sur les autres stations, peuvent être mis en relation avec d'une part les mouvements ferroviaires en gare et d'autre part les émissions de la chaufferie centrale de la gare.

Cependant, les valeurs de ces épisodes sont souvent plus modérées que celles habituellement retrouvées en bordure d'axes routiers fortement fréquentés et classiquement mesurées pour les stations trafic (comme celle de Lille Liberté).

Les maxima horaires relevés à Lille Flandres de 491 µg/m³ pour le NO et 138 µg/m³ pour le NO₂ sont d'ailleurs inférieurs à ceux relevés par la station de Lille Liberté (571 µg/m³ pour le NO et 180 µg/m³ pour le NO₂).



Le tracé d'une journée type présente plusieurs caractéristiques : pour le dioxyde d'azote, les deux augmentations le matin et l'après-midi sont communes à toutes les stations à l'exception de la station quai 44-46 de Lille Europe. Toutefois, leur intensité diffère puisque l'on retrouve des concentrations extrêmes le matin pour les stations Place des Buisses et quai 9 Lille Flandres et l'après-midi pour les stations de Lille Liberté et Lille Fives. Pour le monoxyde d'azote, seule la station de Lille Liberté observe des teneurs plus élevées l'après-midi. La station du quai 44-46 de Lille Europe ne présente aucune variation franche lors de la journée indiquant qu'il n'y a pas beaucoup d'apports directs d'air extérieur.

Une valeur élevée de 190 µg/m³ de dioxyde d'azote et de 181 µg/m³ de monoxyde d'azote a été observée le 3 Janvier 2006 au matin sur le quai 44-46 de Lille Europe. Cette pointe est directement mise en relation avec celle relevée en dioxyde de soufre et confirme l'hypothèse émise, à savoir, un passage certain de locomotives diesel à l'intérieur du quai souterrain.

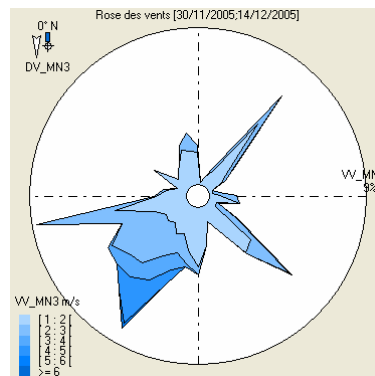
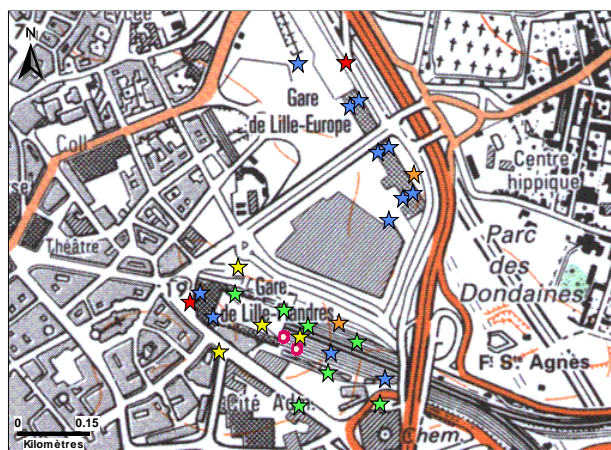
Du point de vue des seuils réglementaires à court terme, ils n'ont jamais été atteints durant cette campagne. En atmosphère de travail, la VME fixée à 6000 µg/m³ sur 8 heures n'a pas été atteinte durant cette campagne pour tous les sites. Par contre, sur l'année, il est fort probable que la valeur limite préconisée par le Décret soit atteinte voire même dépassée Place des Buisses (48 µg/m³).

Les cartes présentées pages suivantes présentent les résultats issus de la campagne par tubes à diffusion passive. Elles indiquent la répartition spatiale du dioxyde d'azote aux abords et à l'intérieur des gares de Lille.

La légende est commune aux cartes et se base sur les valeurs de la campagne caractérisée par la plus grande amplitude dans les mesures, dans une logique de coloration.

Par souci de lisibilité, seules les cartes de concentrations moyennes, maximales et minimales sont présentées ci-après, par polluant. Toutes les cartes obtenues semaine par semaine ainsi que des données chiffrées sont déclinées en annexes.

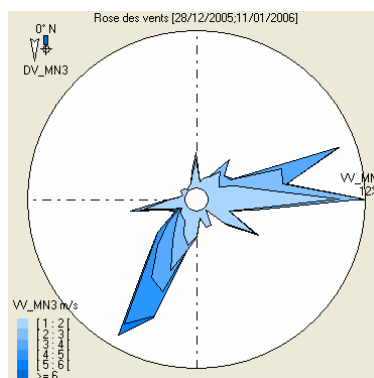
Répartition spatiale du dioxyde d'azote pour la période 2 du 30 Novembre au 14 Décembre 2005 (Période où les concentrations ont été les plus élevées)



Moyenne des concentrations relevées
Concentrations (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

- ★ 66 - 70
- ★ 62 - 66
- ★ 58 - 62
- ★ 55 - 58
- ★ 50 - 55
- ★ 45 - 50
- ★ 40 - 45

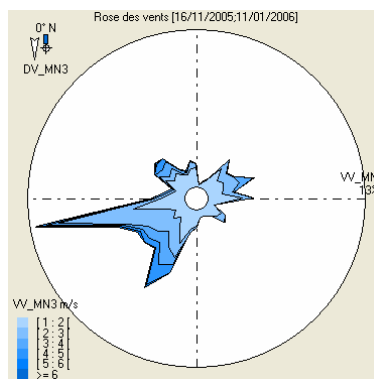
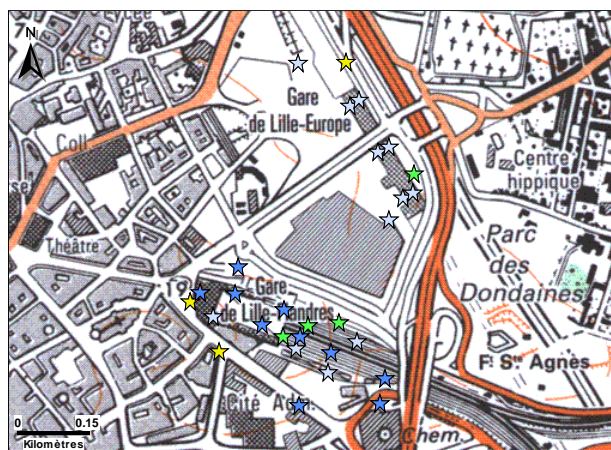
Répartition spatiale du dioxyde d'azote pour la période 4 du 28 Décembre 2005 au 11 Janvier 2006 (Période où les concentrations ont été les plus faibles)



Moyenne des concentrations relevées
Concentrations (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

- ★ 66 - 70
- ★ 62 - 66
- ★ 58 - 62
- ★ 55 - 58
- ★ 50 - 55
- ★ 45 - 50
- ★ 40 - 45

Répartition spatiale du dioxyde d'azote moyenne du 16 Novembre 2005 au 11 Janvier 2006



Moyenne des concentrations relevées
Concentrations (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

- ★ 66 - 70
- ★ 62 - 66
- ★ 58 - 62
- ★ 55 - 58
- ★ 50 - 55
- ★ 45 - 50
- ★ 40 - 45

Les concentrations de dioxyde d'azote enregistrées durant ces deux mois de mesure, varient entre 40 et 69,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Elles ont été les plus élevées durant la deuxième quinzaine du 30 Novembre au 14 Décembre 2005, en corrélation avec des conditions météorologiques moins dispersives. La concentration de la dernière quinzaine a d'ailleurs enregistré une moyenne de quasi 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ inférieure à celle de la deuxième quinzaine (respectivement de 48,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et 56,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Sur l'ensemble de la campagne, c'est le site situé Boulevard de Leeds où les concentrations les plus élevées ont été mesurées (59,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne). Deux autres sites ont également enregistré des valeurs proches : site Place de la gare avec 58,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et site croisement Rue de Tournai et Charles St Venant avec 58,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ces sites sont des sites de forte proximité automobile.

A l'inverse, les sites les moins pollués sur l'ensemble de la campagne sont les sites situés gare Lille Europe et en particulier les sites à l'accès K et L.

En effet, le trafic ferroviaire en gare de Lille Europe ne présente aucune influence sur les concentrations de dioxyde d'azote. Seul le trafic important le long de la gare (Boulevard de Leeds et de Turin) induit des taux de dioxyde d'azote élevés.

De même, les valeurs relevées sur le site situé derrière Euralille au sein de l'esplanade François Mitterrand sont épargnées par la pollution au dioxyde d'azote. Par contre, pour la gare Lille Flandres, les concentrations ne diminuent pas forcément régulièrement de l'extérieur jusqu'aux quais.

L'influence de la circulation automobile est, certes, bien évidente puisque les concentrations observées Rue de Tournai, Place de la gare, Rue Charles St Venant et Avenue Willy Brandt sont les plus chargées en dioxyde d'azote.

Cependant, quelques sites 11, 13, 14 situés sur les quais voies 5-6, voies 11-12 et voies 15-16 ont relevé des concentrations supérieures à celles relevées dans le hall de la gare et même de la Rue de Tournai et de la Rue Savary (56,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 55 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et 57,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ contre 50,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour le site Rue de Tournai et 51,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour la Rue Savary).

Cela représente en moyenne 12% de dioxyde d'azote en plus sur les quais. Si la surconcentration de dioxyde d'azote observée est en partie induite par le trafic automobile, il n'est pas exclu qu'elle puisse, au moins en partie, provenir du trafic ferroviaire, du moins sur les quais.

A noter qu'en période 1, une concentration plus élevée (au moins 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) par rapport aux autres quais et aux concentrations des rues voisines, a été notée au bout du quai voies 3-4.

On a pu remarquer lors de la campagne que beaucoup de trains utilisant une locomotive diesel démarraient ou arrivaient sur ce quai. Il est fortement probable que les concentrations mesurées en plus grande quantité cette quinzaine soient liées en partie au trafic ferroviaire.

Dans le hall de la gare, on mesure en moyenne 10% de NO_2 en moins par rapport au parvis de la gare et des concentrations du même ordre de grandeur que la plupart des quais.

Afin de comparer les résultats aux valeurs réglementaires, nous extrapolons la moyenne mensuelle obtenue à une année de mesures.

A noter que cette campagne a été réalisée en période hivernale, période de l'année où les concentrations de dioxyde d'azote sont les plus élevées, compte-tenu :

- des émissions supplémentaires liées au chauffage domestique
- des réactions physico-chimiques de l'atmosphère, sachant qu'en période estivale, le dioxyde d'azote intervient dans la réaction de formation de l'ozone et enregistre ainsi des concentrations moyennes plus faibles.

Toutes périodes confondues, l'ensemble des sites enregistre des valeurs supérieures à 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, objectif de qualité fixé par le Décret et norme recommandée par l'OMS. La valeur limite fixée par le Décret à 48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur l'année est, quant à elle, dépassée sur 80% des sites en moyenne. Tous les sites situés à l'intérieur et aux abords de la gare de Lille Flandres enregistre des valeurs en moyenne supérieure à la valeur limite. A contrario, les sites à l'intérieur et à l'ouest de la gare de Lille Europe n'atteignent pas la valeur limite.

- Sur la période 1, on compte 20 dépassements ce qui représente 69% des sites
- Sur la période 2, 100% des sites enregistrent un dépassement de la valeur limite
- Sur la période 3, 13 sites sont concernés par le respect de la valeur réglementaire
- Sur la période 4, les concentrations relevées ont été les plus faibles et 12 sites sur 29 observent des valeurs supérieures à 48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

En extrapolant les résultats sur une année complète de mesures, il est fort probable que la valeur limite annuelle de 48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ fixée par le Décret N° 2002-213 soit dépassée sur les sites Place de la gare, Rue de Tournai et Boulevard de Leeds.

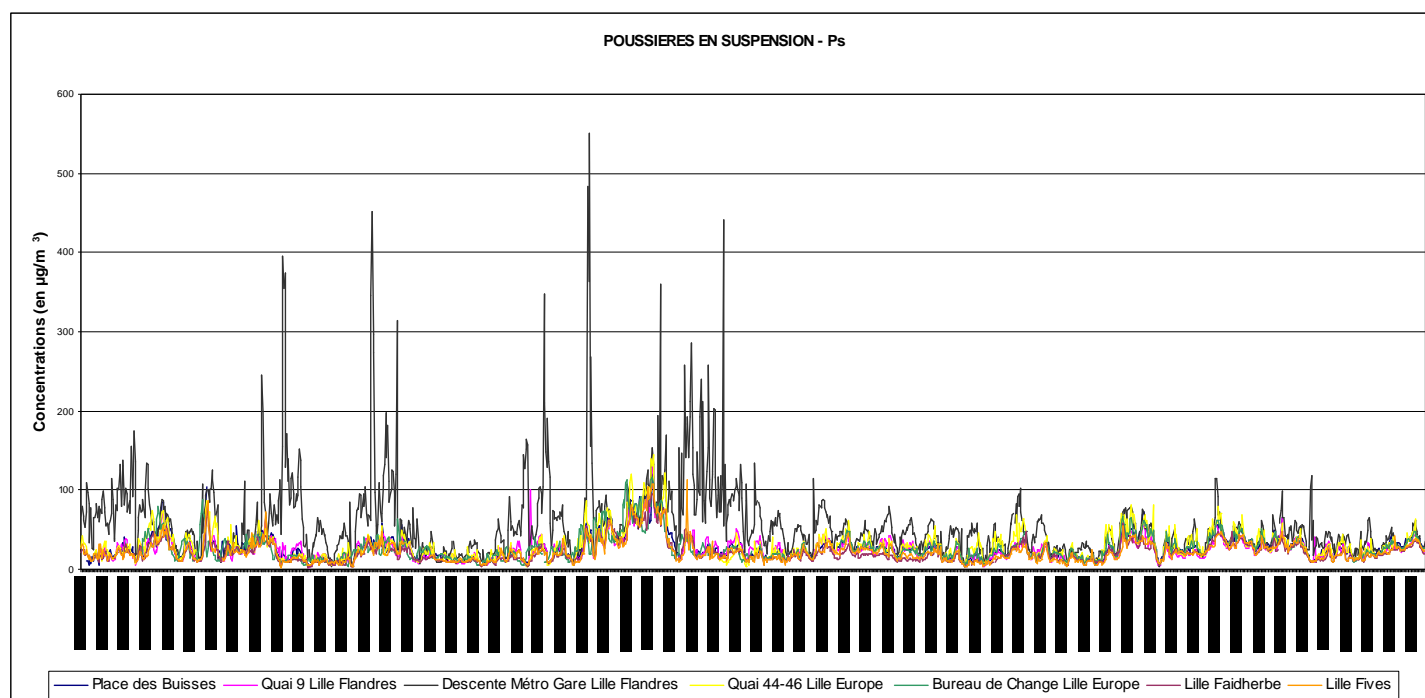
Il en est de même pour la valeur recommandée par l'OMS et pour l'objectif de qualité fixé par le Décret à 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les poussières en suspension

- 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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Place des Buissets	27	180 le 11/12/2005 à 21h00	80 le 11/12/2005
Quai 9 Lille Flandres	25	131 le 11/12/2005 à 21h00	79 le 11/12/2005
Descente métro Lille Flandres	56	550 le 09/12/2005 à 00h00	136 le 13/12/2005
Quai 44-46 Lille Europe	29	144 le 11/12/2005 à 22h00	91 le 11/12/2005
Bureau de change Lille Europe	27	116 le 09/12/2005 à 02h00	71 le 08/12/2005
Lille Fives	23	113 le 13/12/2005 à 11h00	79 le 11/12/2005

- Evolution des moyennes horaires



D'une manière générale, les mesures montrent que les niveaux de poussières en suspension sont plus élevés aux abords et à l'intérieur des gares par rapport à ceux mesurés à Lille Fives.

Les taux de particules mesurés à l'intérieur des gares ont été de 2 à 33 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ supérieurs, en moyenne, à ceux mesurés sur Lille Fives.

Les niveaux les plus importants sont ceux relevés dans le hall de la gare Lille Flandres, au niveau de la descente du métro.

Tous sites confondus, cette station a observé des concentrations 2 fois plus importantes en moyenne sur les 2 mois, et même près de 4 fois plus élevées en valeur horaire.

Même si les concentrations dans le hall des gares sont généralement plus élevées que sur le parvis (ce constat a été réalisé pendant les campagnes des gares d'Arras et de Béthune en 2003 et 2002), l'écart des teneurs n'est habituellement pas aussi important que celui relevé pendant cette étude.

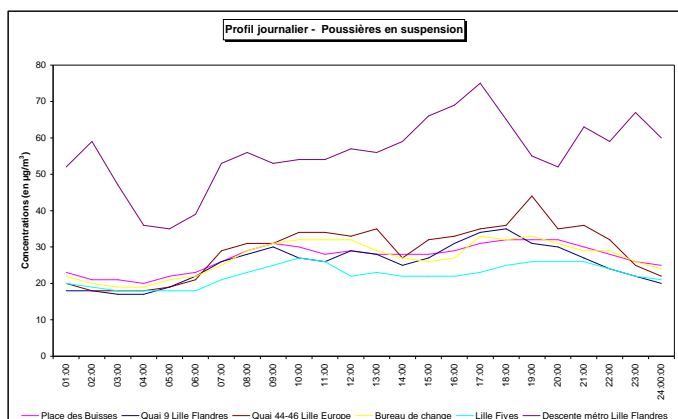
Le site présente des différences qui pourraient expliquer le phénomène : d'une part, il est situé à l'entrée de la station de métro Lille Flandres, le flux des voyageurs y est beaucoup plus élevé que les autres gares et d'autre part, des travaux de rénovation de la station de métro gare Lille Flandres ont commencé en 2005.

Ces travaux ont pu générer une quantité de poussières importante. Les épisodes de hausse des concentrations ont été réguliers sur cette station mais la période allant du 15 Novembre au 15 Décembre se distingue par l'enregistrement des valeurs extrêmes de la campagne.

Le comportement horaire des sites, à l'exception de la station « descente du métro » qui a évolué indépendamment des autres et de la météorologie locale observée, est plutôt similaire. Une hausse simultanée des concentrations a été notée mi-Décembre en lien avec de mauvaises conditions de dispersion. Ce constat induit que les particules mesurées à l'intérieur de la gare proviennent en grande partie de l'air ambiant.

Néanmoins, des augmentations régulières sont notées sur les stations principalement issues du piétinement de voyageurs qui remettent en suspension les fines particules du sol.

Si l'on compare les sites d'intérieur, on remarque que les niveaux sont nettement plus élevés dans le hall de Lille Flandres que de Lille Europe que ce soit en moyenne comme en valeurs horaires et journalières maximales. Par contre, pour les quais, celui de Lille Europe relève les valeurs supérieures par rapport au quai 9 de Lille Flandres (écart de $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne). On note donc que plus le milieu est confiné et plus les concentrations de poussières sont montantes mais moins l'apport d'air extérieur est possible. L'activité ferroviaire, en particulier la remise en suspension des particules sous l'effet du passage des trains (freinage, guidage) peut être responsable des hausses relevées sur le quai 44-46 de Lille Europe.



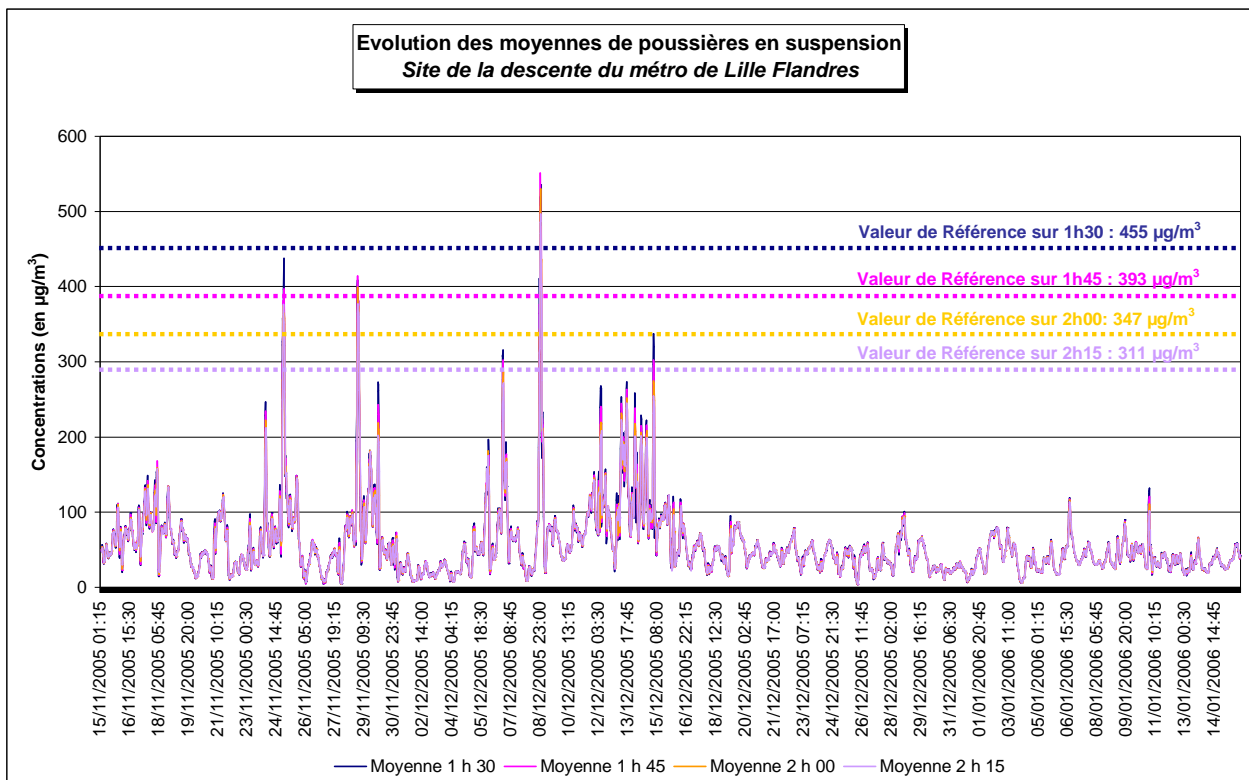
A l'exception de la station située à l'entrée du métro, l'évolution des concentrations au cours de la journée montre des pointes plus marquées en journée. La nuit, entre 21h et 06h, les niveaux retombent à peu près au même niveau de fond qu'à l'extérieur.

Cette évolution est bien en phase avec l'évolution du flux de voyageurs au cours de la journée.

La différence entre le jour et la nuit est nettement moins visible sur la station de Lille Fives avec un profil plus lissé.

Outre le fait que les concentrations sont les plus élevées, la station « descente du métro » présente un profil journalier atypique : les taux augmentent régulièrement à partir de 6h pour atteindre les valeurs maximales vers 17h puis diminuent jusqu'à 20h. La nuit, une nouvelle augmentation est notée de 21h à 02h.

Le graphique ci-après retrace les moyennes 1h30, 1h45, 2h00 et 2h15 des concentrations de poussières en suspension relevées sur le site de la descente du métro de la gare de Lille Flandres.



Quelque soit le temps de présence dans le hall de la gare, les valeurs calculées dans l'avis du CSHPF ont été dépassées 5 fois pour la moyenne sur 1h30, 10 fois pour la moyenne sur 1h45, 21 fois pour la moyenne sur 2h et 29 fois pour la moyenne sur 2h15. Le maximum de 551 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ a été enregistré le 08 Décembre 2005 à 23h30.

Les informations recueillies auprès de la société Transpole ont permis d'attribuer cette pollution aux travaux effectués dans le cadre de la modernisation de la station de métro *Gare Lille Flandres*.

La société Transpole nous a également expliqué que les chantiers étaient réalisés le jour mais aussi la nuit, ce qui peut expliquer les valeurs élevées relevées entre 21 h et 02h.

A noter que sur le quai 44-46 de Lille Europe, une hausse franche des valeurs imputées au flux de voyageurs et au passage des trains se remarque vers 19h.

Si l'on compare les résultats à la réglementation en air ambiant, bien que les valeurs fixées ne soient pas directement applicables du fait de la trop courte période de mesures, on peut tout de même penser que :

- La valeur limite journalière de 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à ne pas dépasser plus de 35 jours ne soit probablement pas dépassée sur le site de la Place des Buisseries (3 dépassements durant la campagne).

A titre de comparaison, on note 1 dépassement sur le site du quai 9, 3 dépassements au quai 44-46, 3 dépassements au bureau de change et 26 dépassements dans le hall de la gare.

- La valeur limite annuelle de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et l'objectif de qualité de 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ne devraient pas être atteints sur la station Place des Buisseries étant donné qu'aucun dépassement n'est enregistré sur la station de Lille Fives, que ce soit pour la campagne ou pour l'année entière.

Concernant la réglementation qui s'applique dans le cadre de la profession, à des travailleurs en bonne santé, les valeurs limites fixées par le Ministère du Travail ont été largement respectées pour les stations étudiées dans les enceintes ferroviaires lilloises durant la période de mesures, à savoir, une concentration moyenne évaluée, pour une période de 8 heures, inférieure à 10 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les particules de diamètre aérodynamique quelconque.

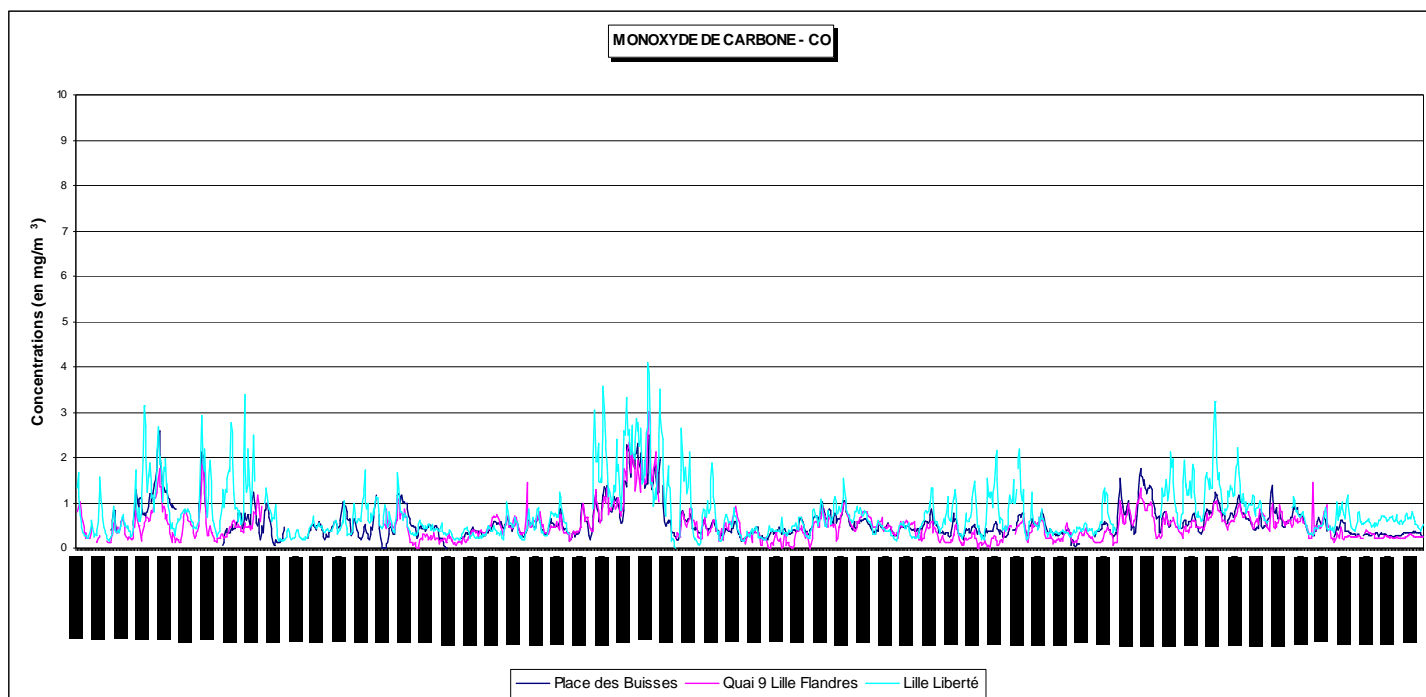
Pour les valeurs réglementaires dans les enceintes ferroviaires, les valeurs guides ont été dépassées sur la station de la descente du métro.

Le monoxyde de carbone

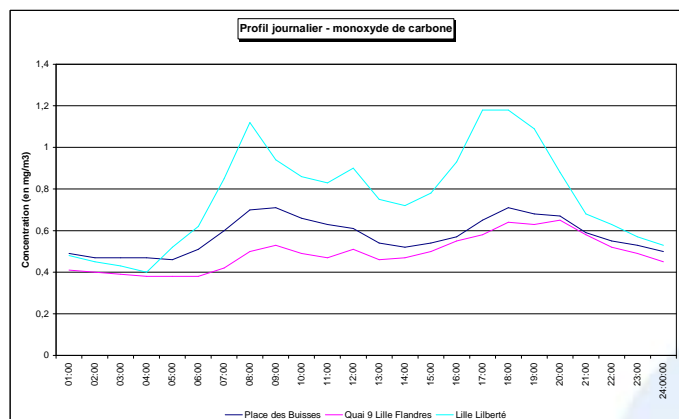
- Moyennes durant la campagne de mesures

Site	Concentration moyenne (mg/m ³)	Valeur horaire maximale (mg/m ³)	Moyenne sur 8 heures glissantes maximales (mg/m ³)
Place des Buisses	0,58	2,57 le 19/11/2005 à 11h00	2,03 le 11/12/2005 à 8h00
Quai 9 Lille Flandres	0,49	3,03 le 11/12/2005 à 21h00	2,17 le 12/12/2005 à 1h00
Lille Liberté	0,77	4,08 le 11/12/2005 à 20h00	2,67 le 10/11/005 à 23h00

- Evolution des moyennes horaires



Contrairement aux autres polluants liés au trafic routier, le monoxyde de carbone est mesuré dans des proportions plus faibles au quai 9 de Lille Flandres qu'à la Place des Buisses, qui elle-même, relève des teneurs nettement plus faibles qu'à la station Lille Liberté.



Les phénomènes de pointes sont également plus fréquents et d'intensité plus forte à la station de Lille Liberté, témoignant la présence d'une source automobile.

Les pointes horaires enregistrées à plusieurs reprises uniquement sur le quai 9 sont restées modérées.

L'écart entre les moyennes de monoxyde de carbone par rapport à la station Lille Liberté s'élève à 25% pour la Place des Buisses et de 36% pour la station du quai 9 alors qu'il est nul pour le polluant dioxyde d'azote et de 20% pour le polluant monoxyde d'azote.

Cela confirme l'existence d'une source de pollution par le dioxyde d'azote au quai 9, autre que le trafic régnant sur le parvis de la gare.

Les profils journaliers de monoxyde de carbone intègrent parfaitement, pour les trois stations de mesures, les deux augmentations journalières des concentrations, avec toutefois des pointes nettement plus marquées sur la station de Lille Liberté. Une hausse est également notée vers 12h.

Ces constatations traduisent l'influence des activités de la population puisque les heures correspondent aux heures usuelles pour se rendre au travail.

Pour ce polluant, la réglementation applicable à l'air ambiant et aux lieux de travail est parfaitement respectée (valeurs inférieures sur 8 heures à 10 mg/m³ en air ambiant et 55 mg/m³ en atmosphère de travail).

Le benzène, le toluène et les xylènes

- Moyennes durant la campagne de mesures

Benzène		
Site	Concentration moyenne (µg/m³)	Valeur horaire maximale (µg/m³)
Place des Buisses	0,79	4,53
Lille Liberté	2,57	15,57

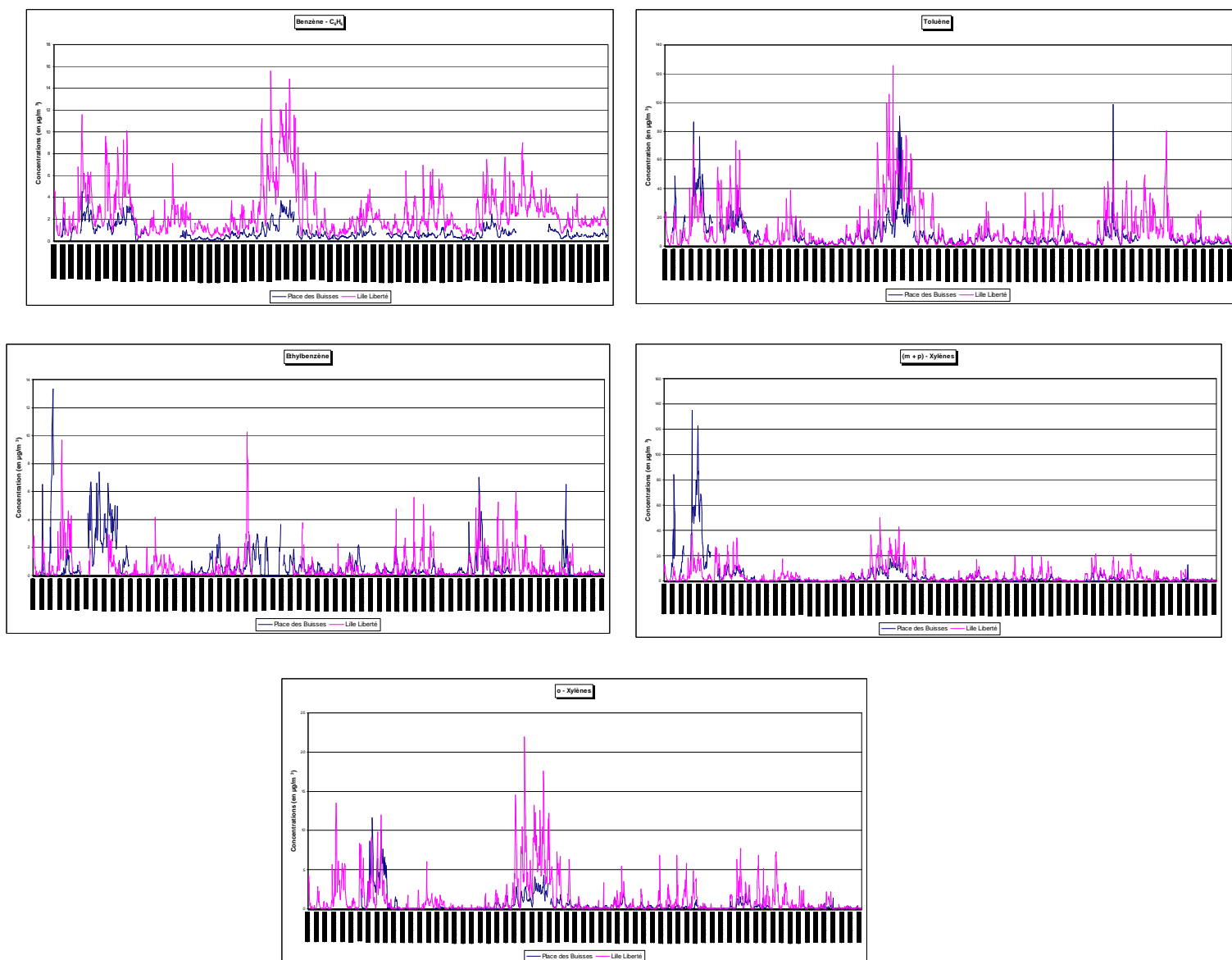
Toluène		
Site	Concentration moyenne (µg/m³)	Valeur horaire maximale (µg/m³)
Place des Buisses	7,60	98,84
Lille Liberté	11,67	125,64

Ethylbenzène		
Site	Concentration moyenne (µg/m³)	Valeur horaire maximale (µg/m³)
Place des Buisses	0,77	13,31
Lille Liberté	0,62	10,25

(m+p)-Xylènes		
Site	Concentration moyenne (µg/m³)	Valeur horaire maximale (µg/m³)
Place des Buisses	4,40	135,13
Lille Liberté	3,96	50,16

o-Xylène		
Site	Concentration moyenne (µg/m³)	Valeur horaire maximale (µg/m³)
Place des Buisses	0,61	11,63
Lille Liberté	1,23	21,92

- Evolution des moyennes horaires



Les évolutions horaires de ces composés organiques volatils mesurés mettent en évidence que l'air du parvis de la gare n'est pas plus pollué que l'air du Boulevard de la Liberté.

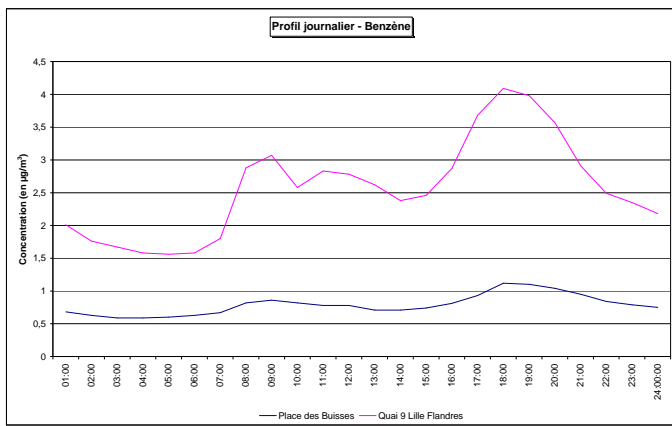
La différence la plus significative se remarque sur les concentrations de benzène et toluène qui sont respectivement 3,2 et 1,5 fois plus élevées sur le site de Lille Liberté.

Seuls les polluants éthylbenzène et (m+p)-xylènes présentent des taux légèrement plus élevés sur le parvis.

Par contre, en moyenne horaire, des teneurs importantes de (m+p)-xylènes ont été observées en début de campagne sur le site de la Place des Buisson mais qui n'ont plus été observées dans la suite de la campagne. Le maximum horaire de 135,13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ est d'ailleurs 2,7 fois plus élevé que celui de Lille Liberté (50,16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Lors de ces pics de pollution, les vents étaient calmes (de l'ordre de 1m/s) et orientés au Nord. Durant cette période, les teneurs en toluène ont également été plus élevées sur le parvis.

D'une manière générale, les évolutions sont comparables sur les deux points de mesures. La plus forte augmentation des teneurs a été observée mi-Décembre, en lien avec de mauvaises conditions de dispersion.

Les niveaux des COV proviennent en grande partie du trafic automobile au voisinage immédiat de la gare, notamment pour le benzène qui n'est pas considéré comme un bon traceur du trafic ferroviaire diesel.



L'évolution d'une journée type montre que les deux augmentations quotidiennes liées aux activités de la population sont beaucoup plus marquées sur la station trafic de Lille Liberté.

La station située place des Buisses subit nettement moins d'influence que la station de Lille Liberté. Cette différence s'explique par le fait que le benzène est un polluant très volatil et comme le site Place des Buisses est plus éloigné des voies de circulation que la station fixe de Lille Liberté, les concentrations sont donc plus faibles.

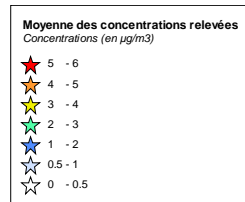
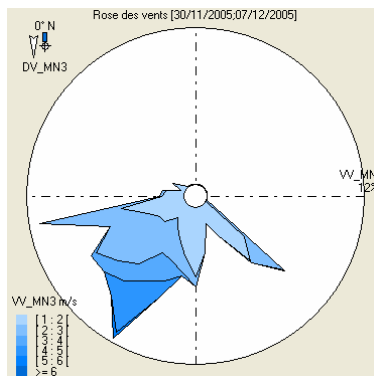
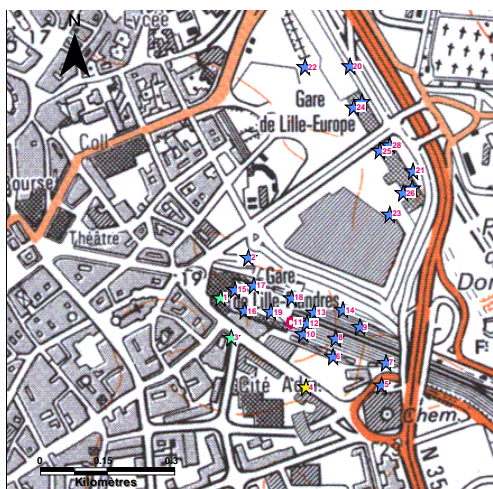
Le tracé des cartographies issues de la mesure par tubes à diffusion passive va nous permettre de réaliser une analyse plus fine des concentrations de COV.

Les cartes présentées pages suivantes présentent les résultats issus de la campagne par tubes à diffusion passive. Elles indiquent la répartition spatiale des polluants benzène, toluène, xylènes et éthylbenzène aux abords et à l'intérieur des gares de Lille. Par souci de lisibilité, seules les cartes de concentrations moyennes, maximales et minimales sont présentées ci-après, par polluant.

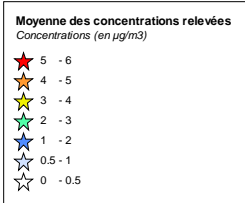
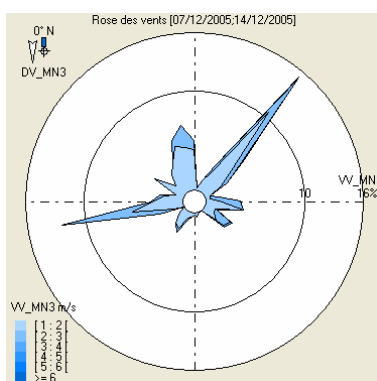
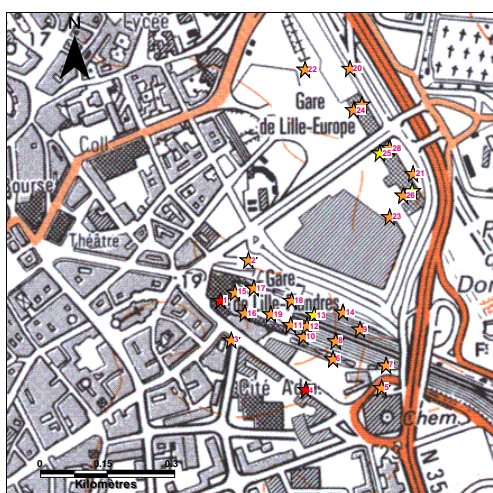
La légende est commune aux cartes et se base sur les valeurs de la campagne caractérisée par la plus grande amplitude dans les mesures, dans une logique de coloration. Les numéros sur les étoiles correspondent au numéro des sites.

Toutes les cartes obtenues semaine par semaine ainsi que des données chiffrées sont déclinées en annexes.

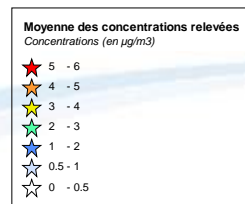
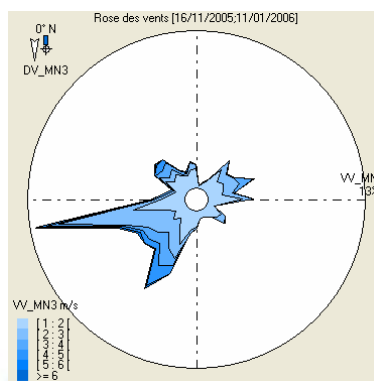
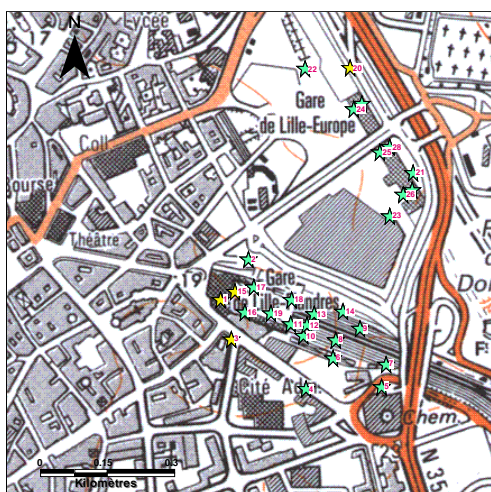
Répartition spatiale du benzène pour la période 3 du 30 Novembre au 07 Décembre 2005 (Période où les concentrations ont été les plus faibles)



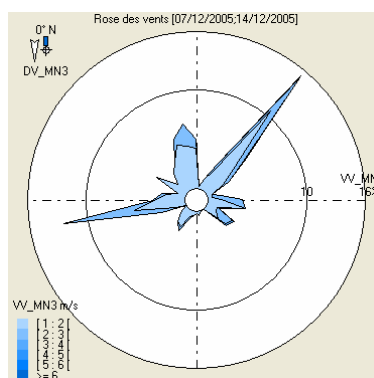
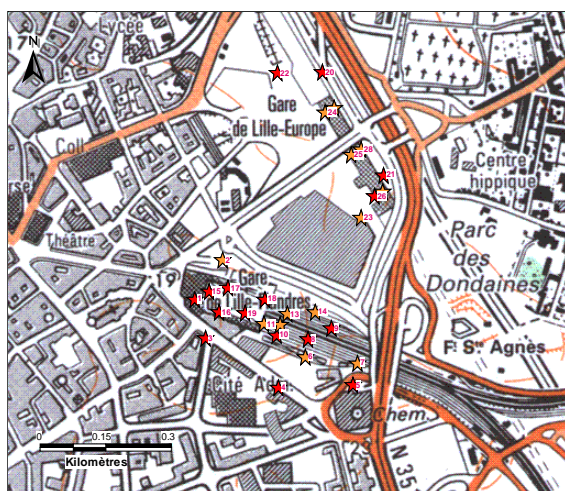
Répartition spatiale du benzène pour la période 4 du 07 au 14 Décembre 2005 (Période où les concentrations ont été les plus élevées)



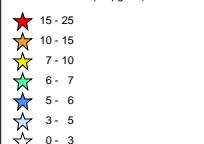
Répartition spatiale du benzène moyenne du 16 Novembre au 11 Janvier 2005



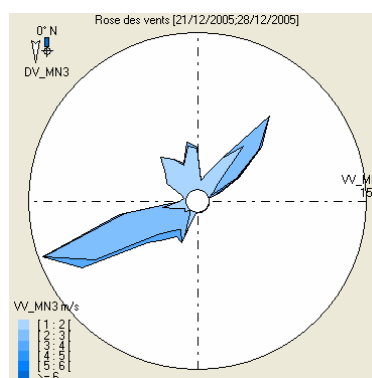
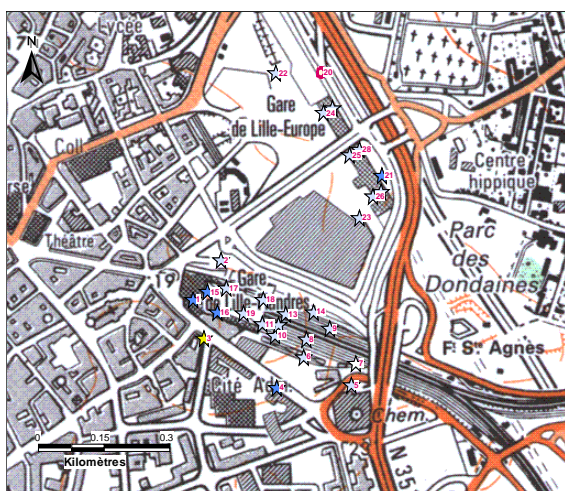
Répartition spatiale du toluène pour la période 4 du 07 au 14 Décembre 2005 (Période où les concentrations ont été les plus élevées)



Moyenne des concentrations relevées
Concentrations (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)



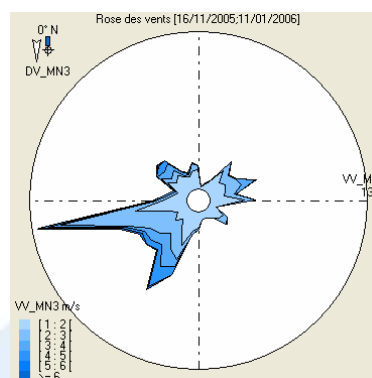
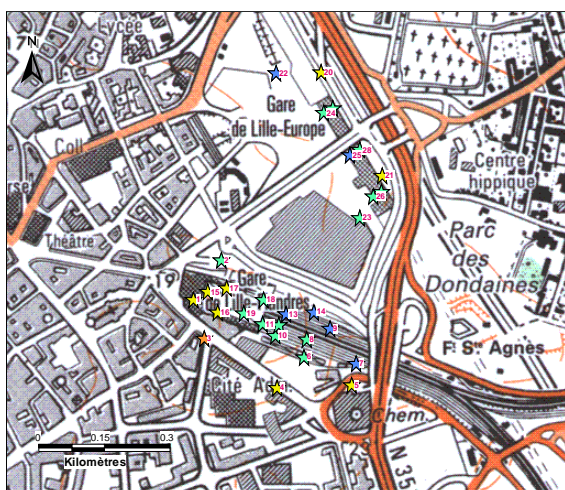
Répartition spatiale du toluène pour la période 6 du 21 au 28 Décembre 2005 (Période où les concentrations ont été les plus faibles)



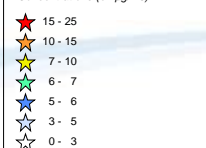
Moyenne des concentrations relevées
Concentrations (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)



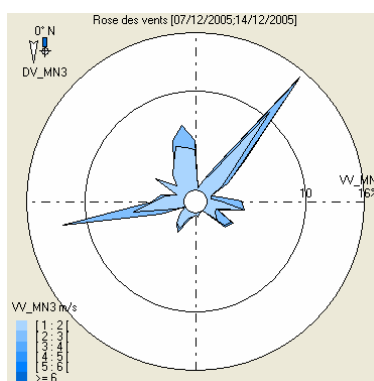
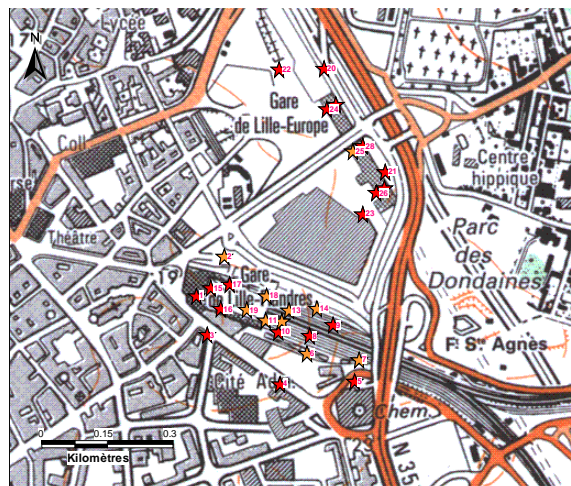
Répartition spatiale du toluène moyenne du 16 Novembre 2005 au 11 Janvier 2006



Moyenne des concentrations relevées
Concentrations (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)



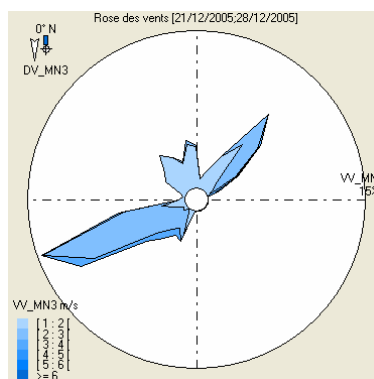
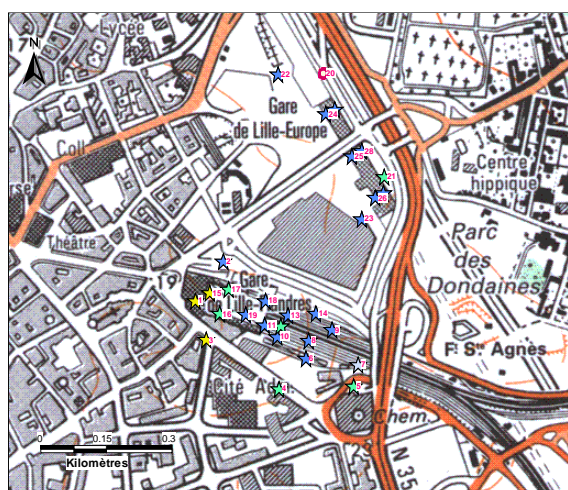
Répartition spatiale des xylènes pour la période 4 du 07 au 14 Décembre 2005 (Période où les concentrations ont été les plus élevées)



Moyenne des concentrations relevées
Concentrations (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)



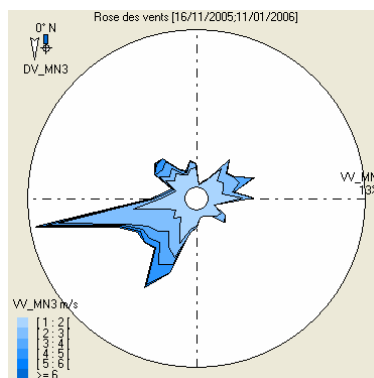
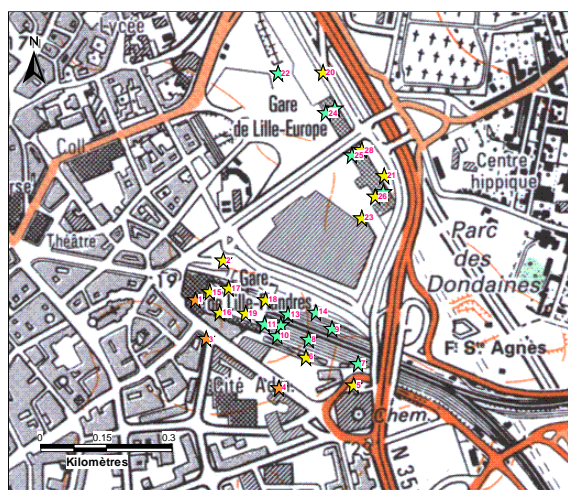
Répartition spatiale des xylènes pour la période 6 du 21 au 28 Décembre 2005 (Période où les concentrations ont été les plus faibles)



Moyenne des concentrations relevées
Concentrations (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)



Répartition spatiale des xylènes moyenne du 16 Novembre 2005 au 11 Janvier 2006

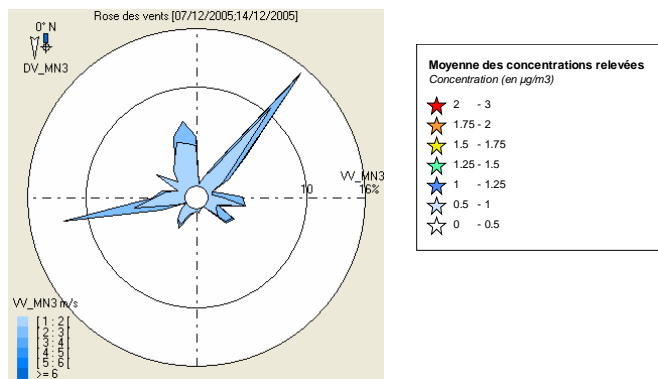
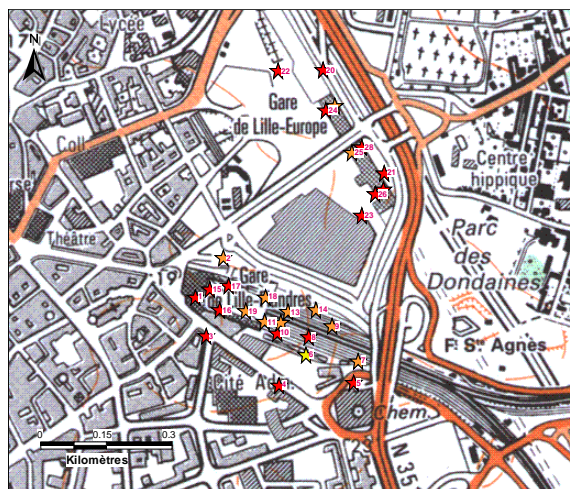


Moyenne des concentrations relevées
Concentrations (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)



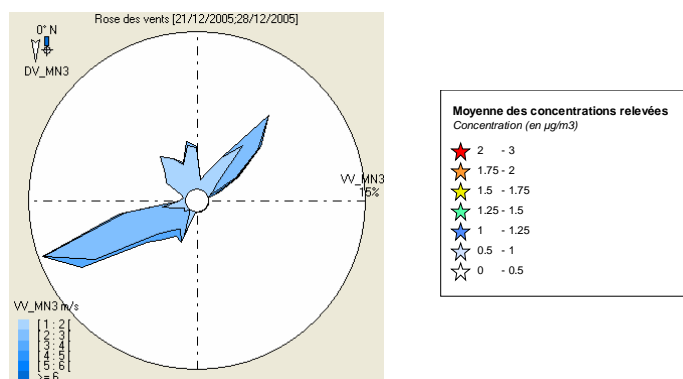
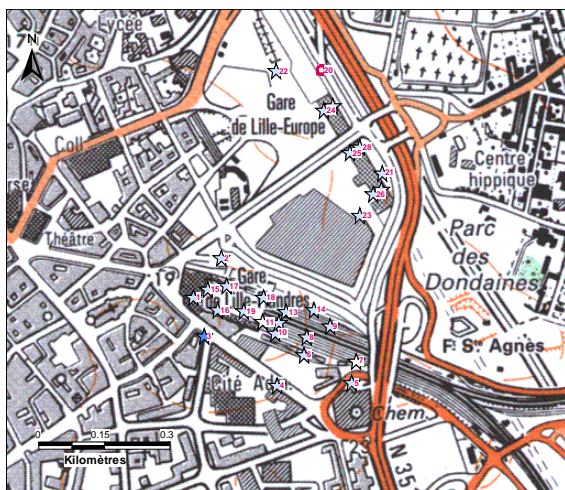
Répartition spatiale de l'éthylbenzène pour la période 4 du 07 au 14 Décembre 2005

(Période où les concentrations ont été les plus élevées)

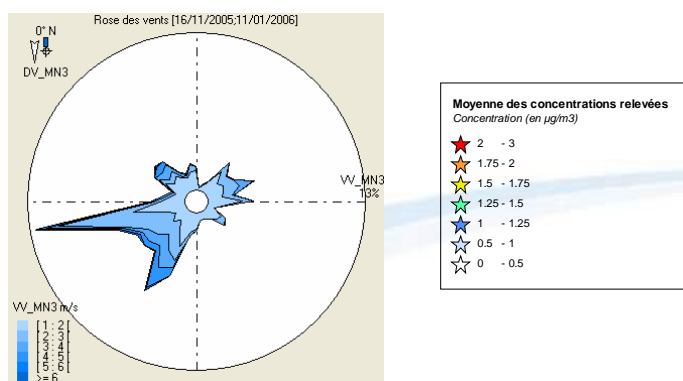
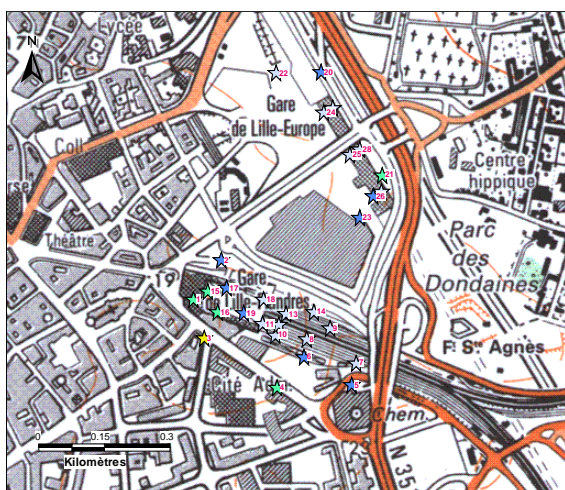


Répartition spatiale de l'éthylbenzène pour la période 6 du 21 au 28 Décembre 2005

(Période où les concentrations ont été les plus faibles)



Répartition spatiale de l'éthylbenzène moyenne du 16 Novembre 2005 au 11 Janvier 2006



La répartition spatiale a permis d'apporter la confirmation que le trafic automobile est en majeure partie l'origine de la pollution par le benzène au voisinage et à l'intérieur des deux gares. Les concentrations sont en moyenne, comprises entre 2 et 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

On remarque que les concentrations mesurées à l'extérieur sont toujours plus élevées qu'à l'intérieur. De plus, un gradient de concentration allant des teneurs plus élevées sur le parvis à des teneurs plus faibles sur le quai renforce ce constat. En effet, pour toutes les semaines, on mesure, en général, des taux plus élevés sur le parvis, inférieurs à ceux du hall, eux-mêmes supérieurs à ceux des quais sur Lille Flandres.

A Lille Europe, les points situés Boulevard de Leeds et Boulevard de Turin relèvent les concentrations maximales, elles-mêmes plus élevées que celles relevées dans le hall, sur les quais et sur l'esplanade.

En moyenne, les sites qui observent la concentration de benzène la plus importante sont les sites situés Rue de Tournai (croisement Avenue Charles St Venant) avec 3,25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ puis le parvis de la gare avec 3,05 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Aussi, le site 15, situé sur le quai voie 15-16 a relevé une concentration de 3,15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur la campagne. Ce site subit l'important trafic automobile qui règne Avenue Willy Brandt.

La semaine qui a noté les niveaux les plus élevés (4,44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne) est la semaine du 7 au 14 Décembre 2005 en lien avec les conditions météorologiques non dispersives. En revanche, les niveaux les plus faibles (1,59 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne) ont été observés durant la semaine précédente du 30 Novembre au 14 Décembre 2005.

En ce qui concerne les autres COV échantillonnés, on remarque que les concentrations maximales ont été relevées à proximité des axes routiers. Au regard des cartographies, un gradient de concentrations s'est établi d'Ouest en Est de la gare Lille Flandres, avec des concentrations plus élevées place de la gare et rue de Tournai. Le gradient est moins marqué pour la gare Lille Europe, qui a observé des teneurs élevées aussi bien le long des boulevards de Leeds et de Turin que sur les quais notamment pour les xylènes (quai voie 45).

Les concentrations de benzène ont été confrontées à la réglementation en vigueur en air ambiant.

La valeur limite de 9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, fixée en moyenne annuelle par le Décret ne serait probablement pas atteinte sur les sites au voisinage immédiat des gares. Le maximum relevé, durant une semaine, pendant laquelle les conditions météorologiques ont favorisé l'accumulation de la pollution, de 5,22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ est bien inférieur à la valeur réglementaire. En revanche, il est fort probable que l'objectif de qualité soit sur une année entière, atteint, notamment pour les sites situés Place de la gare, Rue de Tournai, Boulevard de Leeds et de Turin.

De même, la moyenne de 0,79 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ enregistrée Place des Buisses reste bien inférieure à la valeur limite ainsi qu'à l'objectif de qualité de 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Pour les ambiances de travail, la valeur guide fixée à 3250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur 8 heures, ne devrait pas être dépassée à l'intérieur des gares.

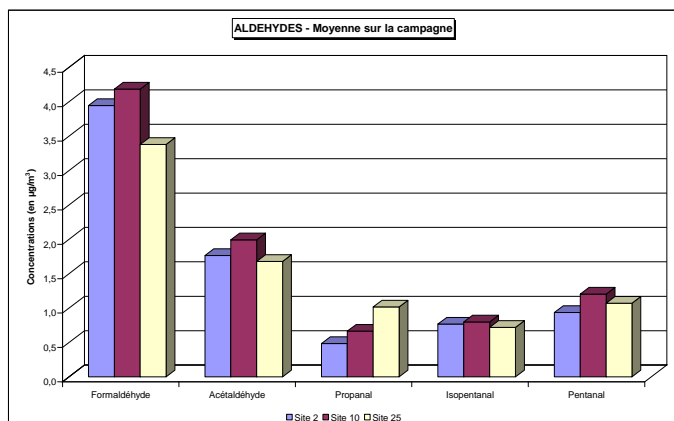
Du point de vue réglementaire, pour les autres polluants, les VLE, valeurs guides de référence dans les atmosphères de travail, ne devraient pas être atteintes.

Les aldéhydes

Les résultats présentés dans le tableau et le graphe ci-dessous sont issus des mesures par tubes à diffusion passive réalisées en trois endroits :

- Site 2, Place des Buisses
- Site 10, à l'intérieur de la gare Lille Flandres
- Site 25, à l'intérieur de la gare Lille Europe

5 prélèvements d'une semaine ont été réalisés.



Certains aldéhydes n'ont pas pu être quantifiés durant cette campagne, leurs concentrations étaient inférieures à la limite de détection : il s'agit de l'acroléine, le butanal, le benzaldéhyde et l'hexanal.

Globalement, les mesures effectuées par les tubes passifs révèlent que les taux d'aldéhydes sont plus importants à l'intérieur des gares que sur la Place des Buisses.

Concentrations des aldéhydes (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Site	Période	formaldéhyde	acétaldéhyde	acroléine	propanal	butanal	benzaldéhyde	isopentanal	pentanal	hexanal
2	16/11/2005 au 23/11/2005	3,8	1,4	< 0,1	0,3	< 0,5	< 0,1	0,7	1,0	< 0,4
10		3,9	1,8	< 0,1	0,6	< 0,5	< 0,1	0,8	1,2	< 0,4
25		3,3	1,6	< 0,1	3,0	< 0,5	< 0,1	0,6	1,0	< 0,4
	Moyenne	3,7	1,6	< 0,1	1,3	< 0,5	< 0,1	0,7	1,0	< 0,4
	Maximum	3,9	1,8	0,0	3,0	0,0	0,0	0,8	1,2	0,0
2	23/11/2005 au 30/11/2005	3,2	1,2	< 0,1	0,4	< 0,5	< 0,1	0,6	1,1	< 0,4
2		3,4	1,3	< 0,1	0,4	< 0,5	< 0,1	0,6	1,2	< 0,4
10		4,1	1,7	< 0,1	0,7	< 0,5	< 0,1	0,7	1,2	< 0,4
25	2,9	1,3	< 0,1	0,4	< 0,5	< 0,1	0,5	0,9	< 0,4	
	Moyenne	3,4	1,4	< 0,1	0,5	< 0,5	< 0,1	0,6	1,1	< 0,4
	Maximum	4,1	1,7	0,0	0,7	0,0	0,0	0,7	1,2	0,0
2	30/11/2005 au 07/12/2005	3,0	1,1	< 0,1	0,3	< 0,5	< 0,1	0,6	1,0	< 0,4
2		3,1	1,1	< 0,1	0,5	< 0,5	< 0,1	0,3	0,9	< 0,4
10		3,6	1,5	< 0,1	0,5	< 0,5	< 0,1	0,6	0,9	< 0,4
25	2,6	1,1	< 0,1	0,3	< 0,5	< 0,1	0,5	< 0,2	< 0,4	
	Moyenne	3,1	1,2	< 0,1	0,4	< 0,5	< 0,1	0,5	0,9	< 0,4
	Maximum	3,6	1,5	0,0	0,5	0,0	0,0	0,6	1,0	0,0
2	07/12/2005 au 14/12/2005	5,4	2,3	< 0,1	0,8	< 0,5	< 0,1	1,0	1,2	< 0,4
2		5,3	2,3	< 0,1	0,8	< 0,5	< 0,1	1,0	1,2	< 0,4
10		5,4	2,6	< 0,1	1,0	< 0,5	< 0,1	1,2	1,6	< 0,4
25	4,6	2,4	< 0,1	0,8	< 0,5	< 0,1	1,1	1,2	< 0,4	
	Moyenne	5,2	2,4	< 0,1	0,8	< 0,5	< 0,1	1,1	1,3	< 0,4
	Maximum	5,4	2,6	0,0	1,0	0,0	0,0	1,2	1,6	0,0
2	04/01/2006 au 11/01/2006	4,1	2,6	< 0,1	0,4	< 0,4	< 0,1	1,0	0,5	< 0,3
2		4,1	2,5	< 0,1	0,5	< 0,4	< 0,1	1,0	0,4	< 0,3
10		3,9	2,3	< 0,1	0,5	< 0,4	< 0,1	0,8	< 0,2	< 0,3
25	3,5	2,0	< 0,1	0,5	< 0,4	< 0,1	0,9	1,2	< 0,3	
	Moyenne	3,9	2,4	< 0,1	0,5	< 0,4	< 0,1	0,9	0,7	< 0,3
	Maximum	4,1	2,6	0,0	0,5	0,0	0,0	1,0	1,2	0,0
Moyenne de la campagne		3,9	1,8	< 0,1	0,7	< 0,5	< 0,1	0,8	1,0	< 0,4
Maximum de la campagne		5,4	2,6	< 0,1	3,0	< 0,5	< 0,1	1,2	1,6	< 0,4

Les teneurs en aldéhydes mesurées sur les trois sites gardent, à l'exception de propanal, toujours les mêmes tendances. Le site le plus chargé est le site situé sur le quai 3-4 de la gare Lille Flandres ; celui qui a relevé les concentrations les plus faibles est le site du quai 43 de Lille Europe.

Le formaldéhyde est la molécule qui semble se trouver, en moyenne, en plus forte concentration.

Pour le propanal, la valeur moyenne de $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a été enregistrée à l'intérieur de la gare de Lille Europe alors qu'elle s'élève à $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sur la Place des Buisses et $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à l'intérieur de Lille Flandres.

L'analyse semaine après semaine montre que les niveaux de concentrations en aldéhydes fluctuent en fonction des conditions météorologiques relevées à l'extérieur même pour les sites situés à l'intérieur des gares, comme le montre la moyenne hebdomadaire maximale des aldéhydes qui a été notée du 7 au 14 Décembre 2005.

Comparées aux mesures effectuées aux alentours de Dunkerque (en période hivernale), on s'aperçoit que les mesures au voisinage et à l'intérieur des gares sont faibles et du même ordre de grandeur pour les composés acroléine, propanal, butanal, benzaldéhyde, isopentanal, pentanal et hexanal.

Composés	Fort-Mardyck	Dunkerque Centre	Petite-Synthe	Site 2 Place des Buisseres	Site 10 Quai 3-4 Lille Flandres	Site 25 Quai 45 Lille Europe
Formaldéhyde	1.6	1.8	1.5	3.9	4.2	3.4
Acétaldéhyde	1.2	1.2	1.1	1.8	2	1.7
Acroléine	< 0.2	< 0.2	< 0.2	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Propanal	0.7	0.6	0.6	0.5	0.7	1
Butanal	< 0.8	< 0.8	< 0.8	< 0.5	< 0.5	< 0.5
Benzaldéhyde	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1	< 0.1
Isopentanal	0.5	0.6	0.5	0.8	0.8	0.7
Pentanal	1.2	1.2	1.3	0.9	1.2	1.1
Hexanal	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4	< 0.4
Somme des composés	5.2	5.5	4.9	7.9	8.9	7.9

Les teneurs en formaldéhyde et acétaldéhyde ont été retrouvées en plus grande quantité dans le quartier des gares de Lille. Les concentrations en aldéhydes sont largement inférieures au VME et VLE fixées pour les ambiances de travail. Pour l'OMS, les valeurs guides recommandées pour le formaldéhyde et l'acétaldéhyde ont de fortes probabilités d'être respectées (0,1 mg/m³ en moyenne 30mn pour le formaldéhyde et 50 µg/m³ en moyenne annuelle pour l'acétaldéhyde).

Les métaux lourds

L'objectif de ces mesures est de caractériser de manière quantitative, les teneurs en plomb, cadmium, arsenic, nickel, chrome, cuivre, manganèse et fer présents dans l'air des deux gares.

Le prélèvement s'est déroulé simultanément sur les deux points de mesure du 21 au 27 Novembre 2005, du 05 au 11 Décembre 2005, du 19 au 25 Décembre 2006 et du 02 au 08 Janvier 2006, soit 4 périodes d'une semaine de mesure.

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.

Sites de Campagne	Dates	As ng/m ³	Cd ng/m ³	Pb ng/m ³	Ni ng/m ³	Cr ng/m ³	Cu ng/m ³	Mn ng/m ³	Fe ng/m ³
Quai 9	21 au 27/11/05	1.61	0.51	27.41	4.17	6.26	83.43	16.69	1132.30
Quai 44 46		1.67	0.50	24.81	4.48	16.44	896.59	23.31	2271.37
Lille Pasteur		1.56	0.44	29.12	3.82				
Marcq-En-Baroeul		2.06	0.59	35.84	4.33				
Quai 9	05 au 11/12/05	1.70	0.93	68.53	5.96	9.54	134.09	25.03	1758.05
Quai 44 46		2.20	1.12	55.64	10.05	29.37	1584.23	46.37	4250.39
Lille Pasteur		2.21	0.81	47.25	5.32				
Marcq-En-Baroeul		1.01	0.69	28.06	3.40				
Quai 9	19 au 25/12/05	0.89	0.47	23.82	3.87	4.47	71.47	10.72	863.61
Quai 44 46		0.78	0.45	22.41	5.38	14.64	836.82	15.24	1613.87
Lille Pasteur		0.86	0.39	27.55	3.85				
Marcq-En-Baroeul		0.75	0.41	25.39	2.99				
Quai 9	02 au 08/01/06	2.36	0.97	36.76	8.67	29.89	1643.75	41.84	4094.44
Quai 44 46		2.26	0.92	37.25	5.96	7.45	101.31	19.37	1221.69
Lille Pasteur									
Marcq-En-Baroeul									

Non mesuré
Problèmes techniques

Concentrations en ng/m ³	Arsenic			Cadmium			Plomb			Nickel		
	Moyenne	Minimum	Maximum	Moyenne	Minimum	Maximum	Moyenne	Minimum	Maximum	Moyenne	Minimum	Maximum
Quai 9	1.64	0.89	2.36	0.72	0.47	0.97	39.13	23.82	68.53	5.67	3.87	8.67
Quai 44-46	1.73	0.78	2.26	0.75	0.45	1.12	35.03	22.41	55.64	6.47	4.48	10.05
Lille Pasteur	1.54	0.86	2.21	0.55	0.39	0.81	34.64	27.55	47.25	4.33	3.82	5.32
Marcq-En-Baroeul	1.27	0.75	2.06	0.56	0.41	0.69	29.76	25.39	35.84	3.57	2.99	4.33
Rouen	3.4	3.10	3.80	0.5	0.20	0.90	35.37	56.30	25.10	16.7	14.70	21.00

Concentrations en ng/m ³	Cuivre			Chrome			Manganèse			Fer		
	Moyenne	Minimum	Maximum	Moyenne	Minimum	Maximum	Moyenne	Minimum	Maximum	Moyenne	Minimum	Maximum
Quai 9	483.19	71.47	1643.75	12.54	4.47	29.89	23.57	10.72	41.84	1962.10	863.61	4094.44
Quai 44-46	854.74	101.31	1584.23	16.97	7.45	29.37	26.07	15.24	46.37	2339.33	1221.69	4250.39
Rouen				10.3			41.5			4114.6		

Mis à part le polluant plomb pour lequel les concentrations observées ont été les plus élevées sur le quai 9, les concentrations des autres polluants relevées sur le quai 44-46, se sont avérées supérieures à celles des autres stations.

Pour les quatre polluants arsenic, cadmium, nickel et plomb, les valeurs fixées par la Directive Européenne ont été respectées pour les semaines de mesure. On peut également remarquer que les valeurs réglementaires en atmosphère de travail (VME et VLE) n'ont pas été atteintes pour les polluants plomb, cadmium, arsenic, nickel, chrome, manganèse et cuivre. Pour le composé manganèse, il existe aussi une valeur guide de l'OMS de 150 ng/m³ sur une année entière, valeur qui est supérieure à la moyenne retrouvée sur les sites des gares (23,57 ng/m³ et 26,07 ng/m³ respectivement pour les sites de Lille Flandres et Lille Europe). Les valeurs guides OMS concernant le plomb (500 ng/m³ par an) et le cadmium (5 000 000 ng/m³) sont elles mêmes respectées.

Excepté pour la station de Marcq-en-Baroeul, les variations observées semaine après semaine, montrent une bonne homogénéité pour les stations du quai 9, du quai 44-46 et de Lille Pasteur avec une augmentation notée du 5 au 11 Décembre 2005. Cette observation est en adéquation avec les observations météorologiques défavorables à la dispersion de la pollution durant cette semaine.

Pour la dernière période de mesure (du 2 au 8 Janvier 2006), des différences apparaissent, toutefois, tant en terme de variations que de niveaux de concentrations, entre les deux points de mesure des gares. En effet, pour les polluants chrome, cuivre et fer, à l'inverse des trois premières semaines, les concentrations relevées du 2 au 8 Janvier sur le quai 9, ont été plus élevées que celle relevées sur le quai 44-46. De plus, cette dernière semaine a observé une tendance inverse avec une diminution des teneurs pour le quai 44-46, alors que le quai 9 a observé une hausse.

Pour le cadmium, le nickel et le manganèse, la tendance à la hausse a été notée sur les deux stations en semaine 4, par contre les niveaux de concentration se sont inversés par rapport aux trois premières périodes : les valeurs relevées ont été supérieures à la station du quai 9.

A contrario, les valeurs du polluant plomb relevées au quai 9, qui étaient légèrement supérieures à celles de la station du quai 44-46 en Novembre et Décembre, ont atteint des concentrations inférieures à celles du quai de Lille Europe en Janvier.

Les valeurs ont été comparées aux résultats des mesures effectuées en gare de Rouen (quai central) en Novembre 2004. Cette comparaison montre que les niveaux relevés en gares de Lille sont le plus souvent proches ou inférieures à ceux relevés en gare de Rouen. L'écart entre les concentrations est le plus marqué pour les polluants nickel et fer.

Les teneurs en polluants d'origine métallique sont plus élevés à l'intérieur des gares qu'à l'extérieur de 2 à 25 % selon les polluants. La gare de Lille Europe présente, quant à elle, de 4 à 44 % de taux en polluants en plus par rapport à la gare de Lille Flandres. Les écarts sont les plus conséquents pour le cuivre, le chrome et le fer.

Les Hydrocarbures aromatiques polycycliques

L'objectif de ces mesures est de caractériser de manière quantitative, les teneurs HAP présents dans l'air des deux gares.

Le prélèvement s'est déroulé simultanément sur les deux points de mesure du 28 Novembre au 04 Décembre 2005 et du 26 Décembre 2005 au 01 Janvier 2006, soit 2 périodes d'une semaine de mesure.

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.

Concentrations (en ng/m ³)	Site Quai 9			Site Quai 44-46			Correlation
	Semaine 1	Semaine 2	Moyenne	Semaine 1	Semaine 2	Moyenne	
	Du 28/11/2005 au 04/12/2006	Du 26/12/2005 au 1/01/2006		Du 28/11/2005 au 04/12/2006	Du 26/12/2005 au 1/01/2006		
Fluoranthène	1.2	1.3	1.25	1.7	2	1.85	0.68
B(b)fluoranth.	0.9	1.3	1.1	1.5	1.4	1.45	0.76
B(a)anthracène	0.3	0.4	0.35	0.4	0.5	0.45	0.78
B(ah)anthracène	< 0.1	< 0.1		< 0.1	< 0.1		1.00
B(k)fluoranth.	0.4	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6	0.83
B(a)pyrène	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.80
B(ghi)perylene	0.5	0.8	0.65	0.8	0.8	0.8	0.81
Indenopyrene	0.5	0.8	0.65	0.7	0.8	0.75	0.87
Anthracène	0.3	0.4	0.35	0.5	0.5	0.5	0.70
Chrysène	0.9	1	0.95	1.1	1.2	1.15	0.83
Naphtalène	< 0.1	< 0.1		< 0.1	< 0.1		1.00
Phénanthrène	< 0.1	< 0.1		< 0.1	< 0.1		1.00
Pyrène	0.2	0.5	0.35	0.6	0.6	0.6	0.58
HAP Totaux	5.6	7.5	6.55	8.4	8.9	8.65	

De manière générale, on observe des taux de HAP plus élevés à l'intérieur de la gare de Lille Europe qu'à la gare de Lille Flandres, comme en témoigne la valeur des HAP totaux de 8,65 ng/m³ sur le quai 44-46 contre 6,55 ng/m³ sur le quai 9.

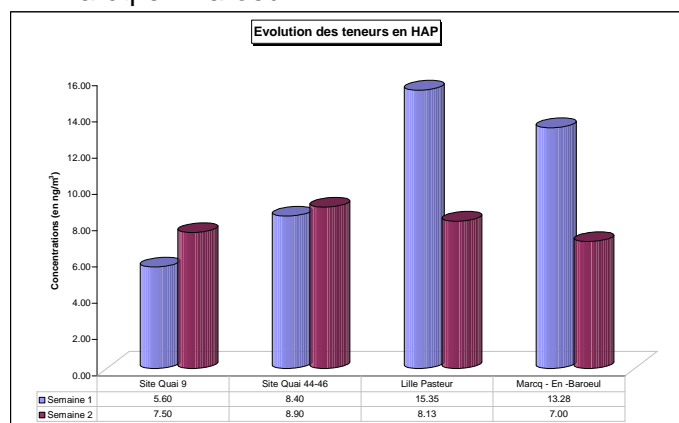
L'écart le plus important se fait sur le Pyrène et le Fluoranthène. Ces deux molécules seraient des HAP prédominants dans les émissions des engins diesel.

Il est possible d'émettre plusieurs hypothèses face à ce constat :

- le passage régulier de motrices diesel sur les quais souterrains entraînerait des concentrations de HAP plus importantes à Lille Europe qu'à Lille Flandres
- le quai de la gare de Lille Europe étant plus confiné, le renouvellement d'air y est moins important ce qui induit une accumulation des taux de HAP, lié au trafic automobile

Du côté de la réglementation, seul le benzo(a) Pyrène fait l'objet, en air ambiant, d'une valeur cible de 1 ng/m³ en moyenne annuelle. Si l'on confronte les valeurs relevées en gares de Lille, cet objectif ne serait probablement pas, sur une année entière, dépassé, d'autant plus que les concentrations observées sont classiquement plus élevées en hiver que pendant la période estivale.

Dans le Nord Pas-de-Calais, les HAP sont mesurés dans l'air ambiant sur les sites de Lille Pasteur et Marcq-en-Baroeul.



Afin de répondre aux exigences de la Directive Européenne pour ces deux sites, le prélèvement est effectué durant 48 heures tous les 6 jours, à l'aide d'un préleveur Digitel DA 80 à haut débit. Le graphe ci-dessous effectue la comparaison entre les résultats des sites de la région et les sites des gares. Cette comparaison a été réalisée à titre indicatif, les périodes de prélèvement et l'appareil de mesure n'ayant pas été tout à fait identiques.

L'évolution des taux de HAP montre qu'en période 1, les concentrations étaient nettement plus importantes pour les sites de Lille Pasteur et Marcq-en-Baroeul. Par contre, pour la deuxième semaine, la tendance s'est inversée avec des concentrations plus faibles pour ces deux mêmes sites. Cette observation laisse présager que les sites à l'intérieur des deux gares ne sont pas influencés par les mêmes sources d'émission.

Analyses spécifiques

Influence du vent extérieur

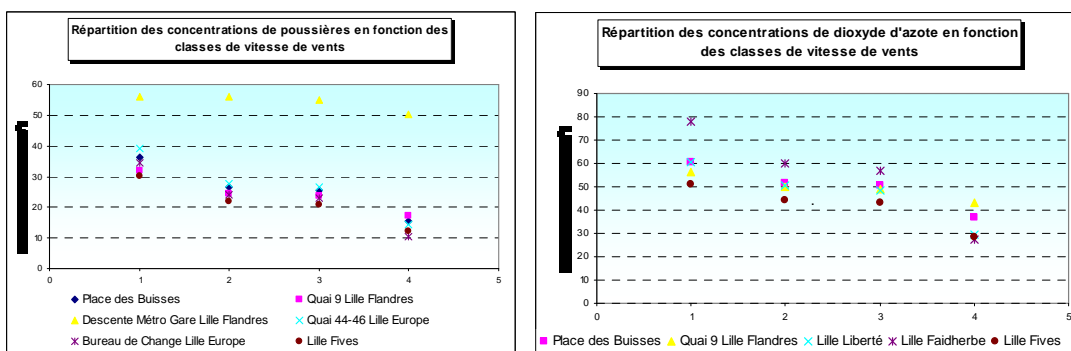
La force et la direction du vent influencent l'efficacité de la dispersion et la distance de transports des polluants. A l'extérieur, les fortes concentrations en polluants sont observées en présence d'un vent faible et elles diminuent si le vent augmente. Une analyse de la vitesse des vents en fonction des concentrations observées a donc été réalisée sur la période de mesure.

Les calculs ont été réalisés à partir des données de la station de Tourcoing, dont la vitesse et la direction des vents est globalement représentative de la métropole Lilloise.

A l'exception de la station de la descente du métro Lille Flandres, les stations, pour tous les polluants mesurés, observent une diminution des concentrations lorsque la vitesse augmente.

La station située sur le quai 44-46 en souterrain à Lille Europe observe les mêmes tendances. La gare de Lille Europe possède des ouvertures significatives vers l'extérieur, côté esplanade uniquement, qui créent des courants d'air. Le vent peut ainsi facilement s'engouffrer de ce côté.

Pour la station de la descente du métro de la gare de Lille Flandres, les moyennes calculées de poussières sont relativement constantes quelles que soit la vitesse du vent ce qui montre que le vent n'a pratiquement pas d'influence. La source d'émission de poussières étant importante, le vent même fort n'a pas permis de disperser la pollution.



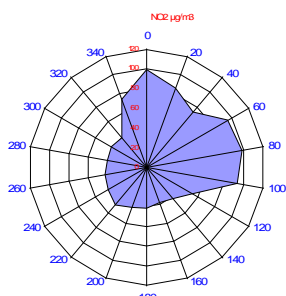
On peut visualiser l'influence de diverses sources d'émission atmosphérique, en calculant les concentrations moyennes relevées en fonction de la direction du vent.

Il est alors possible de construire des roses de pollution en combinant les données météorologiques et les données de pollution atmosphérique. A titre d'exemple, figurent ci-dessous les roses des pollutions du dioxyde d'azote.

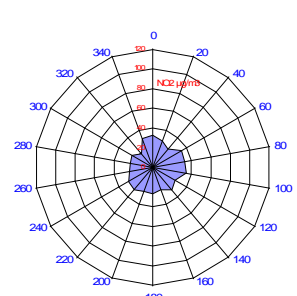
Les roses de pollution montrent que la pollution provenait majoritairement de l'Est et du Nord-Est. Il semblerait donc que les sites soient sous influence des gares et de la voie rapide de Lille. Toutefois, ces directions des vents ne sont que légèrement majoritaires pour le polluant NO₂ dont la pollution proviendrait de l'ensemble des directions de l'espace.

Du fait de son confinement, la rose des pollutions de la station Quai 44-46 est moins marquée que les autres stations.

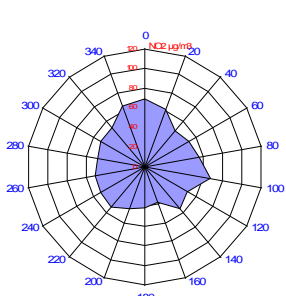
Lille Liberté : Moyennes en dioxyde d'azote par direction de vent



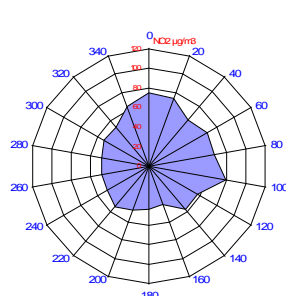
Quai 44 - 46 : Moyennes en dioxyde d'azote par direction de vent



Quai 9 : Moyennes en dioxyde d'azote par direction de vent



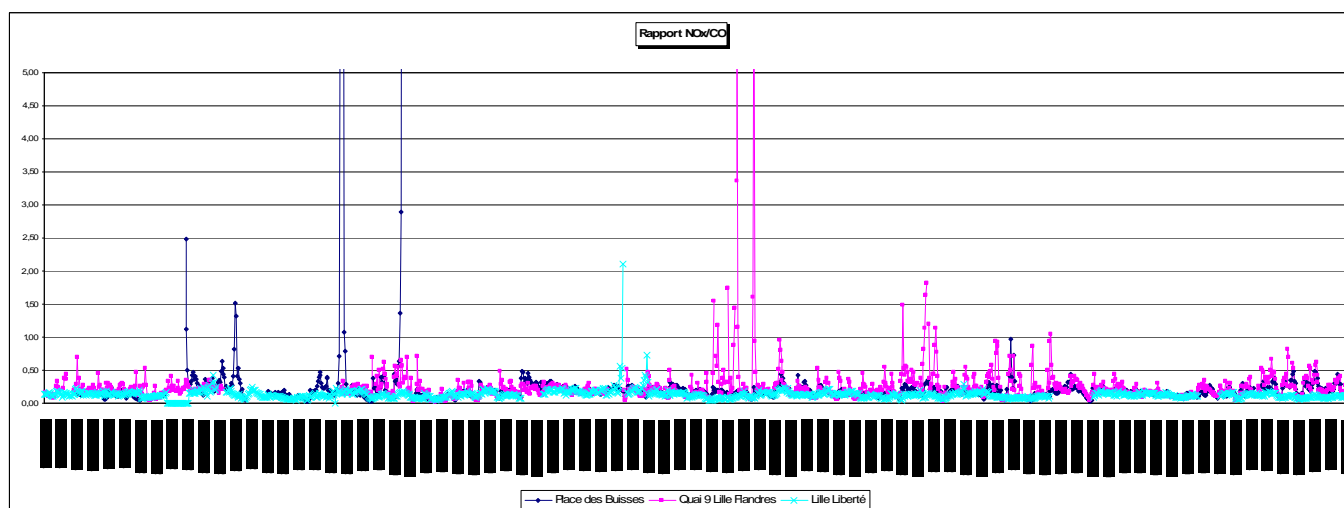
Place des Buisseries : Moyennes en dioxyde d'azote par direction de vent



Mise en relation des niveaux de pollution avec le trafic ferroviaire

L'augmentation conjointe oxydes d'azote - benzène induit comme on a pu le voir précédemment une influence importante des émissions du trafic routier. A l'inverse, le trafic ferroviaire, n'est pas un émetteur de benzène ni de monoxyde de carbone (faibles quantités) mais de dioxyde d'azote et de poussières (AIPARIF, 2003). Les proportions des deux derniers sont toutefois différentes de celles du trafic routier.

Au vu de ces considérations, les rapports $\text{NO}_x/\text{Benzène}$ et NO_x/CO des stations des gares et de Lille Liberté (station considérée comme uniquement influencée par le trafic routier), si l'influence est différente, ne devraient pas être similaire et donneraient une indication sur le rapport entre l'influence du trafic routier et du trafic ferroviaire sur la qualité de l'air.

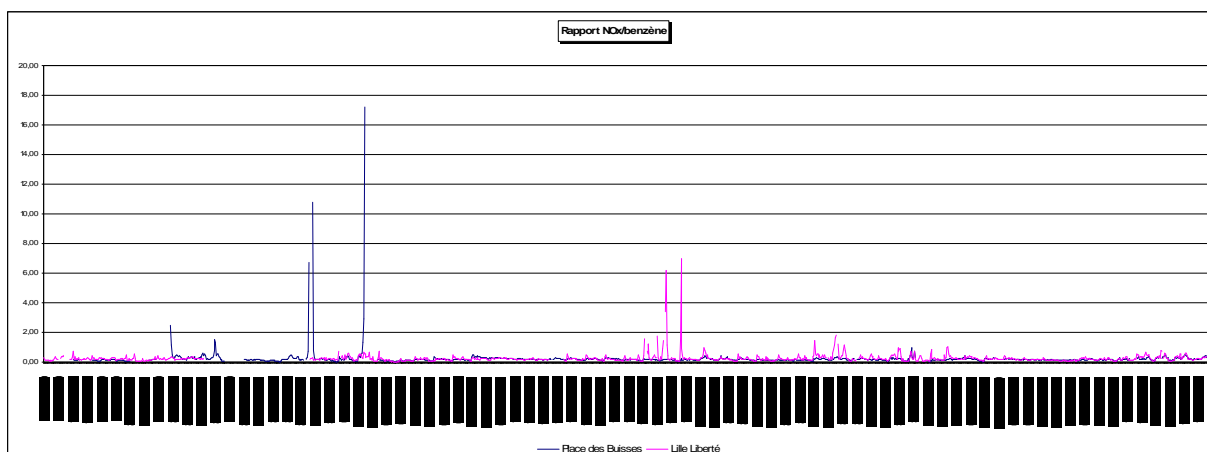


Au cours de la campagne de mesures, le rapport NO_x/CO de la station Boulevard de la Liberté présente des variations normales au cours de la journée avec des valeurs comprises entre 0 et 0,5, indiquant une influence régulière de la circulation automobile. A l'instar de la station boulevard de la Liberté, le rapport NO_x/CO de la station Place des Buisseries et plus particulièrement au quai 9 de Lille Flandres présente des variations irrégulières avec des maxima très élevés allant jusqu'à 17,2, illustrant l'impact important d'une pollution différente du trafic automobile.

A noter que les valeurs élevées ont été, sur le site du quai 9, relevées de façon régulière sur la campagne avec des maxima en décembre.

On remarque également que le week-end précédant les vacances scolaires a vu le rapport NO_x/CO recueillir les valeurs plus élevées sur le quai 9. Le nombre de locomotives Diesel aurait pu être vu à la hausse pour les besoins des départs en vacances. Il est alors aisé de penser que cette pollution est liée au trafic ferroviaire.

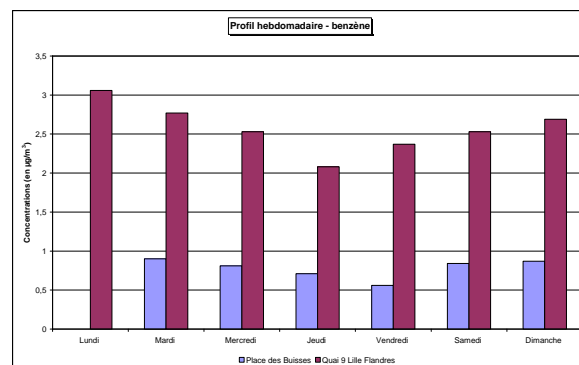
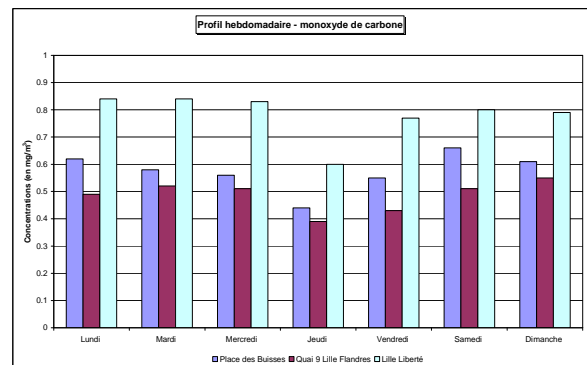
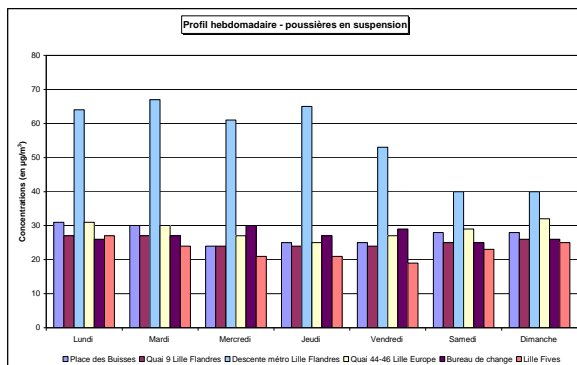
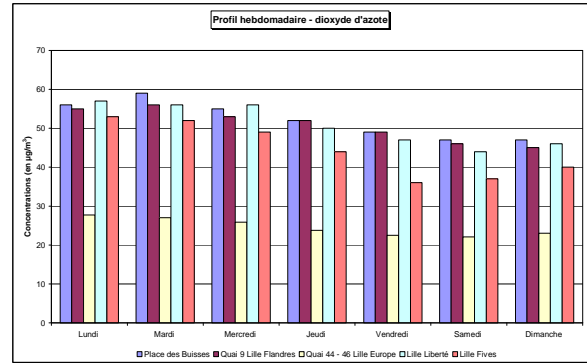
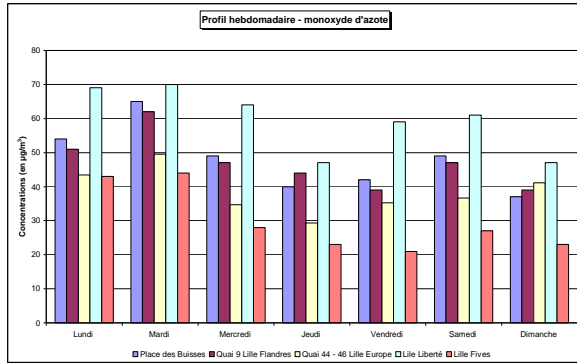
Le rapport $\text{NO}_x/\text{Benzène}$ entre la place des Buisseries et la station de Lille Liberté est plutôt comparable avec des différences en début et milieu de campagne.



Evolution des concentrations en week-end et en période de vacances scolaires de Noël

Afin de distinguer l'impact des activités de la population aux abords et à l'intérieur des gares de Lille Flandres et de Lille Europe sur les niveaux constatés durant les week-ends et en semaine, des profils de concentrations ont été réalisés par semaine pour le NO, NO₂, CO, poussières et benzène.

Les graphiques ci-dessous représentent les profils journaliers des polluants cités pour la campagne de mesure.



A l'exception du polluant poussières en suspension, les profils hebdomadaires des stations de mesure observent des allures assez similaires, même si les niveaux de concentrations sont bien différents.

Il est vrai que pour le polluant poussières en suspension, l'évolution des concentrations sur 1 semaine type semble être différente entre les valeurs de la descente du métro de Lille Flandres et les autres stations. On constate que les teneurs ont, en général, tendance à être élevées lundi, mardi puis diminuer en milieu de semaine pour augmenter à nouveau vendredi, samedi et dimanche. A l'inverse, les minima des teneurs enregistrées dans le hall de la gare de Lille Flandres apparaissent le samedi et le dimanche. Cela apporte un élément supplémentaire à l'hypothèse émise dans les paragraphes précédents : une source de pollution différente de celles habituellement rencontrées dans le hall de la gare est présente lors de cette campagne. Il est maintenant possible d'émettre avec une quasi-certitude que les travaux entrepris pour moderniser la station de Lille Flandres ont occasionné un apport supplémentaire important de poussières dans le hall de la gare de Lille Flandres.

Pour les polluants liés au trafic routier NO, CO et benzène, le profil est assez similaire à celui des poussières en suspension, à savoir un creux en milieu de semaine, avant une nouvelle hausse le week-end. Tout cela est bien corrélé avec la fréquentation de ce quartier tant en terme de circulation automobile que d'affluence humaine.

Pour le dioxyde d'azote, cette tendance n'est pas aussi marquée, mais elle est semblable sur les cinq points de mesure.

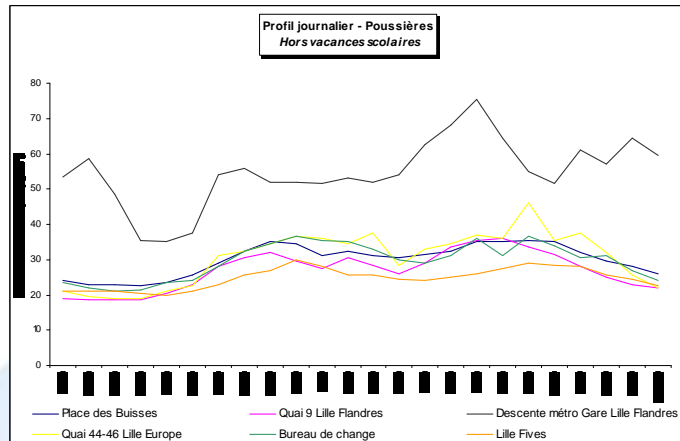
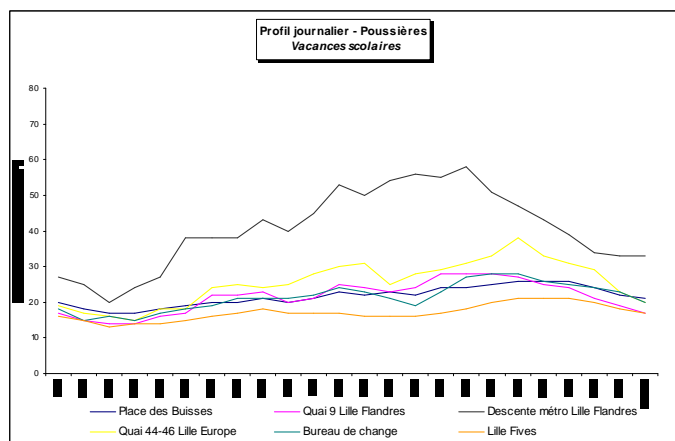
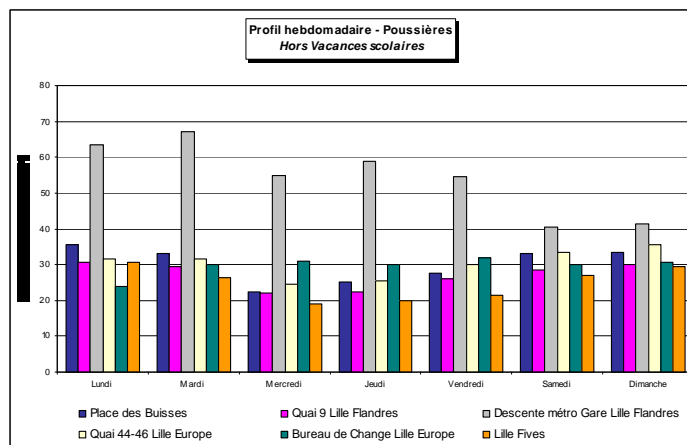
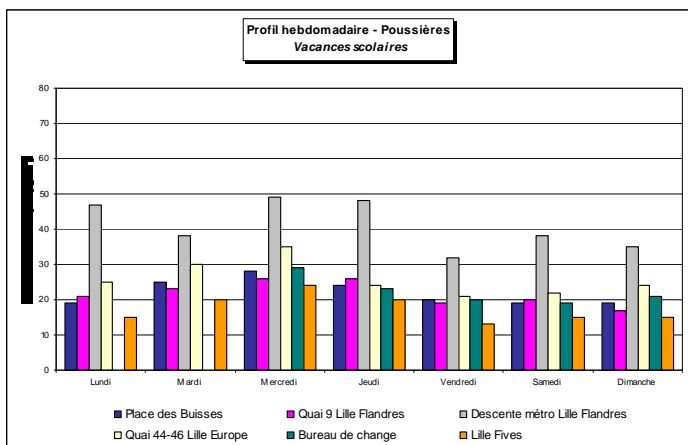
Aucun lien avec le trafic ferroviaire ne peut être évoqué pour ce point, la SNCF n'ayant fourni aucune donnée sur le trafic hebdomadaire des trains diesel et électrique.

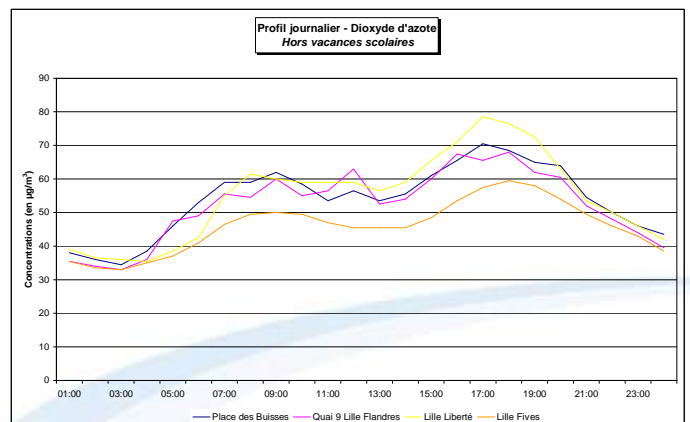
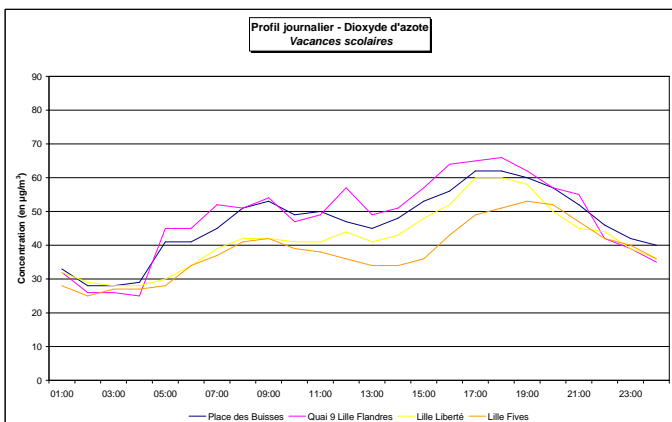
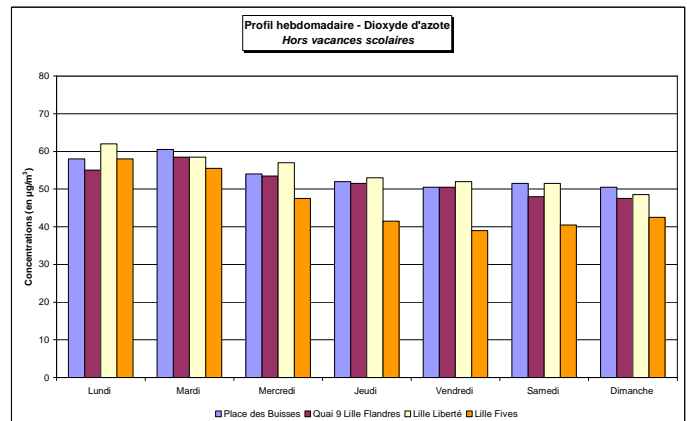
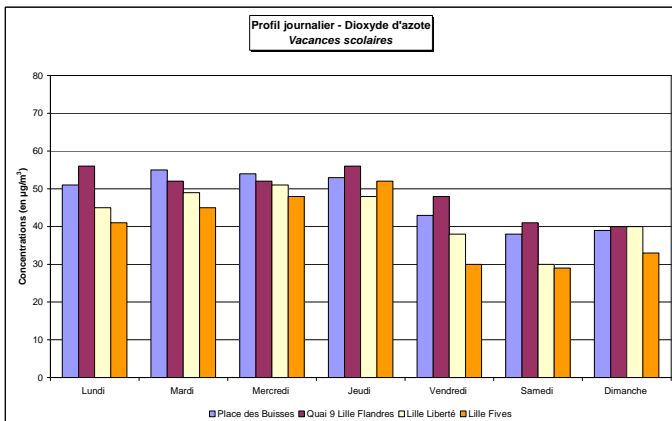
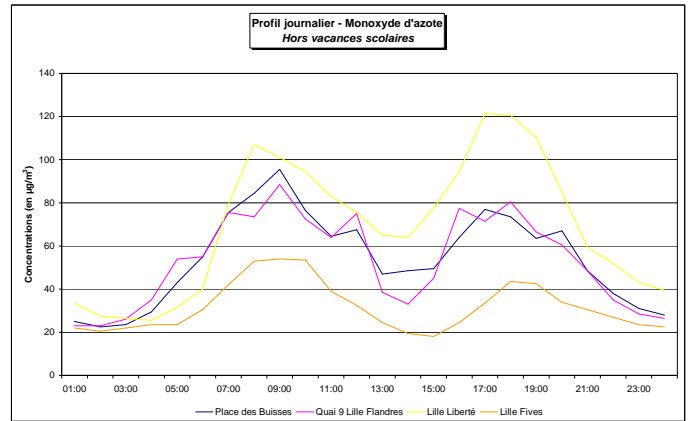
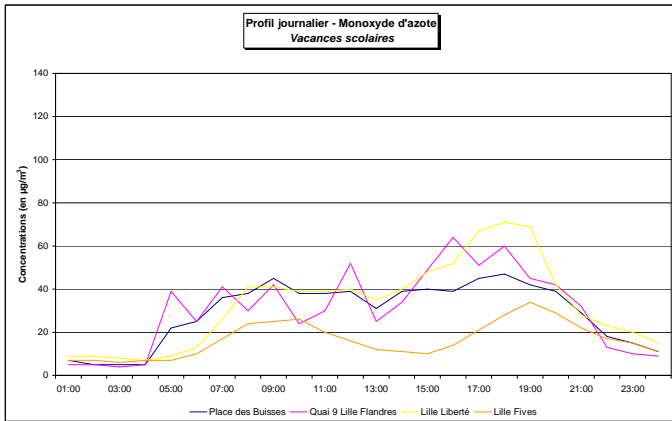
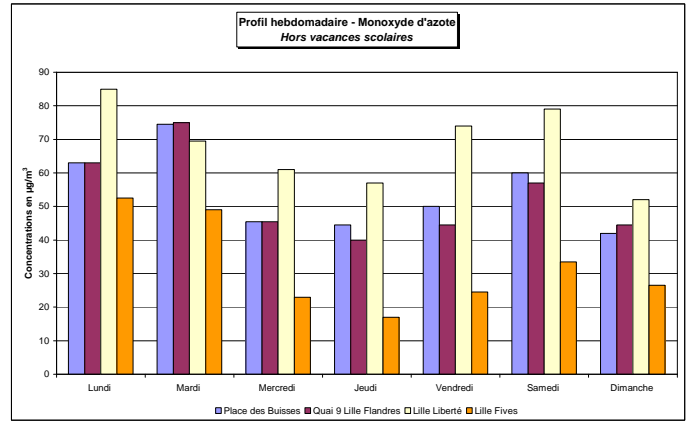
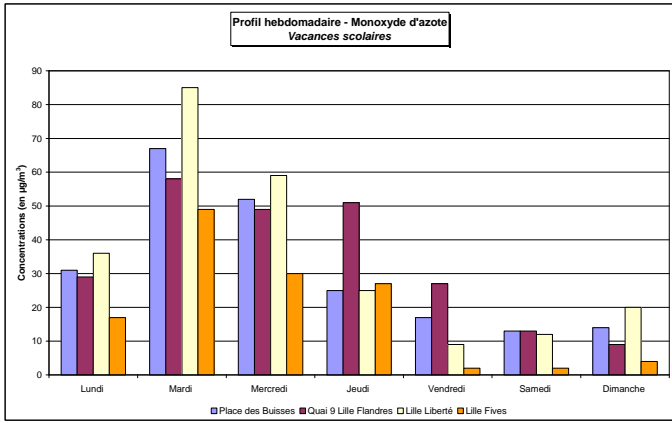
Au cours de notre étude, se sont déroulées les vacances de Noël du 17 Décembre 2005 au 1^{er} Janvier 2006. Cette période est une période, à priori, d'affluence différente. Les graphiques détaillés pages suivantes détaillent les profils journaliers et hebdomadaires des concentrations en polluants NO₂, NO et Ps, polluants pour lesquels les comportements pendant et hors vacances scolaires sont représentatifs de l'ensemble des polluants.

Le profil moyen calculé sur la période des vacances scolaires montre une diminution significative des concentrations le matin et le soir pour le polluant monoxyde d'azote. Durant la période des vacances scolaires, les niveaux semblent être plus homogènes sur l'ensemble de la journée (lissage de la courbe). Cette diminution est également remarquée sur la semaine.

Concernant les composés poussières en suspension et dioxyde d'azote, les comportements horaires et journaliers sont relativement similaires entre les deux périodes. Les concentrations sont toutefois bien inférieures pendant les vacances scolaires.

A noter, que pour le site situé dans le hall de la gare, les teneurs élevées enregistrées pendant la nuit n'ont pas été observées pendant les vacances de Noël, en lien avec une activité réduite sur les chantiers de la station de métro, lors de cette période.





Comparaison avec d'autres études dans les enceintes ferroviaires françaises

D'autres études ont été réalisées ces dernières années dans les gares en France. Les tableaux ci-dessous regroupent les principales valeurs rencontrées dans le hall des gares et/ou sur les quais. Les comparaisons ont été effectuées pour les polluants classiquement mesurés NO₂, NO, CO et Ps.

Ville	Année	Site	Valeurs Moyennes Ps ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valeurs moyennes CO (mg/m^3)	Valeurs moyennes NO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valeurs moyennes NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Paris Gare St Lazare	2001	Hall	35	0,7	118 (NOx)	
Paris Gare de l'Est	2001	Hall	29	0,8	142 (NOx)	
Poitiers	2002	Hall	35	0,5	11	28
		Quai	26	0,2	12	24
Bordeaux	2001	Hall	45	0,58 (2002)	37	64
		Quai	-	-	-	36,7
Arras	2003	Hall	35	-	-	36
		Quai	25	0,52	39	41
Béthune	2002	Hall	36	-	-	31
		Quai	23	0,43	22	32
Rouen	2004	Hall	-	-	-	-
		Quai	42	-	-	81
Lille Flandres	2005-2006	Hall	56	-	-	52
		Quai	25	0,49	47	51
Lille Europe	2005-2006	Hall	27	-	-	46
		Quai	29	-	39	24

Même si les concentrations mesurées dans le hall et sur les quais des gares de Lille paraissent élevées, les niveaux rencontrés sont comparables à ceux mesurés dans d'autres gares en France (à l'exception du site à l'intérieur du hall de gare de Lille Flandres). Pour les oxydes d'azote, les valeurs enregistrées à Lille sont inférieures à celles mesurées à la gare de l'est de Paris et à la gare de Rouen mais supérieures à celles mesurées dans les gares du Nord – Pas de Calais.

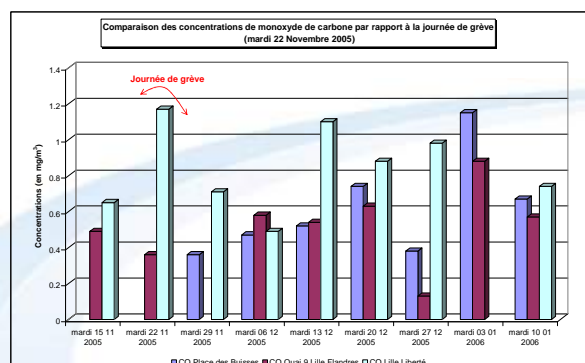
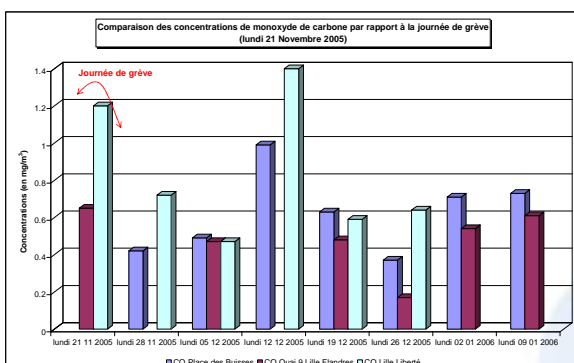
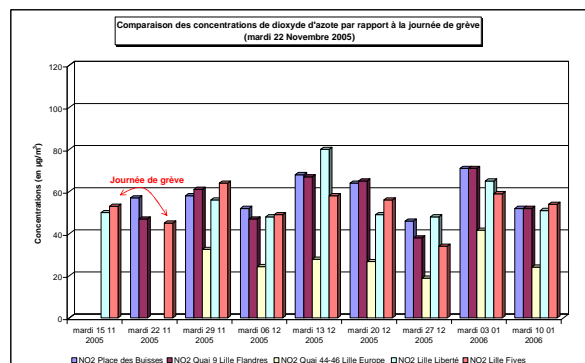
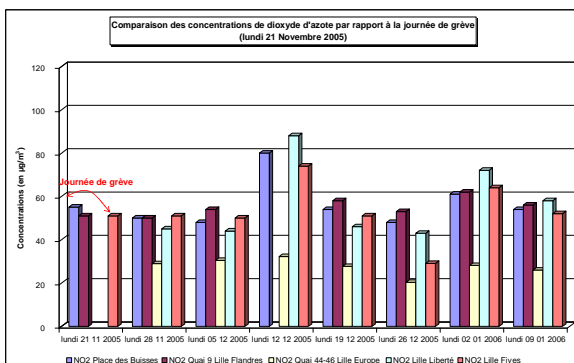
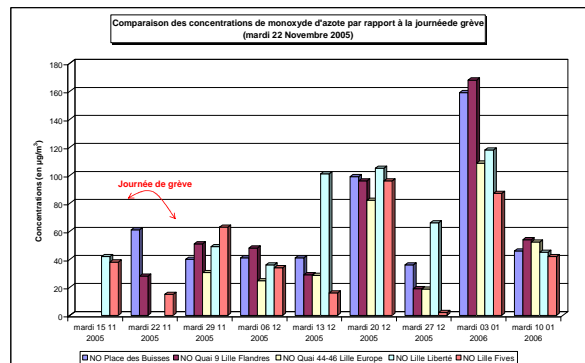
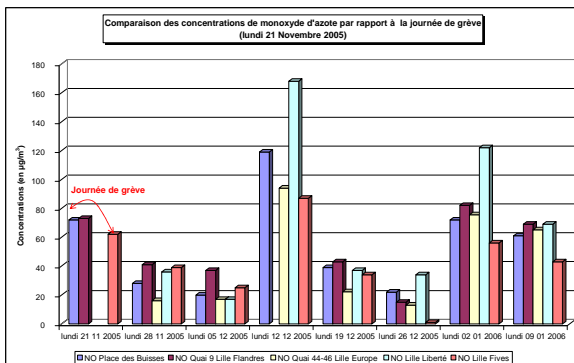
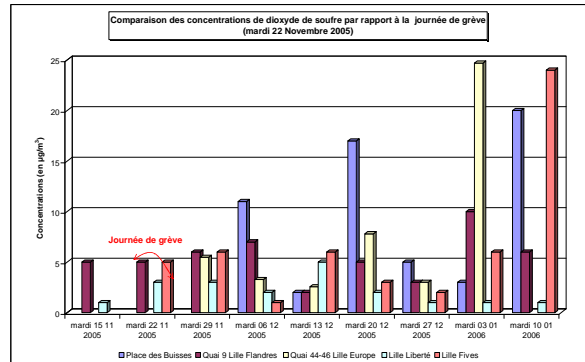
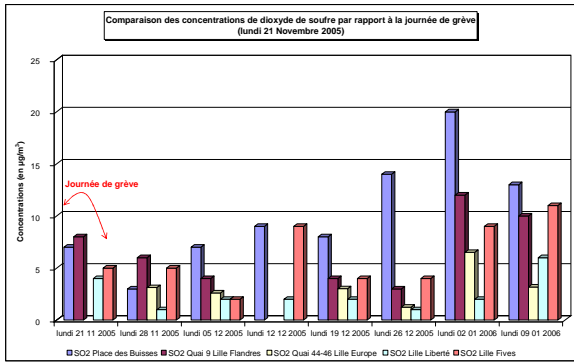
Pour le monoxyde de carbone, les teneurs observées à Lille sont similaires à celles obtenues à Arras et Béthune et bien inférieures à celles mesurées dans les gares parisiennes.

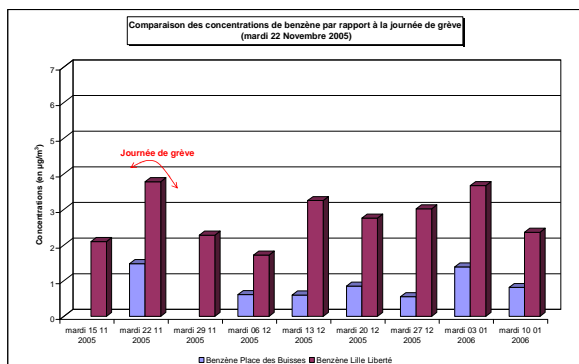
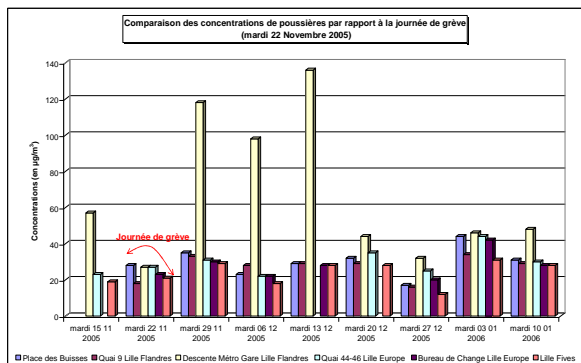
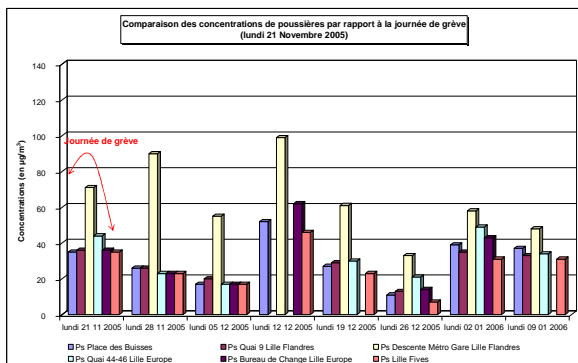
Evolution des concentrations durant la journée de grève

Pendant la campagne, une grève a été conduite le lundi 21 Novembre, celle-ci s'est poursuivie également le mardi 22 Novembre. Il nous a paru donc intéressant de comparer ces deux journées avec celles qui les ont précédées et suivies, pour savoir si les niveaux de pollution ont été plus faibles, plus élevés ou différents. Par contre, aucun lien avec une baisse du trafic ferroviaire n'a pu être effectué, la SNCF n'ayant communiqué aucune donnée.

Les graphiques ci-dessous présentent les comparaisons journalières des concentrations pendant et après la journée du 21 Novembre et avant, pendant et après la journée du 22 Novembre.

Suite à un problème sur l'analyseur, aucune comparaison n'a pu être effectuée pour le polluant benzène, en ce qui concerne la journée du lundi 21 Novembre.





De manière générale, les comparaisons n'ont pas mis en exergue une pollution fortement supérieure ou inférieure durant les deux journées de grève.

D'ailleurs, les polluants SO₂ et NO₂ n'ont pas enregistré de variations franches de leurs concentrations entre ces journées et les autres de la campagne.

Par contre, on note une légère différence pour les polluants NO, CO, benzène et poussières.

Lors de la journée du 21 Novembre, les teneurs en NO, CO et poussières sur le quai 9 et place des Buisses, auraient eu tendance à être plus élevées que celles mesurées en moyenne les autres lundis (40 à 50 %). Pour les poussières, la hausse s'élève à 12 % (descente de métro de Lille Flandres) jusqu'à 52 % (quai 44-46 de Lille Europe).

Concernant le mardi 22 Novembre, les concentrations de CO, NO et poussières observées sur le quai 9 et sur la place des Buisses, ont été en moyenne moins élevées que les mardis suivants

A noter que la station située à la descente du métro de Lille Flandres enregistre la plus importante baisse pour ce mardi de grève, à savoir 62 % (valeur de 27 µg/m³ contre 72 µg/m³ en moyenne pour les autres mardis de la campagne).

Ces observations nous permettent d'émettre l'hypothèse que la circulation automobile et le nombre de voyageurs auraient été en peu plus dense le lundi 21 Novembre. A contrario, la journée du 22 Novembre aurait observé une baisse de la fréquentation des voyageurs ainsi que de la circulation automobile aux abords des gares.

Conclusion

Cette étude menée par l'Association ATMO Nord – Pas de Calais, en association avec la Direction Régionale de la SNCF a permis d'évaluer l'impact des activités ferroviaires et routières sur la qualité de l'air mesurée à l'intérieur et aux abords des gares de Lille Flandres et Lille Europe.

D'une durée de 2 mois, la campagne s'est déroulée du 15 Novembre 2005 au 15 Janvier 2006, couvrant ainsi la période de vacances scolaires de Noël.

Du point de vue climatique, la journée du 19 Novembre et la période allant du 9 au 12 Décembre 2005 ont connu des situations météorologiques qui ont engendré de mauvaises conditions de dispersion.

Les mesures ont montré que ces périodes ont très logiquement observé les concentrations de polluants les plus élevées de toute la campagne de mesure. Comparées à celles des stations de Lille Liberté et Lille Fives, les évolutions des polluants ont été similaires. Les teneurs des polluants enregistrées dans le quartier des gares ont, pour la plupart, été inférieures à celles relevées par la station de Lille Liberté (NO_x, CO, BTEX) et supérieures à celles de la station de Lille Fives (NO_x, CO, BTEX, SO₂ et Ps). Les taux de dioxyde de soufre observés par la station Place des Buisseries, tout en restant faibles, ont été supérieurs à ceux relevés par les stations qu'elles soient dans des environnements intérieurs ou extérieurs. L'existence d'une source d'influence supplémentaire à la place des Buisseries est certaine mais n'a pas pu être identifiée lors de cette campagne (engins diesel, chaufferie centrale de la gare, trafic...).

Les résultats des mesures par prélèvements automatiques ont montré que le quartier de la gare subissait en majeure partie la pollution liée à l'activité automobile.

Cette influence a surtout été relevée sur les concentrations de monoxyde d'azote, monoxyde de carbone et benzène pour lesquelles les valeurs enregistrées sur le parvis de la gare sont plus importantes que celles relevées à l'intérieur. Cette affirmation a pu être confirmée par les cartographies des composés organiques volatils où une diminution des concentrations a pu être remarquée au fur et à mesure de l'éloignement de la rue. Les secteurs les plus touchés sont, sans équivoque, l'avenue Le Corbusier, la rue de Tournai, les boulevards de Leeds et de Turin.

Cette influence a été également notée pour le polluant dioxyde d'azote pour ces mêmes sites. Cependant, des pointes horaires parfois intenses sont régulièrement observées uniquement le jour, sur le quai 9 de Lille Flandres. L'étude combinée des cartographies et du rapport NO_x/CO a fourni l'indication que ces bouffées sont liées en grande partie à la circulation aux engins diesel. Cette pollution n'a d'ailleurs jamais été repérée à Lille Europe. La chaufferie centrale de la gare contribue également aux émissions de dioxyde d'azote. Toutefois, sans données précises concernant les horaires de passage de ces locomotives et le fonctionnement de la chaufferie, aucune confrontation n'a été possible.

D'autre part, les mesures de poussières effectuées dans le hall de la gare de Lille Flandres ont révélé des taux deux fois supérieurs à ceux mesurés sur les quais et en air ambiant. Les valeurs de référence instaurées par l'avis de Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France dans les enceintes souterraines ferroviaires ont, d'ailleurs, été dépassées à plusieurs reprises. La concentration maximale en 01 h 30 a atteint 536 µg/m³, valeur supérieure à la valeur de référence de 455 µg/m³.

Des analyses spécifiques intégrant les études de profils journaliers et hebdomadaires en période normale puis en période de vacances scolaires ont permis d'affirmer avec quasi-certitude que cette surconcentration de poussières est induite par les travaux de modernisation de la station de métro *Gare Lille Flandres*.

Pour ce polluant, les mesures ont mis en évidence des niveaux plus élevés sur le quai 44-46 que sur le quai 9 de Lille Flandres, en lien avec le confinement du quai.

Les analyses de composition chimique des poussières ont révélé la présence de métaux lourds et de HAP en plus grande quantité sur le quai 44-46 de Lille Europe, induits par le freinage et la remise en suspension à chaque passage de trains. Les écarts avec les valeurs mesurées dans l'air extérieur les plus conséquents, concernent le cuivre, le chrome et le fer.

Un pic de dioxyde de soufre mesuré sur le quai 44- 46 de Lille Europe et associé à une augmentation d'oxydes d'azote, résulterait essentiellement de l'accumulation locale d'émissions liées au passage de locomotives Diesel. Cette hypothèse n'a pas pu être confirmée, la SNCF ne nous ayant pas communiqué d'informations sur le passage éventuel de locomotives diesel sur ces voies.

En ce qui concerne les polluants gazeux, HAP et métaux lourds, aucune valeur réglementaire fixée par la réglementation française (Décret N°2002-213), européenne (Directive 2004-107-CE), mondiale (Normes OMS) et en atmosphère de travail n'a été atteinte ou dépassée lors de cette campagne.

Par contre, il est probable pour le polluant dioxyde d'azote que la valeur limite annuelle fixée à 48 µg/m³ soit atteinte voire même dépassée sur la station de mesure place des Buisses.

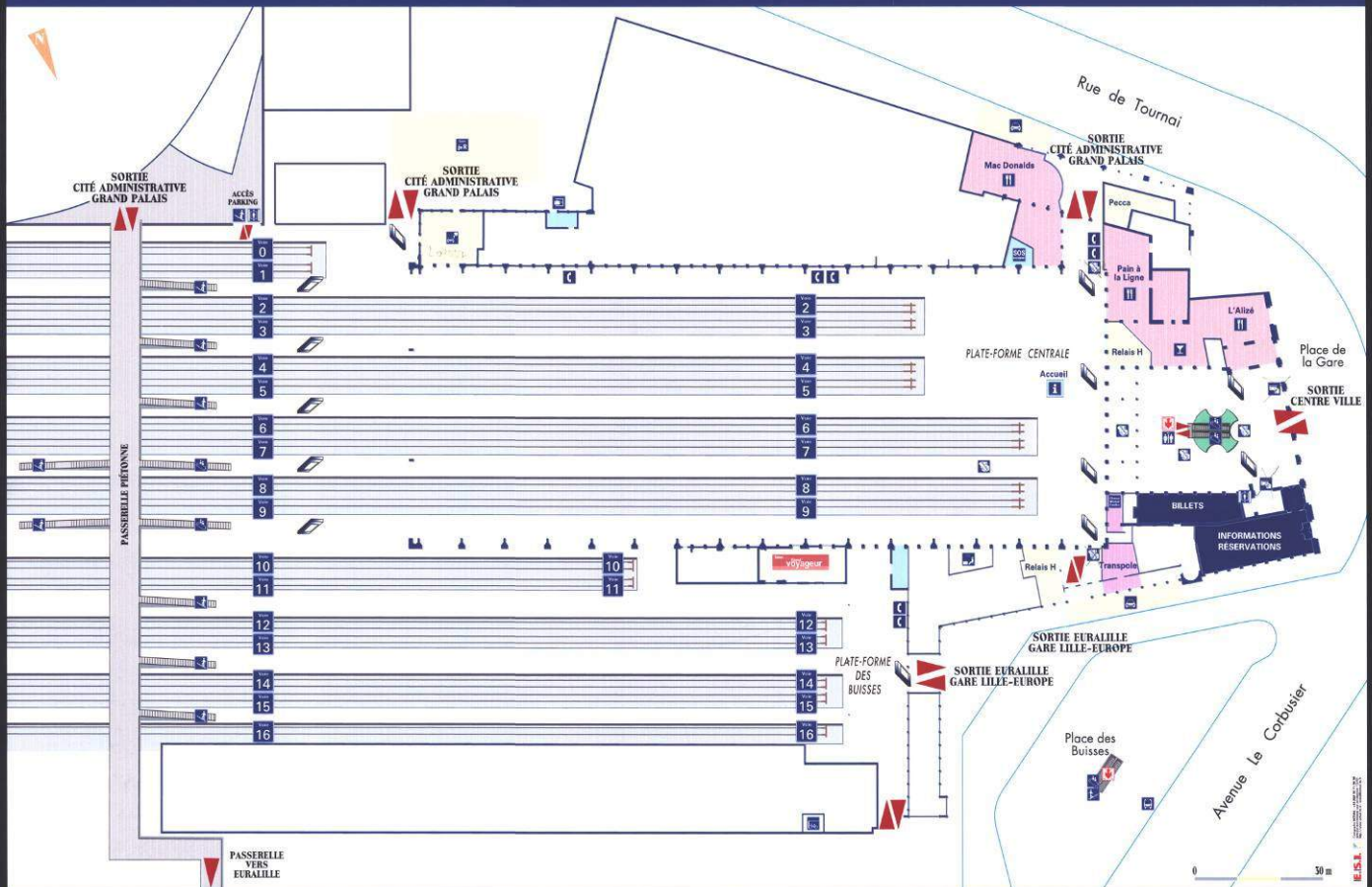
Par ailleurs, les niveaux mesurés lors de cette étude, à l'exception des poussières dans le hall de la gare de Lille Flandres, ont été tout à fait comparables avec ceux d'autres études récentes réalisées dans les gares de Béthune et d'Arras mais également en France.

Au vu de ces résultats, une surveillance des polluants oxydes d'azote, métaux lourds et poussières serait à privilégier pour les campagnes à l'intérieur et aux abords des enceintes ferroviaires. De même, pour confirmer que les teneurs élevées de poussières relevées dans le hall de la Gare Lille Flandres ont bien été engendrés par les travaux, de nouvelles mesures de poussières en suspension dans le hall de la gare pourraient être envisagées, une fois les travaux de modernisation de la station du métro Gare Lille Flandres, terminés (fin 2007).

Annexes

Plans des gares

ORIENTATION



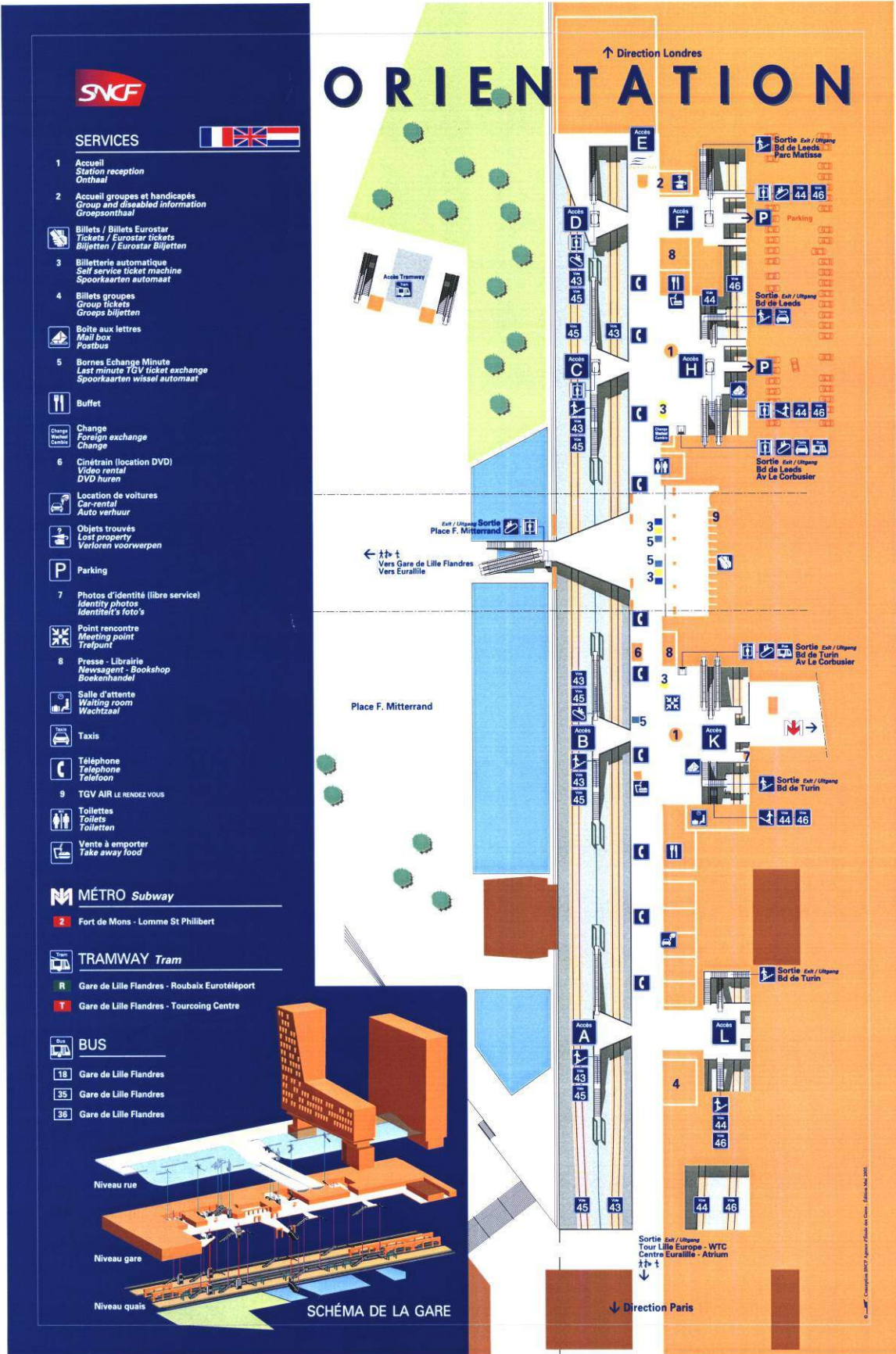
SERVICES

- Hall de gare, quais
- Billetterie, information, services aux voyageurs
- Autres services
- Commerces
- Plan, information

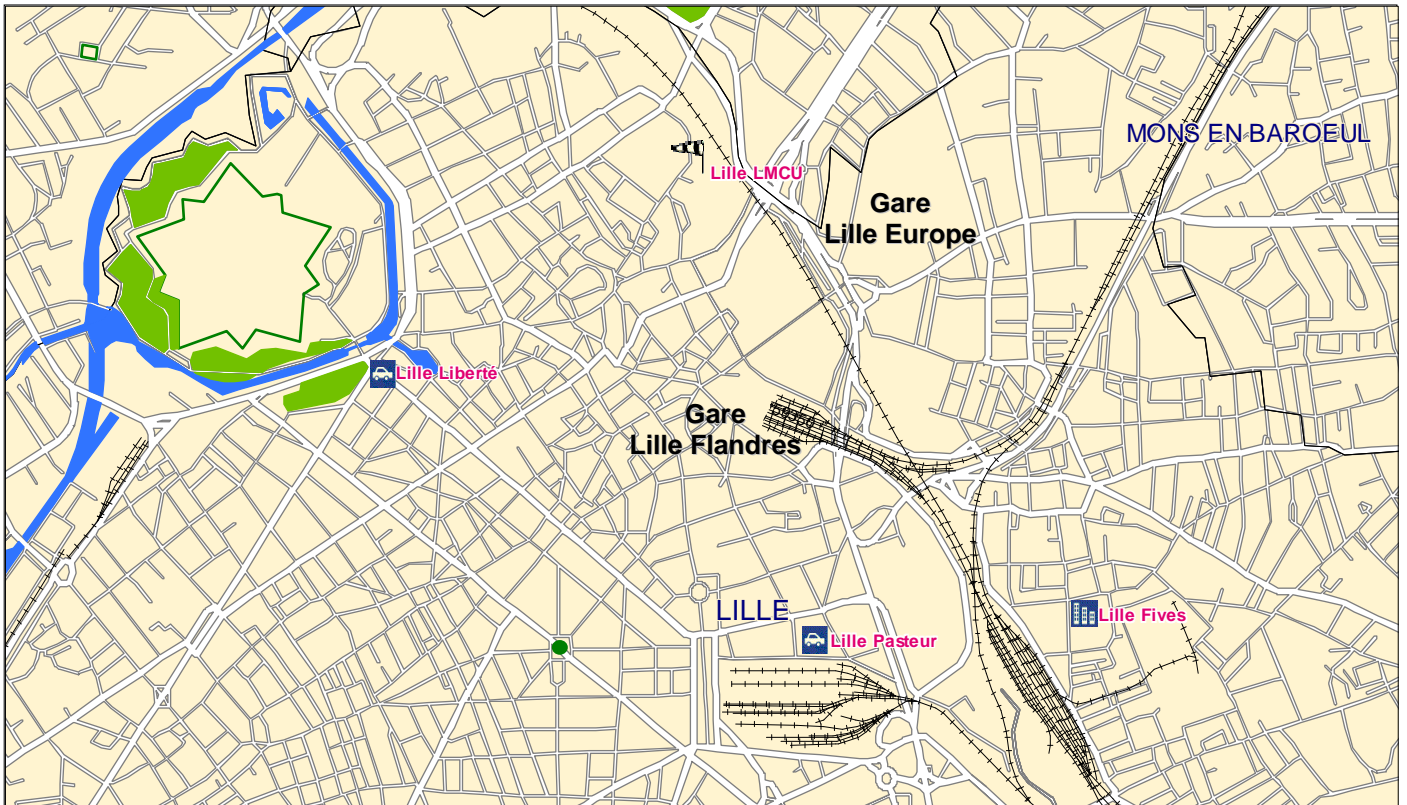
- Accès au Metro
- Accueil, General information, Receptie
- Ascenseur
- Bar
- Billetterie automatique SNCF
- Bus Gare routière
- Change, Exchange, Wisselkantoor
- Consigne
- Distributeur de billets de banque
- Escalator

- Escalier
- Garage à vélos
- Location de voitures, Car rental, Autoverhuur
- Restaurant, buffet
- Salle d'attente, Waiting room, Wachtkamer
- Taxis
- Taxis réservés, Prebooked taxis, Gereserveerde taxi's
- Téléphone
- Toilettes, Toilets, Toiletten
- Voie

Gare de Lille Flandres



Gare de Lille Europe



Légende

----- Ligne SNCF



Station météorologique



Station trafic
Station urbaine



0 0.5
Kilomètres

Source : IGN/ADDE

Les émissions

Emissions ferroviaires (source SNCF)

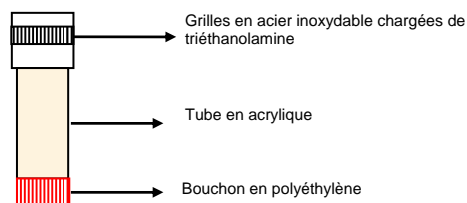
Locomotives	Polluant	Mode Nominal	Mode intermédiaire	Mode ralenti
Y 7000	CO (g/h)			467
	HC (g/h)			200
	NOx (g/h)			66
Y 8000 (moteur UD18 L6 R3D)	CO (g/h)	371	652	134
	HC (g/h)	233	97	66
	NOx (g/h)	2141	985	165
Y 8000 (moteur RVI MIDR 06 20 45)	CO (g/h)			20
	HC (g/h)			20
	NOx (g/h)			90
BB66000/400/700	CO (g/h)	1731	770	1674
	HC (g/h)	1112	1310	865
	NOx (g/h)	18795	8533	1460
BB67000/200/300/400 (moteur 16 PA4 185 CP)	CO (g/h)	1344	498	712
	HC (g/h)	198	66	97
	NOx (g/h)	9615	3044	365
BB67000/200/300/400 (moteur 16 PA4 185 VG)	CO (g/h)	2201	335	899
	HC (g/h)	285	38	69
	NOx (g/h)	10766	3271	318
	Particules (kg/h)	311	86	31
Autorails X4500/4630	CO (g/h)	1113		79
	HC (g/h)	572		62
	NOx (g/h)	1590		110
Autorails X73500	CO (g/h)	121.5		31.8
	HC (g/h)	64.9		21.1
	NOx (g/h)	1567.6		109.7

Emissions industrielles

Etablissement	Commune	Type d'activités	Rejets atmosphériques en 2004						
			SO ₂ (t/an)	NO _x (t/an)	Ps (t/an)	COV (t/an)	Pb (kg/an)	Zn (kg/an)	Cd (kg/an)
CEAC	Lille	Fabrication de batteries			2		121		
Réfinal industries	Lomme	Affinerie d'aluminium		12	1	1	3	3	3
Rhodia Intermédiaires	La Madeleine	Fab. De toluylène diisocyanate		147	1	36			
Lesaffre	Marcq-en-Baroeul	Fabrication de levures	22	39	1				
Heineken	Mons-en-Baroeul	Brasserie	4	16					
SNCF (EIMM)	Hellemmes	Ateliers du matériel SNCF	0	8		2			
Briqueterie du Nord	Lomme	Fab. de briques	28	4					
Flandres enrobés	Loos	Fab, vente de matériaux routiers			5				
Centre d'impression de la Voix du Nord	Marcq-en-Baroeul	Impression de journaux							
Héliogravure Didier Quebecor	Hellemmes	Imprimerie de labeur	0	9		1039			
RLST Elis	Marcq-en-Baroeul	Location et entretien de vêtements de travail et appareils sanitaires		2					
Dalkia (chaufferie ZUP de Mons)	Mons-en-Baroeul	Production de vapeur	1	3	0				
Chaufferie d'USVA	Villeneuve d'Ascq	Chaufferie		5.75					
Dalkia (blanchisserie du CHR)	Lille	Production de vapeur	0	2	0				
Dalkia (chaufferie des beaux arts)	Lille	Production de vapeur		6					
Dalkia (chaufferie du CHR)	Lille	Production de vapeur	0	68	0				
Dalkia (chaufferie Lille Est)	Hellemmes	Production de vapeur	68	26	2				
Dalkia (Chaufferie Résonor)	Lille	Production de vapeur	136	102	0				

Techniques de mesure

Principe et description du tube à diffusion dioxyde d'azote (Source échantillonneurs passifs pour le dioxyde d'azote / ADEME LCSQA Fédération ATMO – 2002)



Tube spécifique au dioxyde d'azote

Le principe général de l'échantillonneur passif consiste en un capteur contenant un absorbant ou adsorbant (support solide imprégné de réactif chimique) adapté au piégeage spécifique d'un polluant gazeux. Dans le cas du dioxyde d'azote, ce polluant est piégé par absorption dans une solution de triéthanolamine.

Les échantillonneurs utilisés se composent d'un tube vertical et contenant en sa partie supérieure interne, des grilles imprégnées adaptées à l'absorption du NO₂.

Lors de la pose sur le terrain, la capsule inférieure est retirée et le tube est fixé verticalement dans une boîte, elle-même fixée sur un support (poteau, mobilier urbain) à environ 3 mètres du sol.

Pendant la durée d'exposition du tube dans l'atmosphère, le gaz NO₂ est piégé dans le tube sous forme de nitrite NO₂.

Après 15 jours d'exposition, les tubes sont récupérés, fermés hermétiquement puis acheminés jusqu'au laboratoire d'analyse où les supports imprégnés pourront être analysés par voie spectroscopique.

En accord avec la 1^{ère} loi de Fick, la quantité de polluant captée par le milieu absorbant est proportionnelle à la concentration du même polluant à l'extérieur du tube, selon la formule suivante :

$$C = \frac{Q \times Z}{A \times t \times D}$$

C : concentration mesurée par le tube à diffusion (µg/m³)

Q : quantité de polluant captée par l'échantillonneur (µg)

Z : longueur de diffusion (m)

A : surface d'échantillonnage (m²)

t : durée d'échantillonnage (s)

D : coefficient de diffusion (m²/s)

Le tube dioxyde d'azote est commercialisé par la Société PASSAM AG. Les analyses ont été réalisées dans leur laboratoire en Suisse.

Facteurs influençant la mesure

Effet de l'humidité relative seule

Aucun effet significatif sur le débit d'échantillonnage n'a pu être démontré pour des humidités relatives comprises entre 20% et 85% à une température constante de 20°C.



Effet du vent

Des tests effectués en chambre d'exposition ont montré que le débit d'échantillonnage augmentait avec l'accroissement de la vitesse du vent.

L'amplitude de l'effet est particulièrement élevée, puisque le débit d'échantillonnage du tube augmente de plus de 75% entre 0,2 et 2,2 m/s.

Pour réduire l'effet du vent, nous avons placé les échantillonneurs dans une boîte de protection, limitant ainsi la variabilité des mesures.

Effets combinés de la température et de l'humidité relative

Les analyses effectuées en chambre d'exposition montrent que les deux paramètres (température et humidité), ainsi que leur interaction, ont un effet significatif sur le débit d'échantillonnage au niveau de confiance de 95%.

Néanmoins, les déviations restent modérées pour un large domaine de conditions météorologiques ; la valeur du débit d'échantillonnage s'écartant de plus de 10% de la valeur de référence que pour les conditions suivantes :

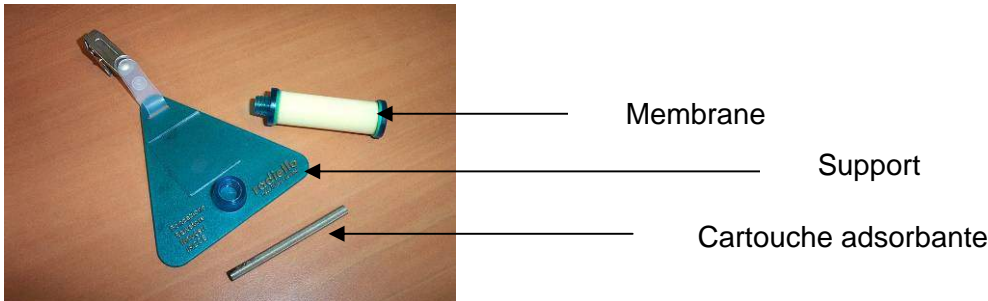
- 1) $T < 5^{\circ}\text{C}$
- 2) $T < 10^{\circ}\text{C}$ et $\text{HR} < 25\%$
- 3) $T > 25^{\circ}\text{C}$ et $\text{HR} > 70\%$

Ces conditions n'ont pas été réunies lors de notre campagne de mesures. Aucune correction n'a donc été appliquée sur nos résultats de mesures.

Principe et description du tube à diffusion BTX (Source échantillonneurs passifs pour le dioxyde d'azote / ADEME LCSQA Fédération ATMO – 2002)

Les tubes à diffusion (appelés aussi « tubes passifs ») utilisés pour la mesure du benzène proviennent de la société RADIELLO (Italie).

Les tubes RADIELLO se composent d'un corps diffusif (membrane), d'une cartouche adsorbante et d'un support.



L'échantillonneur passif est un petit tube d'environ 6,4 cm de long et de 1,6 cm de diamètre. La membrane, constituée de polyéthylène, a une épaisseur de 5 mm et une porosité de 10 µm. L'adsorbant utilisé est un charbon actif « *carbograph 4* » de surface adsorbante 210 m²/g.

Le principe de la mesure est basé sur la diffusion moléculaire du benzène. L'air circule à travers une membrane, contenant la cartouche adsorbante qui piège le benzène.

L'analyse de la cartouche est ensuite réalisée par le laboratoire de la Fondazione Salvatore Maugeri, en Italie, par chromatographie en phase gazeuse.

Sur le terrain, le tube est fixé horizontalement dans une boîte de protection (protection des intempéries), elle-même fixée sur du mobilier urbain (poteaux, lampadaires,...) à environ 3m du sol.



Facteurs influençant la mesure

a. - Influence de la vitesse du vent

Le taux d'adsorption ne varie pas pour des vitesses de vent comprises entre 0,01m/s et 10m/s.

Dans les conditions extérieures, la limite inférieure de 0,01m/s est toujours dépassée.

Par contre, les vitesses de vent peuvent être parfois supérieures à 10m/s et modifier le parcours de diffusion du benzène. Des turbulences peuvent, en effet, perturber l'échantillonnage. La mesure du vent pendant la campagne d'échantillonnage est donc un paramètre complémentaire pour l'interprétation des résultats.

b. - Influence de la température

La température est également un paramètre à contrôler lors de l'échantillonnage. Elle a un effet sur la quantité de benzène collectée.

Pour tenir compte de l'effet de la température, une correction du débit d'échantillonnage est réalisée :

$$Q_T = Q_{25} * [(273 + T) / 298]^{1,5}$$

Q_T (exprimé en cm³.min⁻¹) est le débit réel d'échantillonnage à la température T(°C) enregistrée pendant la campagne.

Q_{25} (exprimé en $\text{cm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$) est le débit d'échantillonnage théorique à 25 °C (fixé par Radiello d'après des mesures en laboratoire)

A 25°C,

$Q_{\text{benzène}} = 23,6 \text{ cm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$

$Q_{\text{toluène}} = 22,2 \text{ cm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$

$Q_{\text{éthylbenzène}} = 18,3 \text{ cm}^3 \cdot \text{min}^{-1}$

A partir du débit d'échantillonnage corrigé, la quantité de benzène collectée est déterminée.

Installation des tubes à diffusion sur site

Le choix des sites s'appuie sur les recommandations élaborées dans le guide « Echantillonneurs passifs pour le dioxyde d'azote », à partir de l'expérience des réseaux ayant déjà utilisé les tubes à diffusion passive.

Le positionnement des tubes sur le terrain doit répondre à des critères précis afin de ne pas fausser les mesures :

- le tube est placé sur du mobilier urbain (poteau, pylône, lampadaire) à une hauteur comprise entre 3 et 4 mètres du sol, pour des raisons de vandalisme.
- le site doit être éloigné des principales voies de circulation selon les critères du guide méthodologique ⁽¹⁾

Débit (TMJA) ⁽²⁾ en véhicules/jour	Distance minimale à la voie en mètres
< 1 000	/
1 000 à 3 000	10
3 000 à 6 000	20
6 000 à 15 000	30
15 000 à 40 000	40
40 000 à 70 000	100
> 70 000	250

Critères d'éloignement des voies, suivant la densité de circulation

- le tube est placé de façon verticale (NO_2) ou horizontale (BTEX), parallèlement à l'axe du poteau
- les échantillonneurs doivent être tournés vers la source (voie de circulation pour les sites trafic, source fixe pour les sites industriels), en évitant les situations de forte chaleur (notamment les expositions au Sud).
- le tube doit être installé à une distance minimale de 1 mètre de toute structure porteuse, avec un dégagement libre de tout obstacle d'au moins 180° pour un mur et 270° pour un toit.

Les échantillonneurs ont été installés dans des boîtes de protection afin de limiter l'influence du vent sur le débit d'échantillonnage.



(1) : « Classification et critères d'implantation de stations de surveillance de la qualité de l'air » Réseau ATMO - ADEME Editions, Paris, 2002

(2) : Trafic moyen journalier annuel

Localisation des points de mesure

➤ Gare Lille Flandres

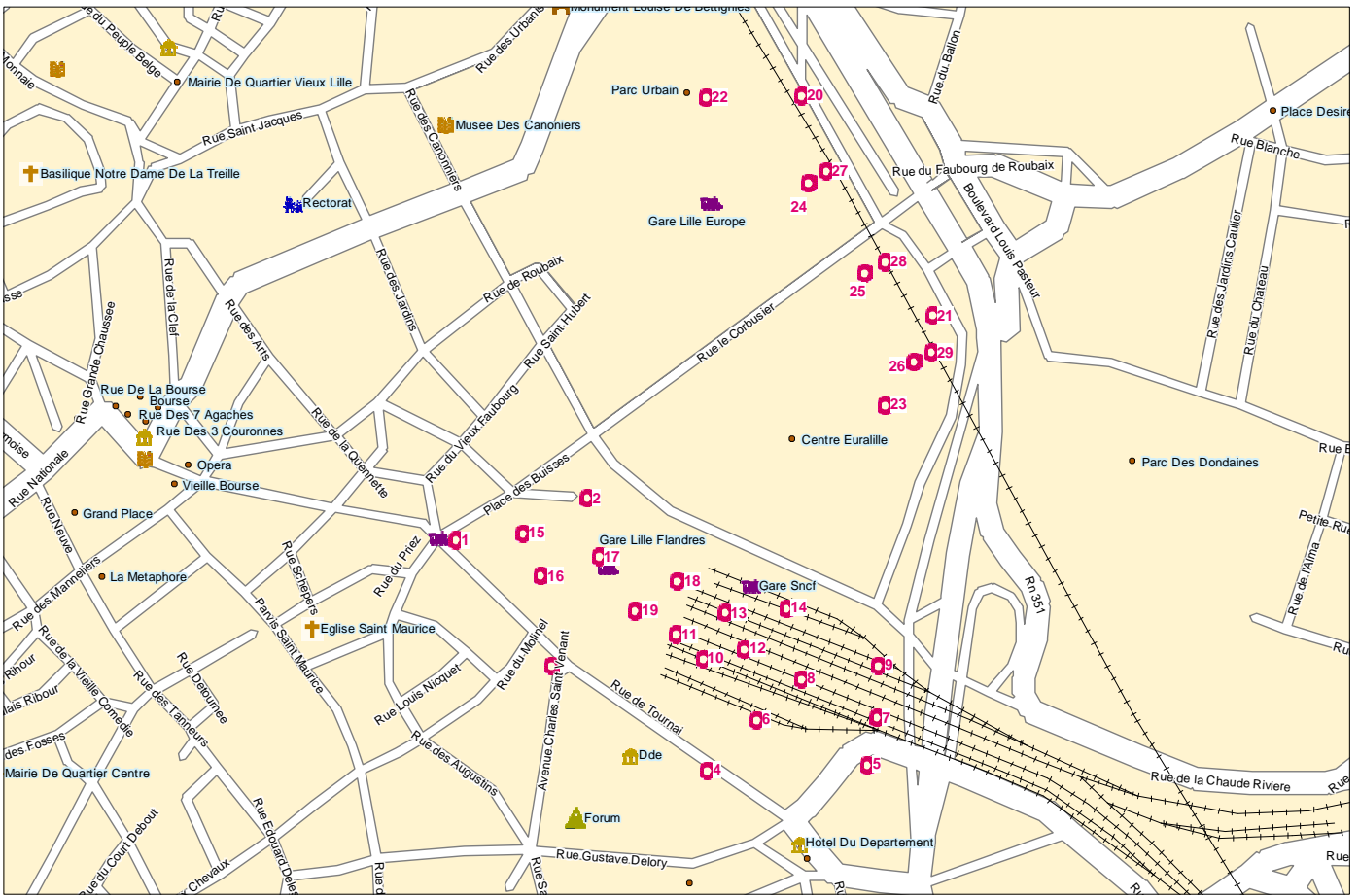
- 01 – Lampadaire coté droit du jet d'eau
- 02 – Tête de prélèvement de la station mobile, place des buisses
- 03 – Lampadaire, au croisement de l'avenue Charles Saint-Venant et de la rue de Tournai
- 04 – Lampadaire situé Face au Novotel, rue de Tournai
- 05 – Lampadaire rue Savary face à l'entrée du parking de la gare Lille Flandres
- 06 – Poteau carré avec caméra, sur voie 0 après la passerelle piéton
- 07 – Lampadaire double au bout du quai voies 3-4
- 08 – Poteau à côté du Dagobert en bas des escaliers, voies 7-8
- 09 – Lampadaire double avec panneau « Lille Flandres », voies 13-14
- 10 – Lampadaire avec sigle bagages sur voies 3-4
- 11 – Lampadaire horloge en début de quai, voies 5-6
- 12 – Lampadaire au repère G, voies 7-8
- 13 – Poteau face au panneau voie 11, sur voies 11-12
- 14 – Poteau avec caméra, sur voies 15-16
- 15 – Lampe boule à l'entrée, au dessus des portes de la salle des pas perdus
- 16 – Vitres au dessus du bar « Alizée »
- 17 – Vitres au dessus des guichets « grandes lignes »
- 18 – Vitres au dessus du point « Relay », sur voie 9
- 19 – Près de l'accueil face aux quais 2-3

➤ Gare Lille Europe

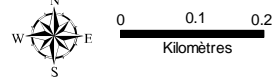
- 20 – Poteau horloge, boulevard de Leeds
- 21 – Poteau horloge, avenue de Turin
- 22 – Poteau, espace Mitterrand
- 23 – Lampadaire, situé devant l'entrée d'Euralille
- 24 – Lampadaire, situé entre les repères R et S voie 45 accès C
- 25 – Lampadaire, situé au repère Q voie 45 accès B
- 26 – Lampadaire, situé voies 44-46
- 27 – Ascenseur, accès H
- 28 – Moniteur situé au point rencontre, accès K
- 29 – Panneau voies 44-46, accès L



Exemples de sites de mesure



Légende
 ● Point de mesure tubes passifs
 ——— Ligne SNCF



Source : IGN/ADDE



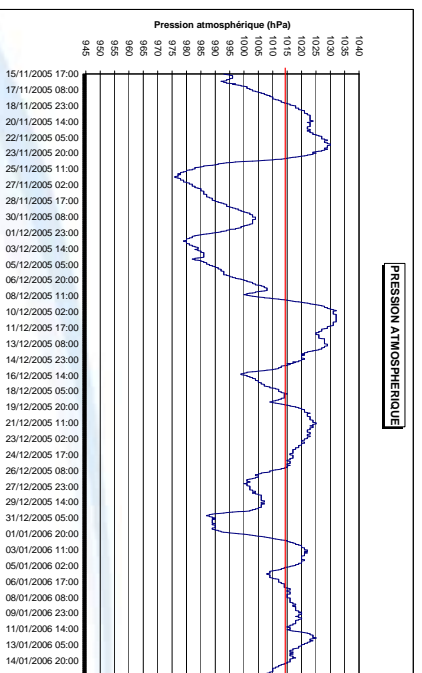
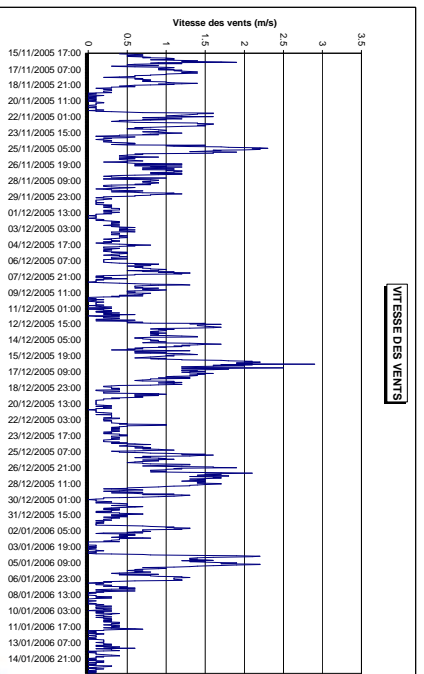
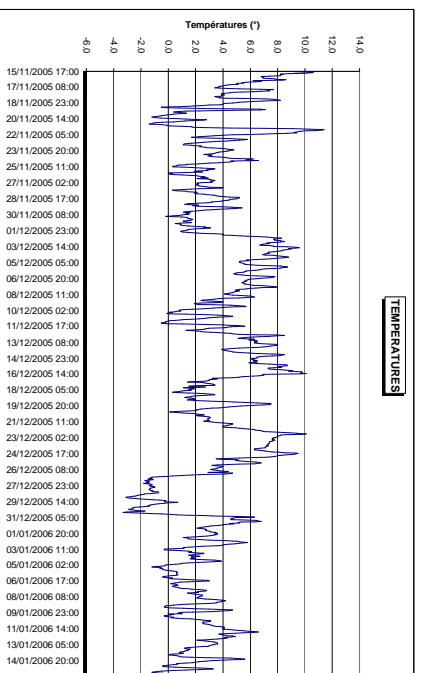
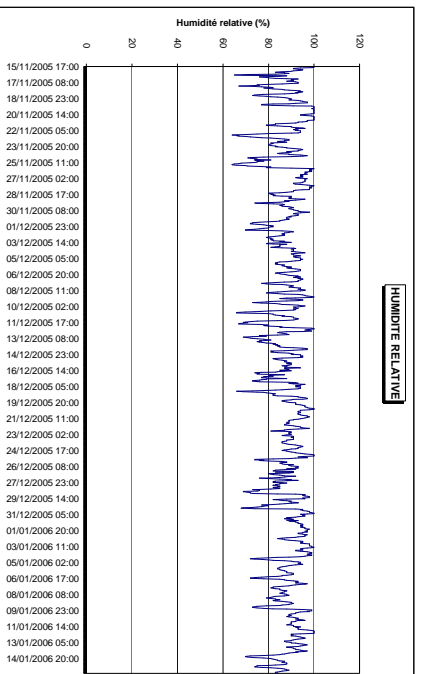
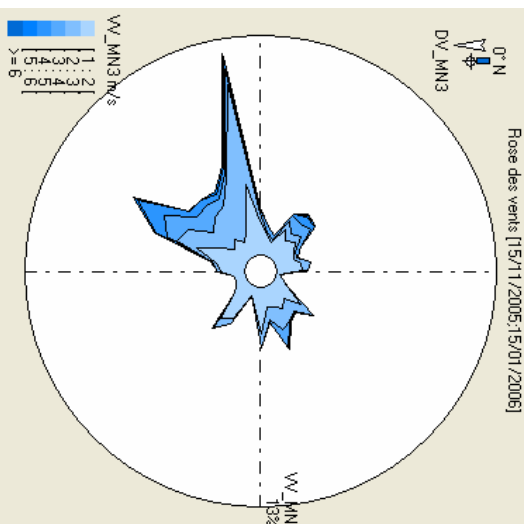
Gare de Lille Europe



Gare de Lille Flandres



Données météorologiques



Résultats des mesures automatiques

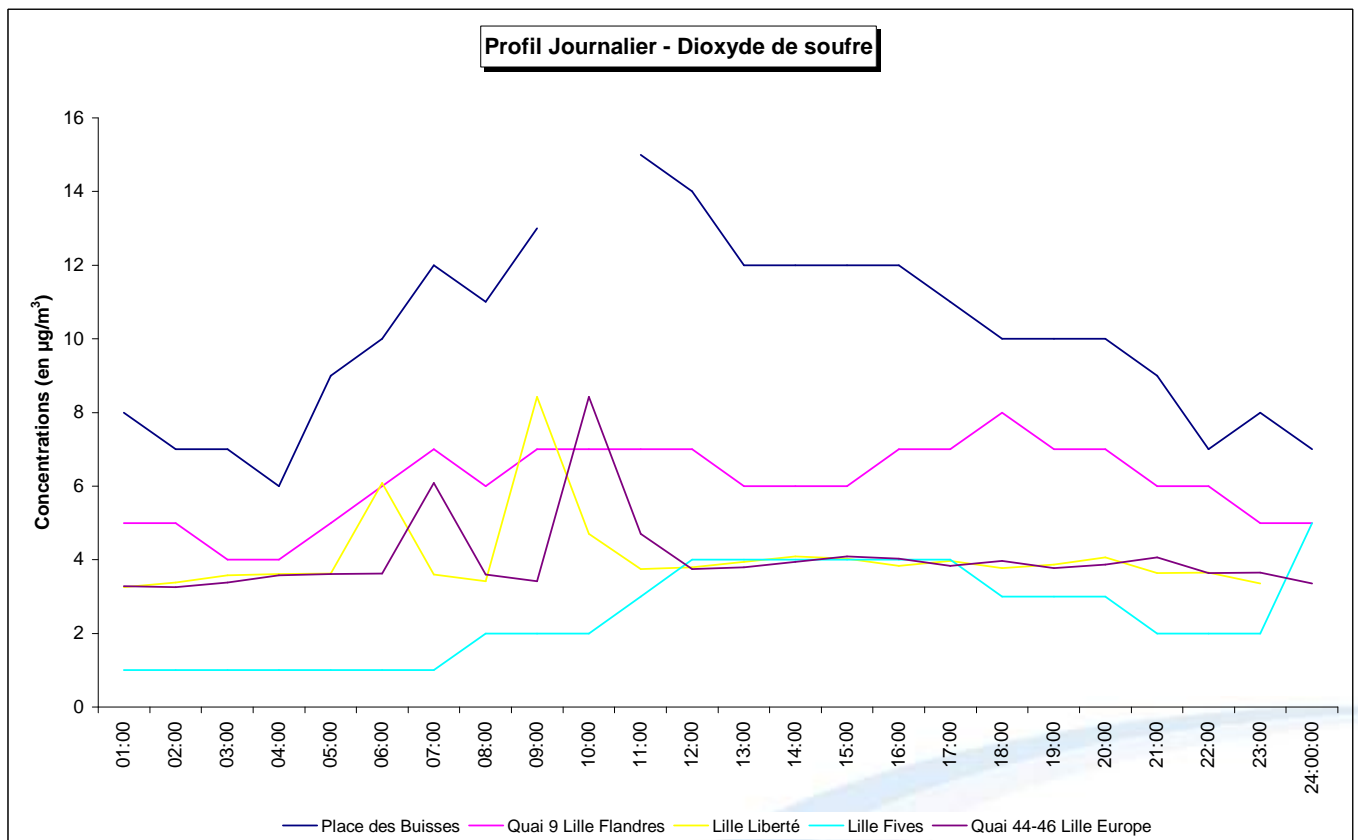
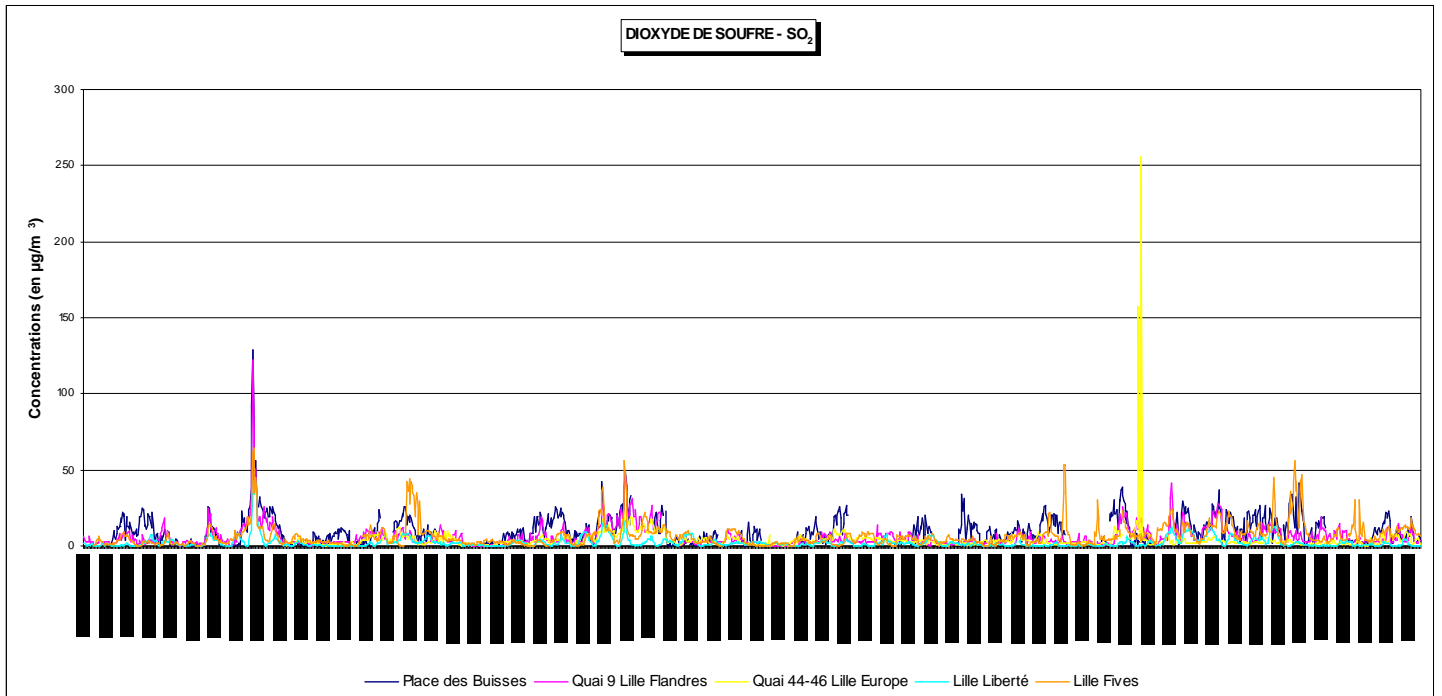
Polluant	Site	Taux de fonctionnement	Concentration moyenne pendant la campagne	Valeur horaire maximale	Valeur journalière maximale
SO ₂	Place des Buisses	75,2%	10 µg/m ³	129 µg/m ³ le 23/11/2005 à 12h00	34 µg/m ³ le 23/11/2005
	Quai 9 Lille Flandres	97,1%	6 µg/m ³	122 µg/m ³ le 23/11/2005 à 12h00	30 µg/m ³ le 23/11/2005
	Quai 44-46 Lille Europe	83,4%	4 µg/m ³	256 µg/m ³ le 03/01/2006 à 10h00	94 µg/m ³ le 15/12/2005
Ps	Place des Buisses	97,9%	27 µg/m ³	120 µg/m ³ le 11/12/2005 à 21h00	80 µg/m ³ le 11/12/2005
	Quai 9 Lille Flandres	96,3%	25 µg/m ³	131 µg/m ³ le 11/12/2005 à 21h00	79 µg/m ³ le 11/12/2005
	Descente métro Lille Flandres	99,7%	56 µg/m ³	550 µg/m ³ le 09/12/2005 à 00h00	136 µg/m ³ le 13/12/2005
	Quai 44-46 Lille Europe	96,0%	29 µg/m ³	144 µg/m ³ le 11/12/2005 à 22h00	91 µg/m ³ le 11/12/2005
	Bureau de change Lille Europe	89,1%	27 µg/m ³	116 µg/m ³ le 09/12/2005 à 02h00	71 µg/m ³ le 11/12/2005

Polluant	Site	Taux de fonctionnement	Concentration moyenne pendant la campagne	Valeur horaire maximale	Valeur journalière maximale
NO₂	Place des Buisses	98,5%	52 µg/m ³	142 µg/m ³ le 10/12/2005 à 21h00	101 µg/m ³ le 11/12/2005
	Quai 9 Lille Flandres	97,1%	51 µg/m ³	138 µg/m ³ le 11/01/2006 à 06h00	89 µg/m ³ le 11/12/2005
	Quai 44-46 Lille Europe	83,1%	25 µg/m ³	190 µg/m ³ le 03/01/2006 à 08h00	46 µg/m ³ le 11/12/2005
NO	Place des Buisses	98,5%	48 µg/m ³	381 µg/m ³ le 19/11/2005 à 10h00	206 µg/m ³ le 11/12/2005
	Quai 9 Lille Flandres	97,1%	47 µg/m ³	491 µg/m ³ le 11/12/2005 à 21h00	254 µg/m ³ le 11/12/2005
	Quai 44-46 Lille Europe	83,1%	39 µg/m ³	330 µg/m ³ le 11/12/2005 à 20h00	191 µg/m ³ le 11/12/2005
CO	Place des Buisses	86,7%	0,58 mg/m ³	2,57 mg/m ³ le 19/11/2005 à 11h00	1,8 mg/m ³ le 11/12/2005
	Quai 9 Lille Flandres	87,7%	0,49 mg/m ³	3,03 mg/m ³ le 11/12/2005 à 21h00	1,83 mg/m ³ le 11/12/2005
	Quai 44-46 Lille Europe	NR	NR	NR	NR
Benzène Toluène (m+p) Xylènes O-Xylènes	Place des Buisses	80,7%	0,79 µg/m ³ 7,60 µg/m ³ 4,40 µg/m ³ 0,61 µg/m ³	4,53 µg/m ³ le 18/11/2005 à 19h00 98,84 µg/m ³ le 03/01/2006 à 9h00 135,13 µg/m ³ le 18/11/2005 à 19h00 11,63 µg/m ³ le 22/11/2005 à 20h00	2,72 µg/m ³ le 11/12/2005 40,5 µg/m ³ le 19/11/2005 62,17 µg/m ³ le 19/11/2005 4,99 µg/m ³ le 23/11/2005

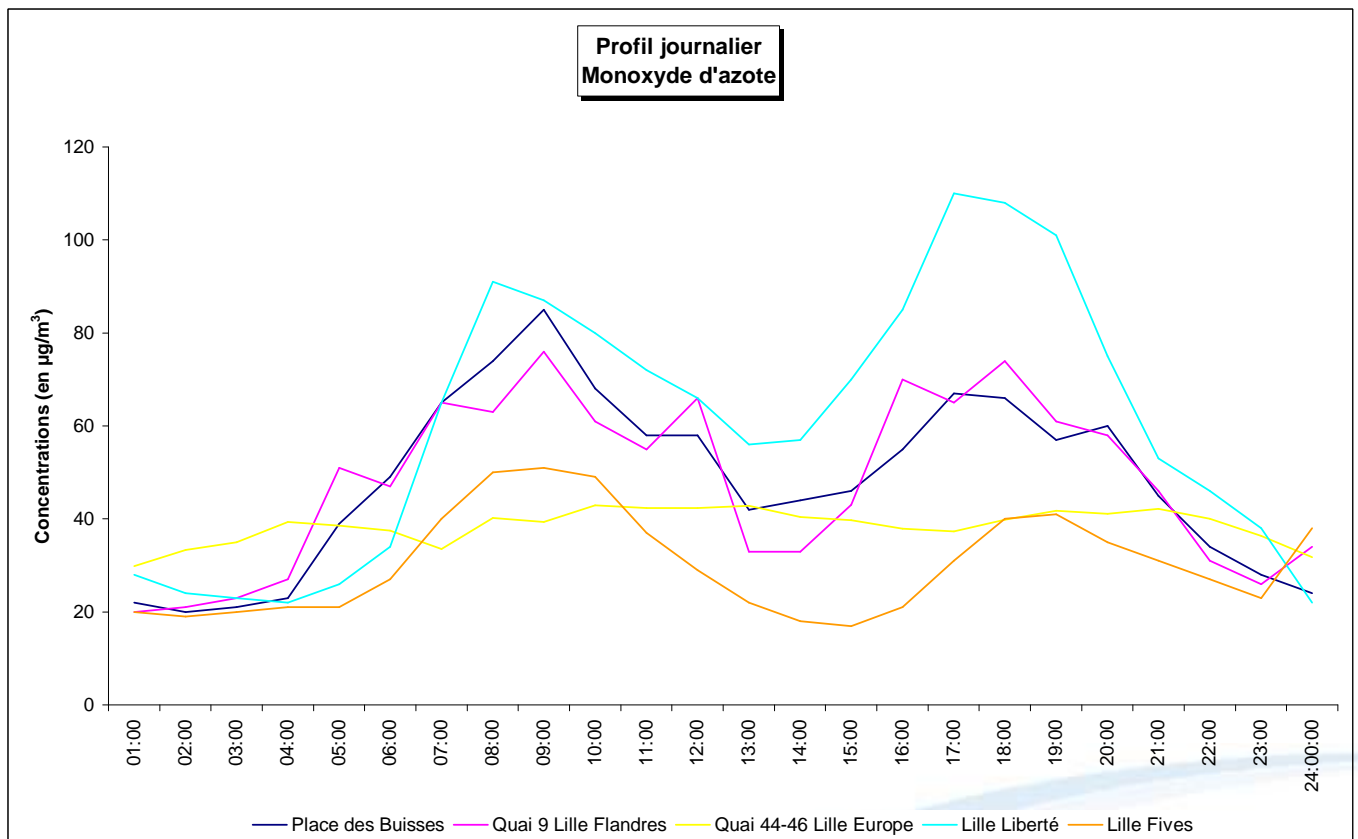
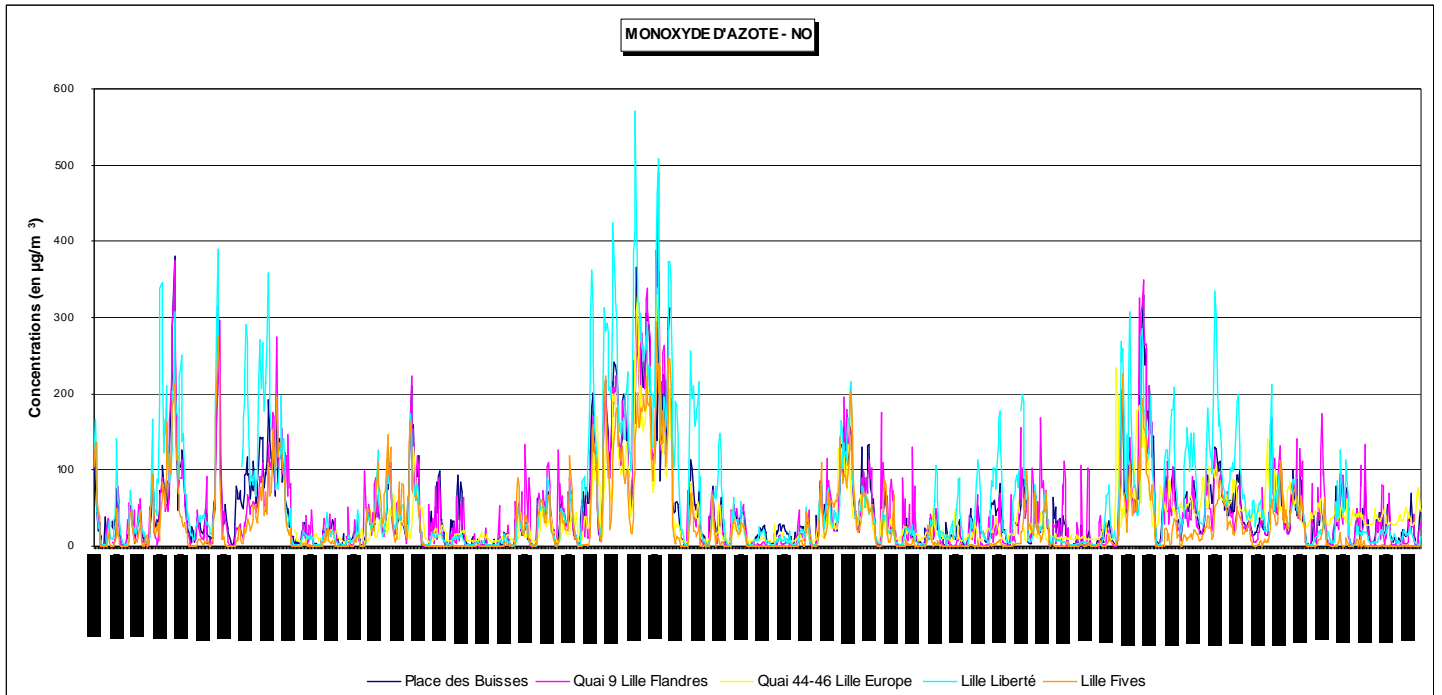
* : taux de fonctionnement : il s'agit du pourcentage de données valides d'un appareil de mesure pour la période de mesure

NR : non représentatif (< 75% de données valides)

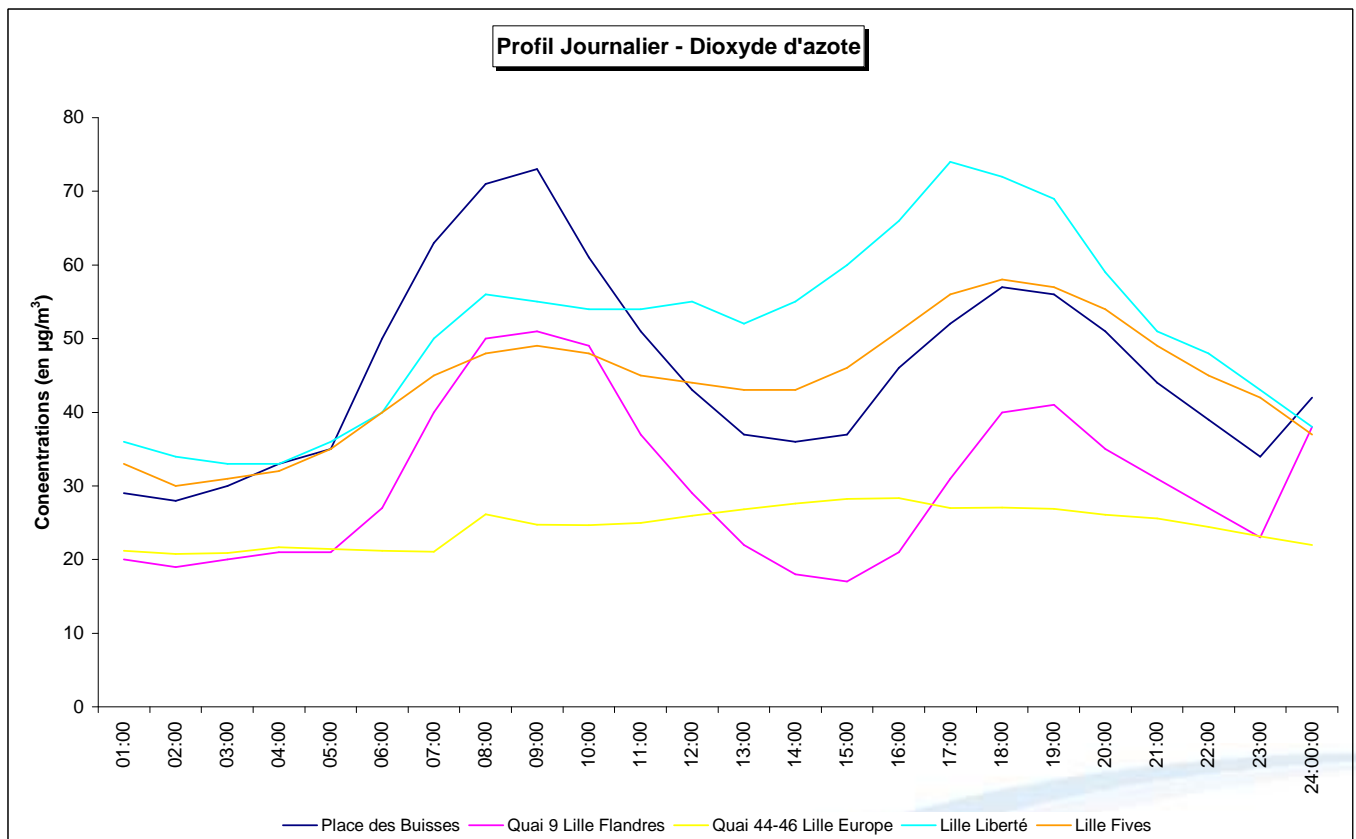
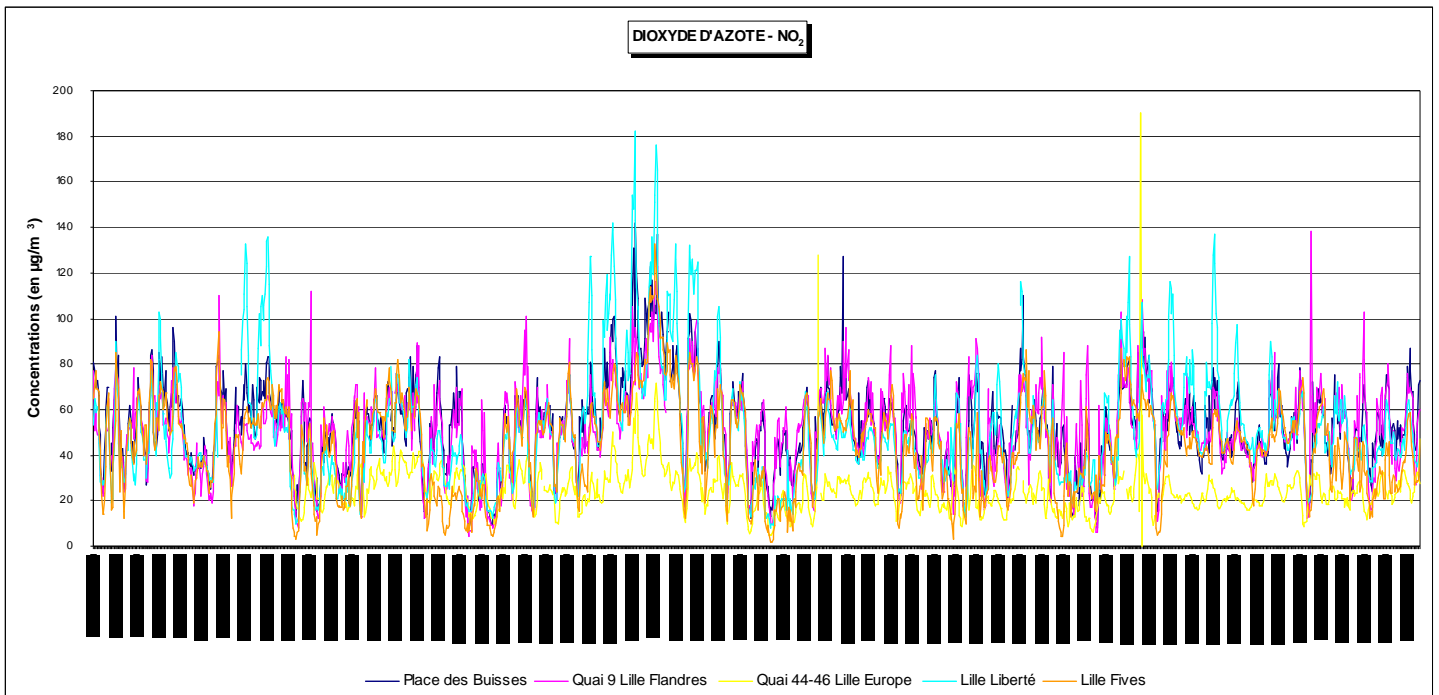
Dioxyde de soufre



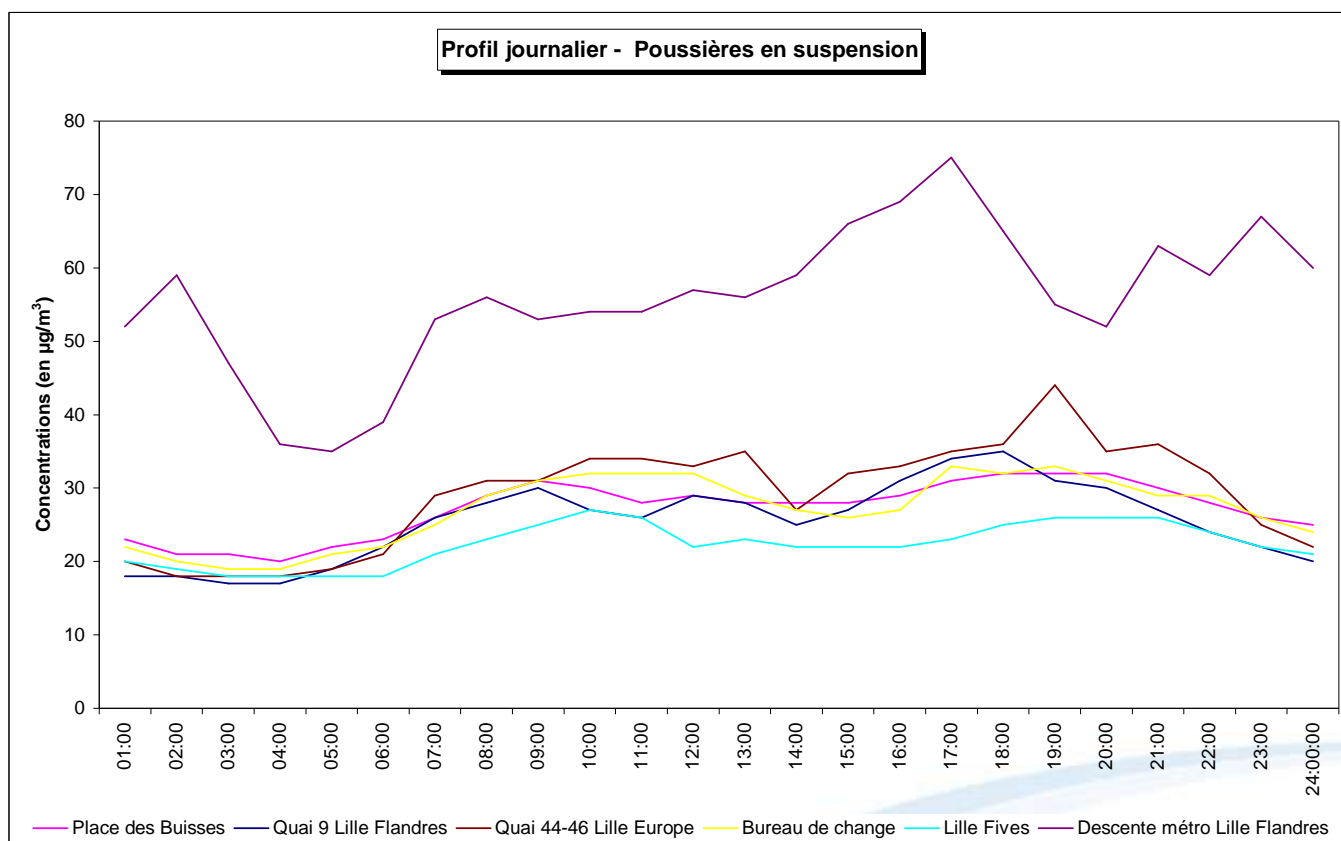
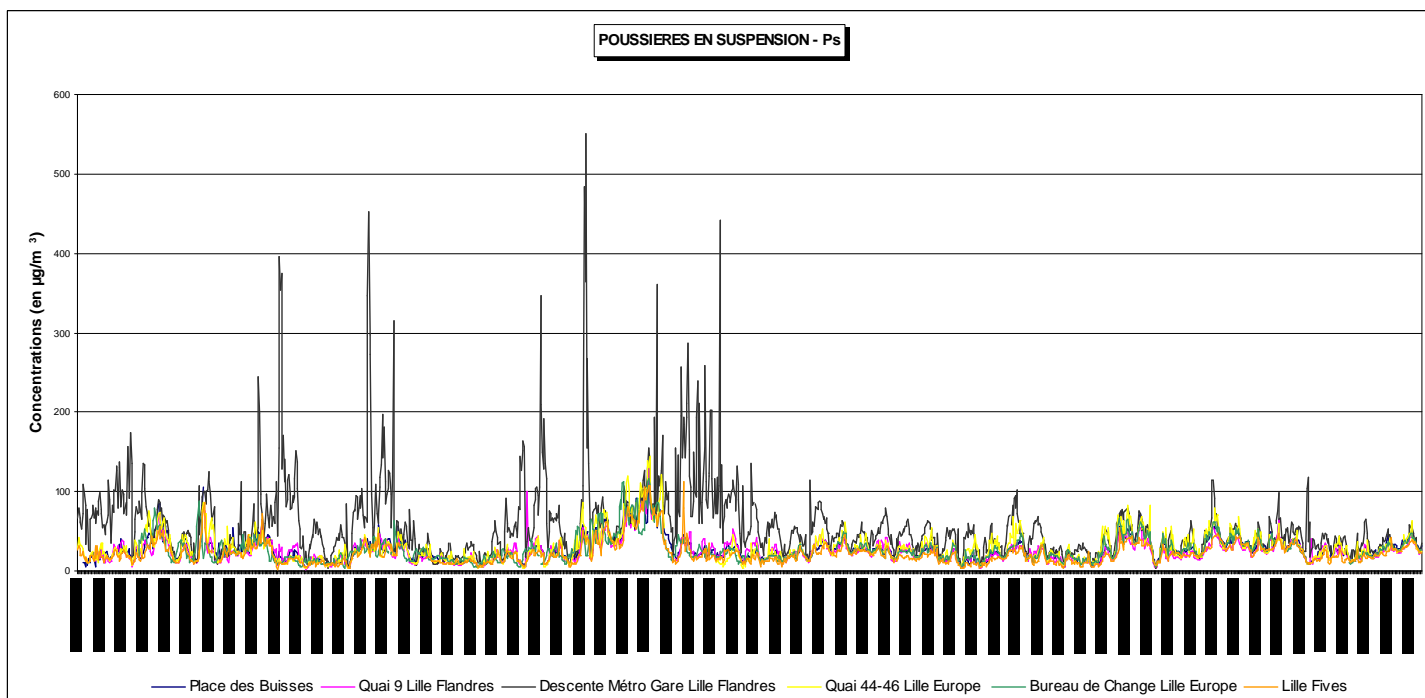
Le monoxyde d'azote



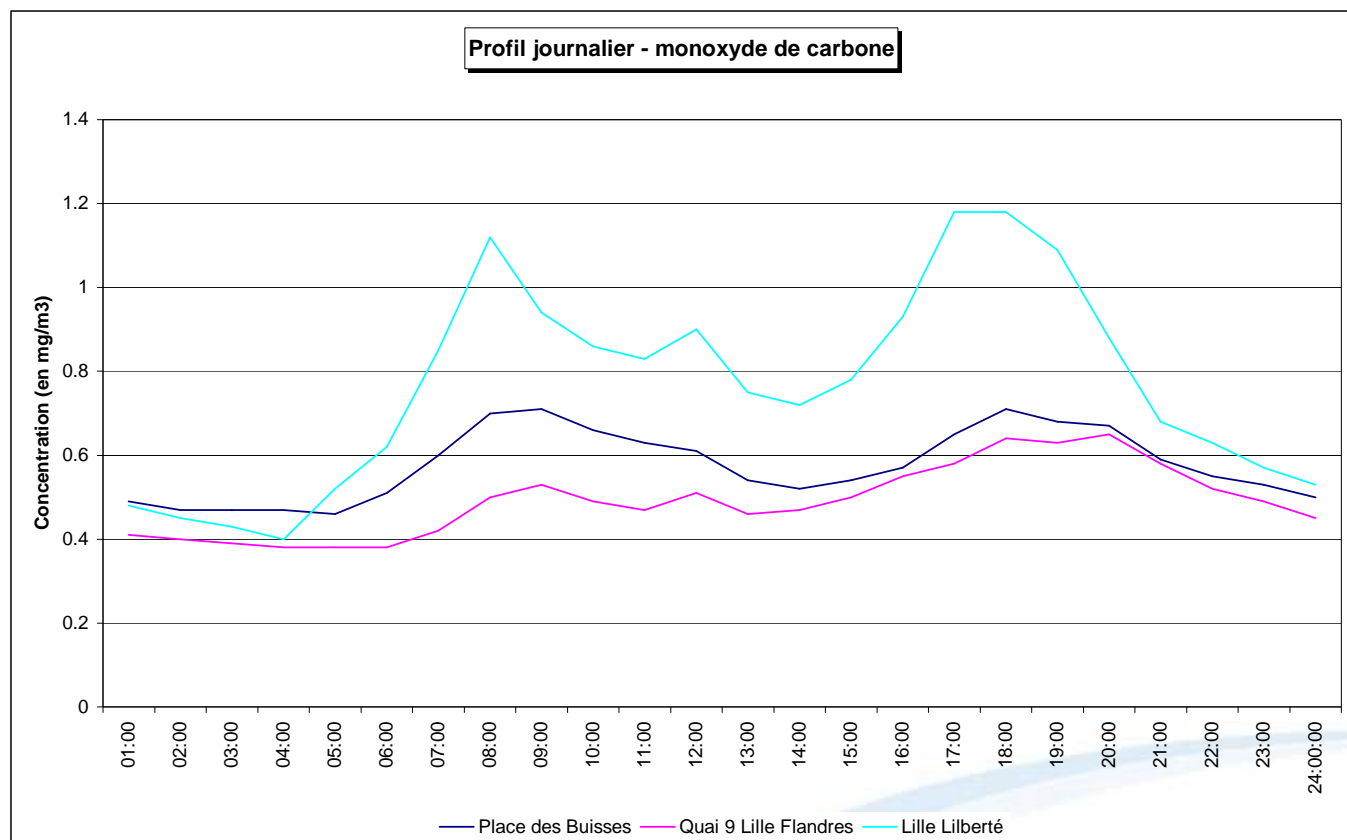
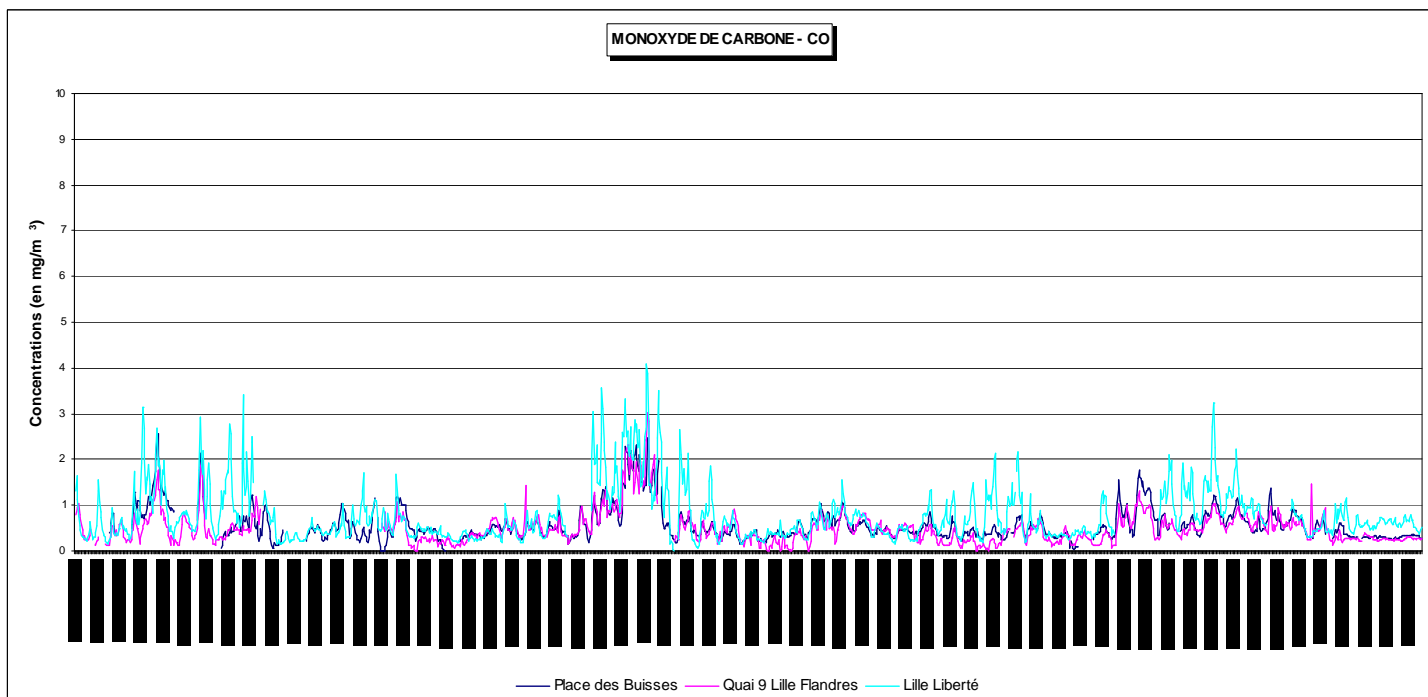
Le dioxyde d'azote



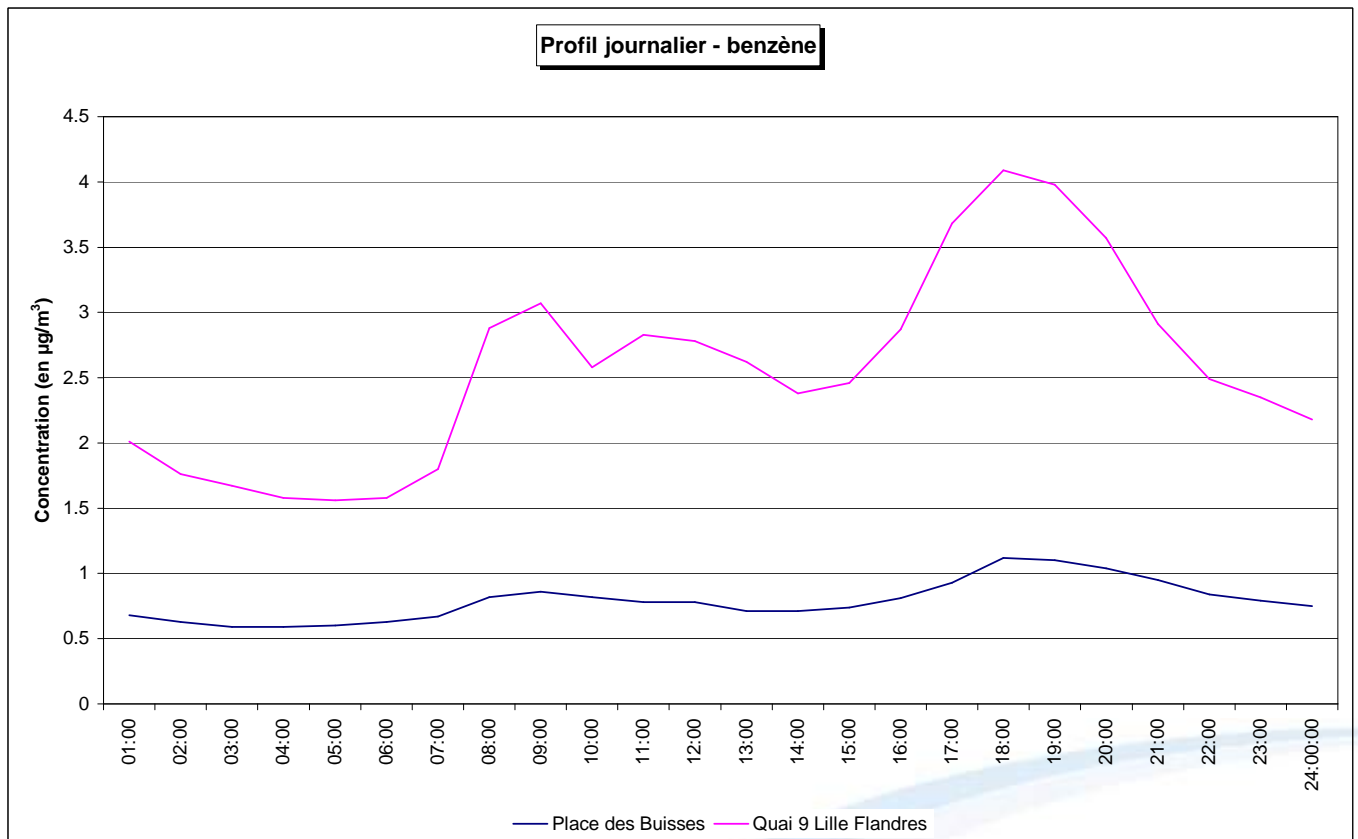
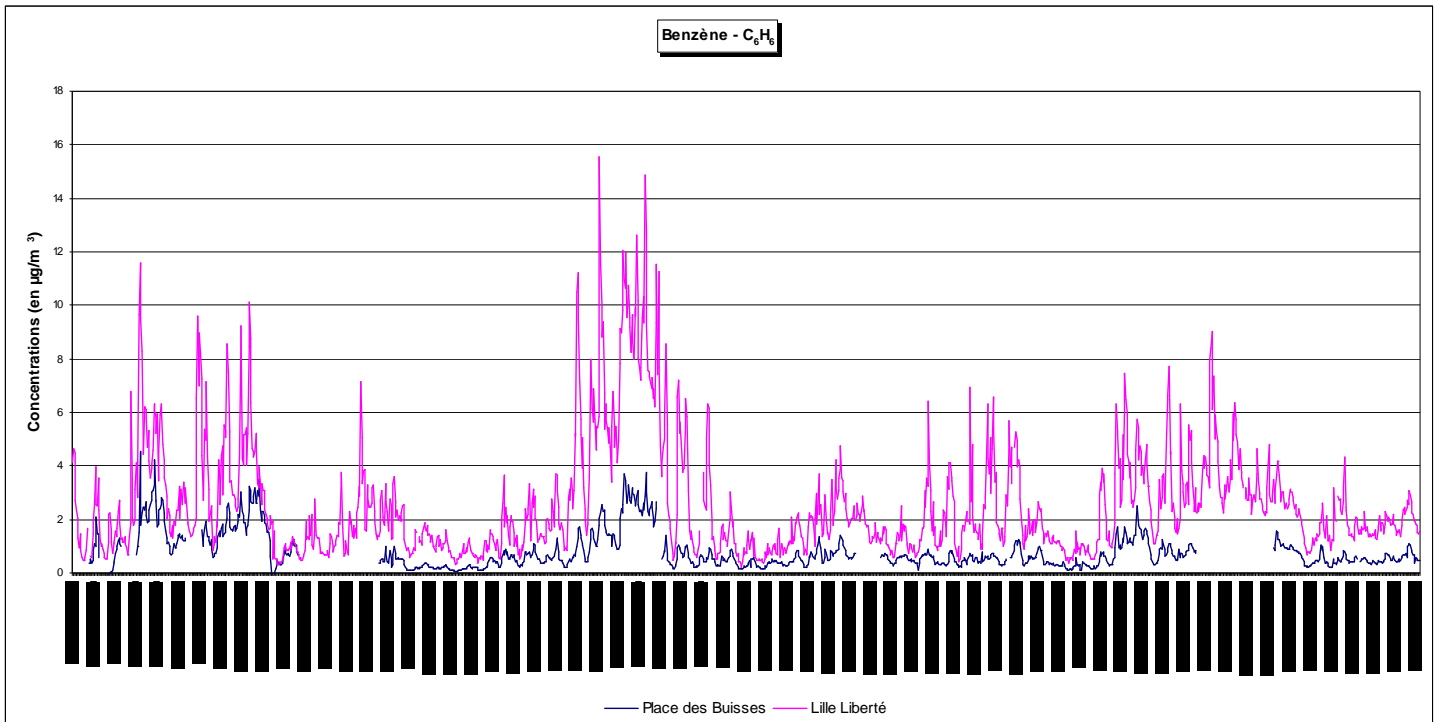
Les poussières en suspension



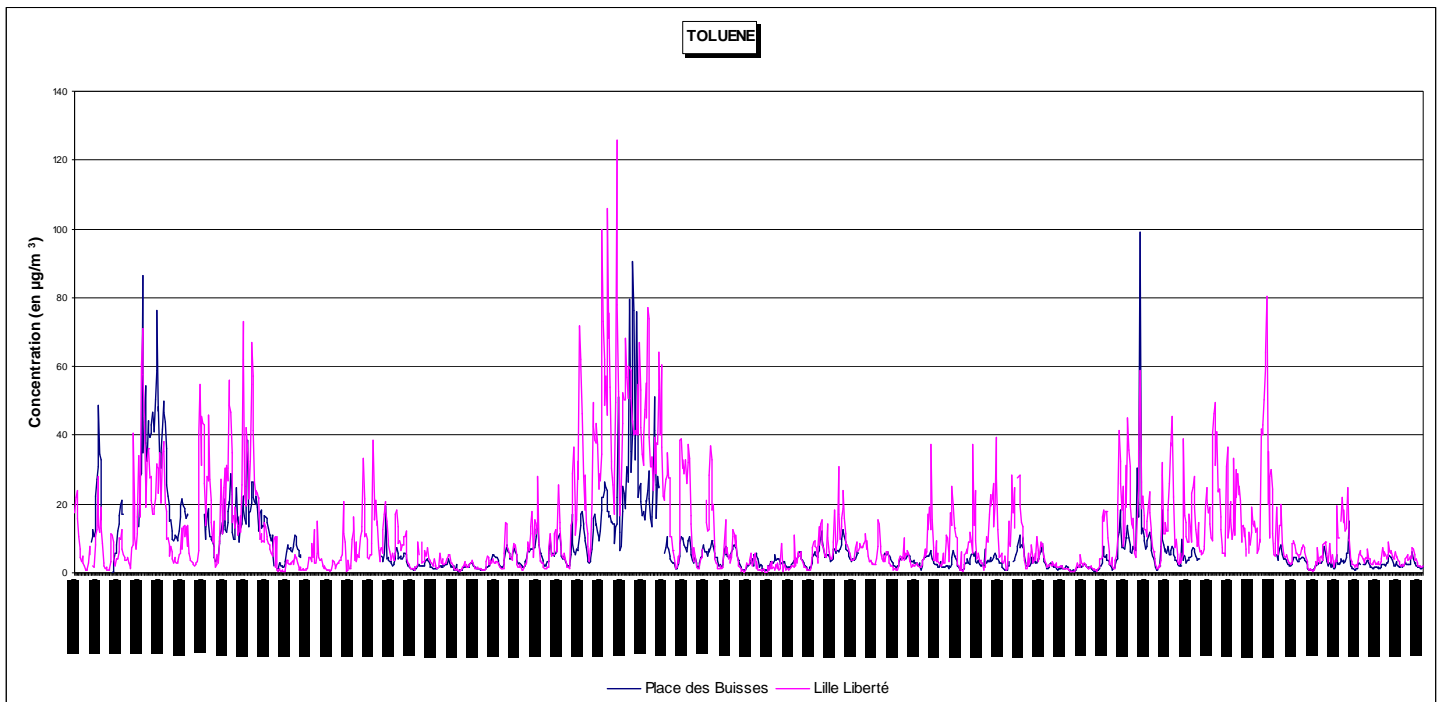
Le monoxyde de carbone



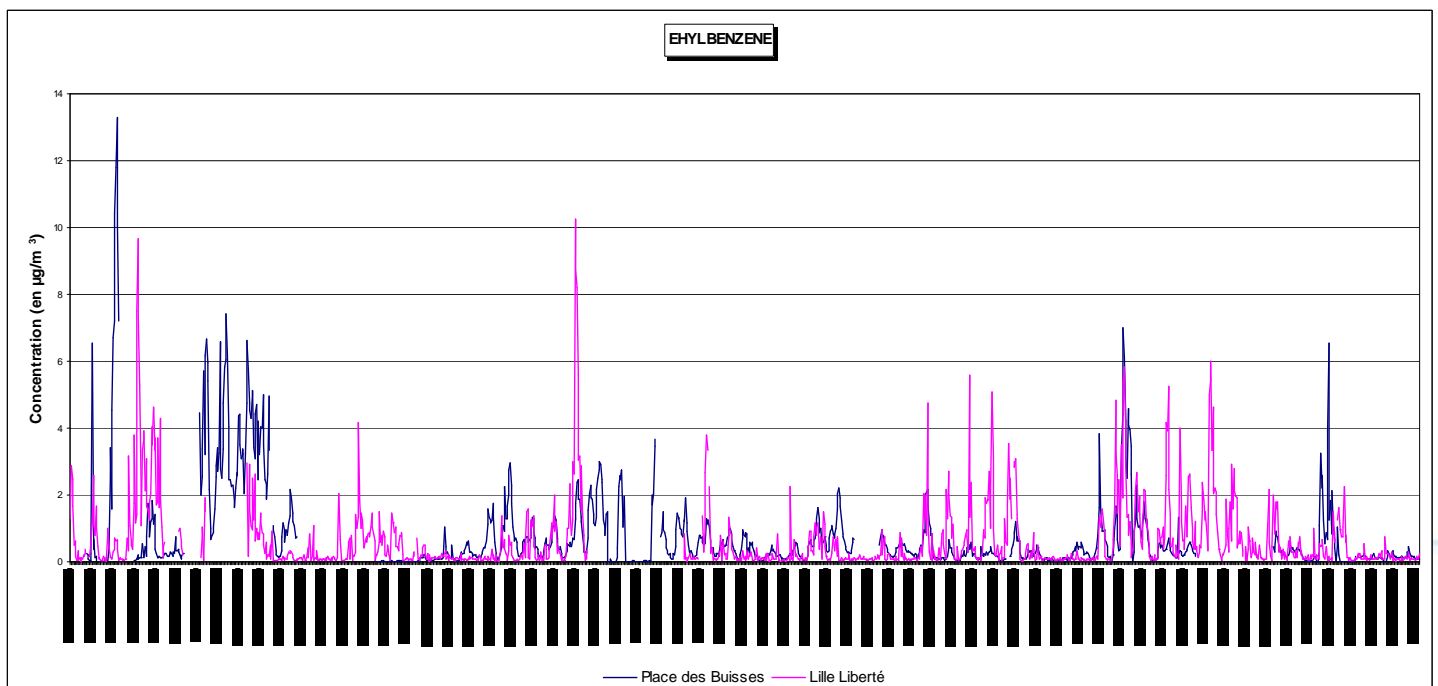
Le benzène



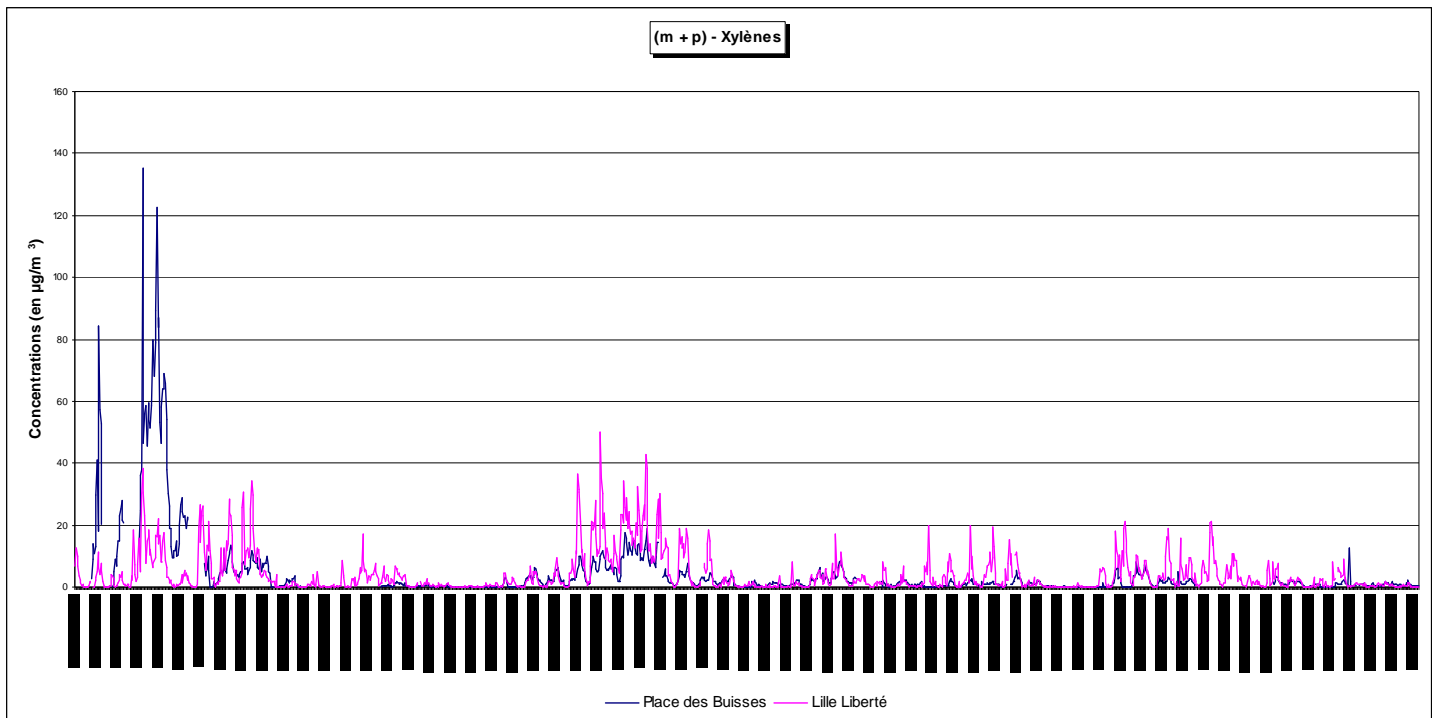
Le toluène



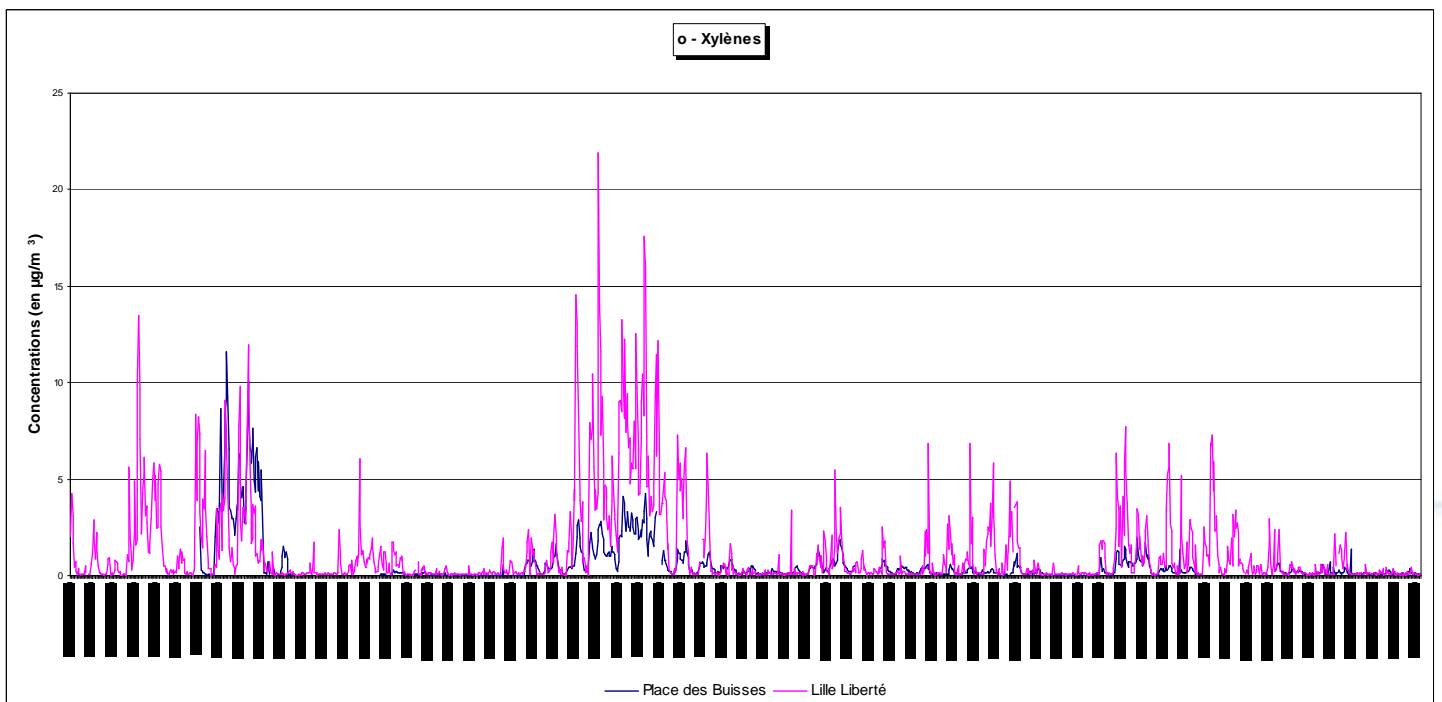
L'éthylbenzène



Le (m+p) - Xylènes



L'o - Xylènes



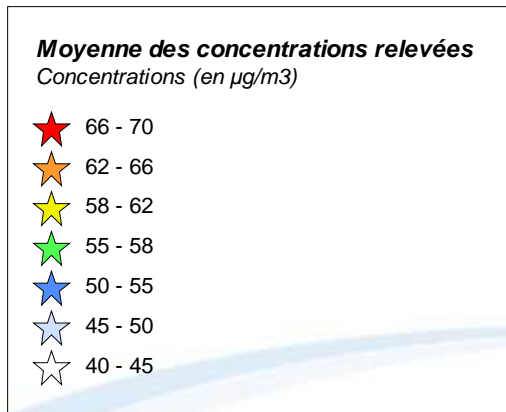
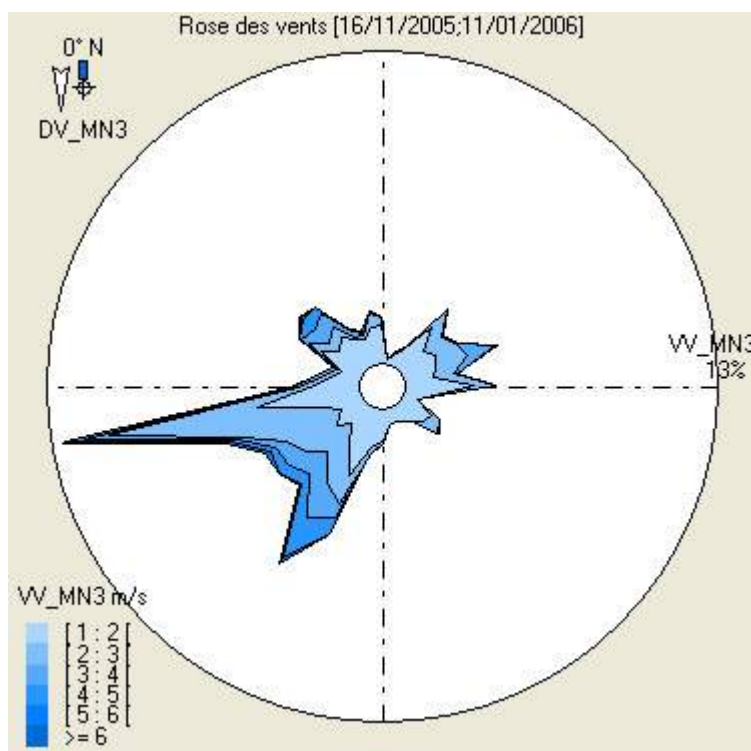
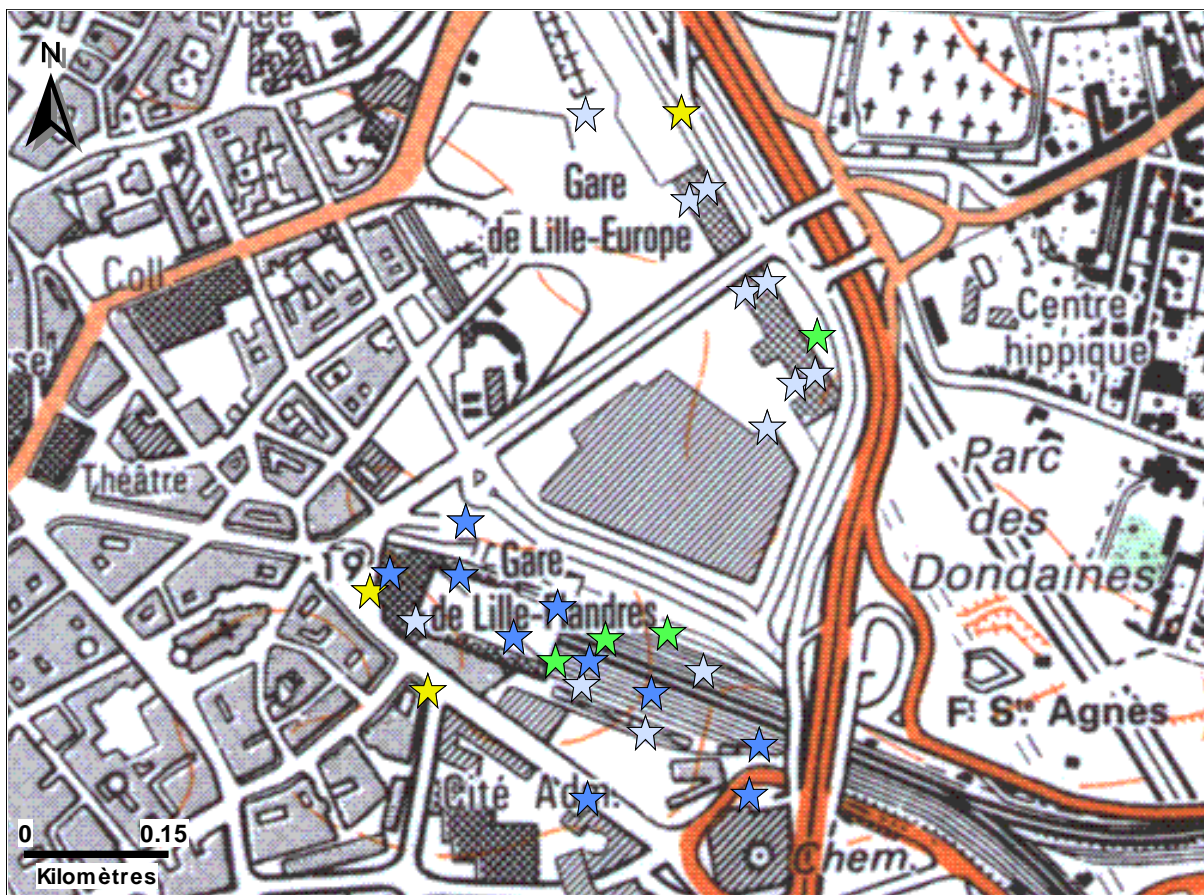
Résultats des mesures par tubes passifs

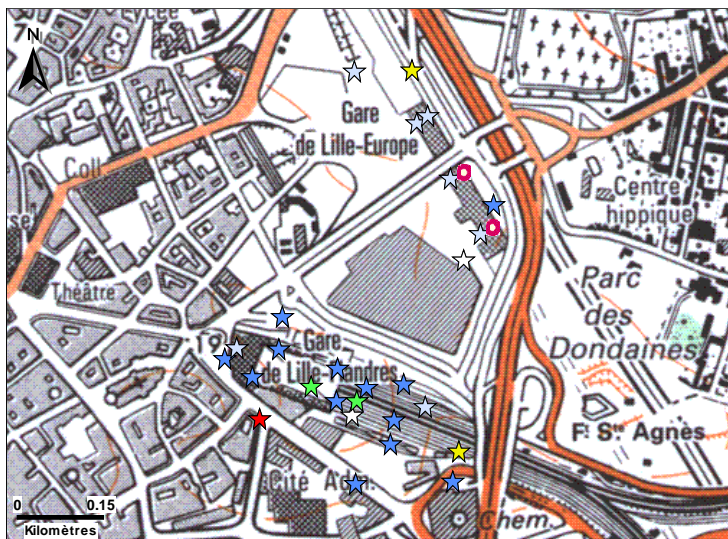
Dioxyde d'azote

Données chiffrées ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

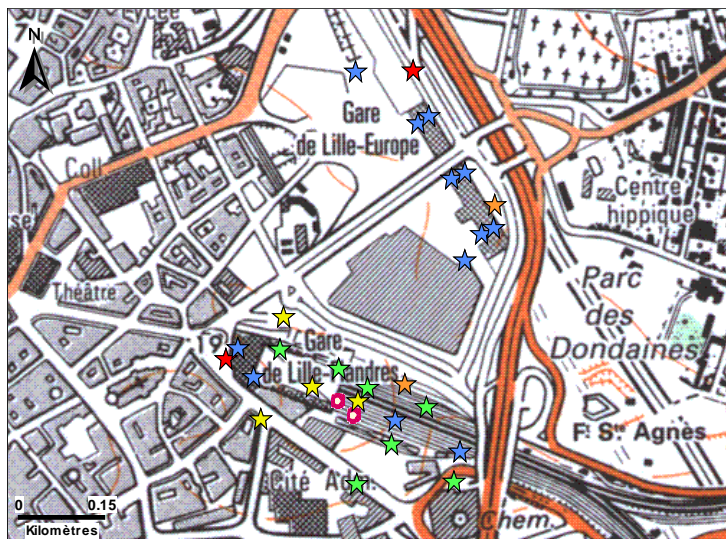
Site	Valeurs brutes				Valeurs corrigées						Ecart-type	CV (en %)
	Période 1	Période 2	Période 3	Période 4	Période 1	Période 2	Période 3	Période 4	Moyenne			
	16/11/05 au 30/11/05	30/11/05 au 14/12/05	14/12/05 au 28/12/05	28/12/05 au 11/01/06	16/11/05 au 30/11/2005	30/11/05 au 14/12/05	14/12/05 au 28/12/05	28/12/05 au 11/01/06	16/11/05 au 11/01/06			
1	59.7	77.5	64.6	58.2	53.8	69.8	58.2	52.4	58.6	7.90	13.49%	
2	59.4	67.6	56	57.4	53.5	60.9	50.5	51.7	54.2	4.68	8.64%	
3	74.4	68.3	63.9	52.1	67.0	61.5	57.6	46.9	58.3	8.49	14.57%	
4	57.3	63.8	50.8	52.4	51.6	57.5	45.8	47.2	50.5	5.27	10.42%	
5	60.8	62.7	51.4	54.2	54.8	56.5	46.3	48.8	51.6	4.82	9.34%	
6	58.3	61.3	54	44.4	52.5	55.2	48.7	40.0	49.1	6.64	13.52%	
7	67	60.2	51.8	47.4	60.4	54.2	46.7	42.7	51.0	7.87	15.43%	
8	59.7	57.9	55.3	51.3	53.8	52.2	49.8	46.2	50.5	3.28	6.50%	
9	54.6	63.5	51.2	51.9	49.2	57.2	46.1	46.8	49.8	5.10	10.23%	
10	49		58.9	53.2	44.1		53.1	47.9	48.4	4.48	9.25%	
11	61		63.3	62.5	55.0		57.0	56.3	56.1	1.05	1.88%	
12	63.4	64.7	59.1	55.8	57.1	58.3	53.2	50.3	54.7	3.67	6.71%	
13	61	64	61.1	58.2	55.0	57.7	55.1	52.4	55.0	2.13	3.88%	
14	57.4	69.7	68.8	58.4	51.7	62.8	62.0	52.6	57.3	5.92	10.34%	
15	54.6	60.3		51.9	49.2	54.3		46.8	50.1	3.86	7.71%	
16	56.4	60.3	51.7	52.6	50.8	54.3	46.6	47.4	49.8	3.55	7.12%	
17	57.9	61.3	55	54.8	52.2	55.2	49.6	49.4	51.6	2.75	5.33%	
18	60.5	63.9	57.9	55.9	54.5	57.6	52.2	50.4	53.7	3.12	5.81%	
19	61.4	67.7	57.2	56.9	55.3	61.0	51.5	51.3	54.8	4.54	8.29%	
20	64.5	76.3	62.1	62.1	58.1	68.7	56.0	56.0	59.7	6.12	10.26%	
21	56.3	70.1		62.4	50.7	63.2		56.2	56.7	6.23	10.99%	
22	52	58.5	45	49.5	46.9	52.7	40.5	44.6	46.2	5.08	10.99%	
23	49.9	56.4	48	51.3	45.0	50.8	43.2	46.2	46.3	3.24	7.00%	
24	51.3	57	46	50.0	46.2	51.4	41.4	45.1	46.0	4.10	8.91%	
25	51.2	56.8	48	48.1	46.1	51.2	43.2	43.3	46.0	3.72	8.09%	
26	53.2	57.6	49.5	48.3	47.9	51.9	44.6	43.5	47.0	3.77	8.03%	
27	53	57.3	48	47.9	47.8	51.6	43.2	43.2	46.4	4.07	8.75%	
28		57.4	46.9	47.4		51.7	42.3	42.7	45.6	5.34	11.71%	
29		57.4	45.4	47.8		51.7	40.9	43.1	45.2	5.72	12.65%	
Moyenne	58.0	62.9	54.5	53.3	52.2	56.7	49.1	48.0	51.4			
Minimum	49.0	56.4	45.0	44.4	44.1	50.8	40.5	40.0	45.2	Valeur non disponible		
Maximum	74.4	77.5	68.8	62.5	67.0	69.8	62.0	56.3	59.7			

Répartition spatiale du dioxyde d'azote moyenne du 16 Novembre 2005 au 11 Janvier 2006

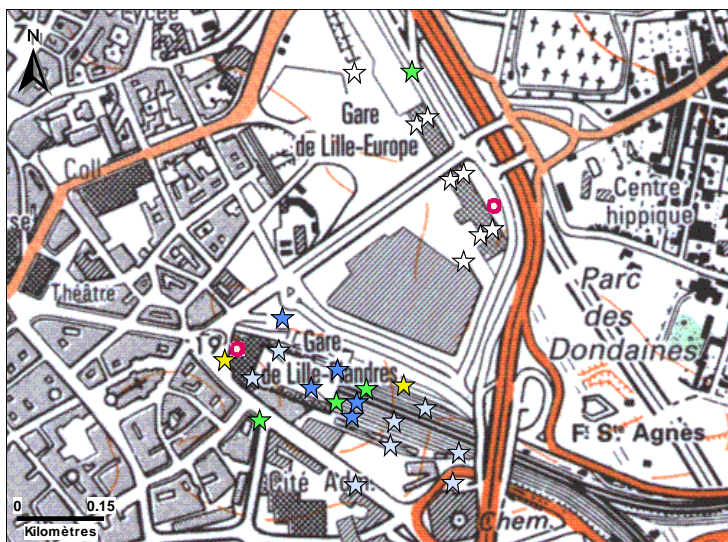




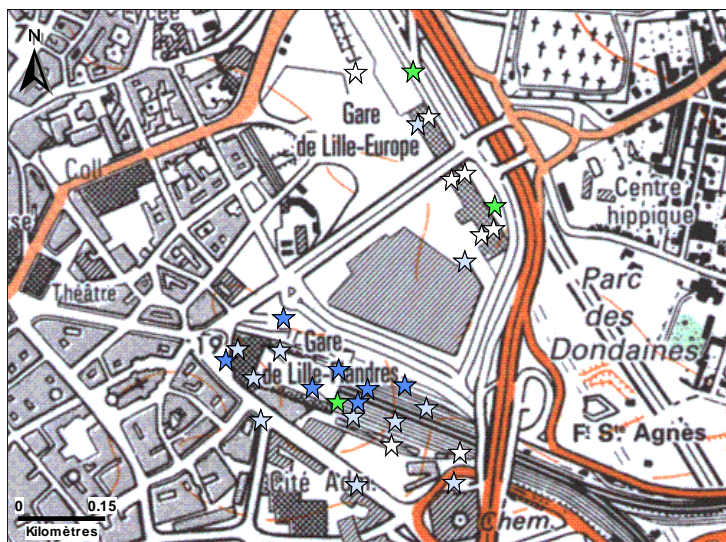
Période 1



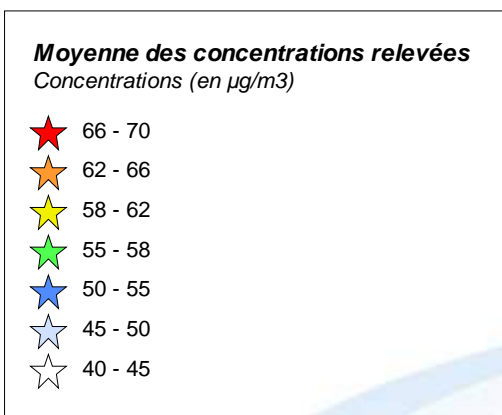
Période 2



Période 3



Période 4



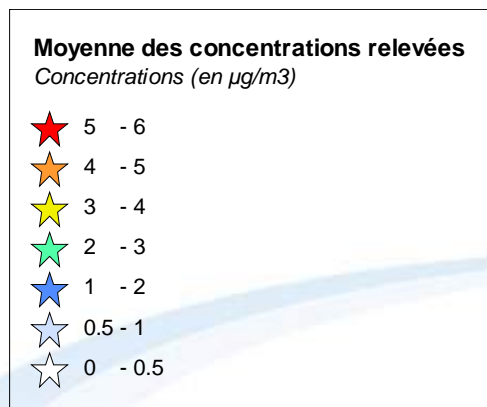
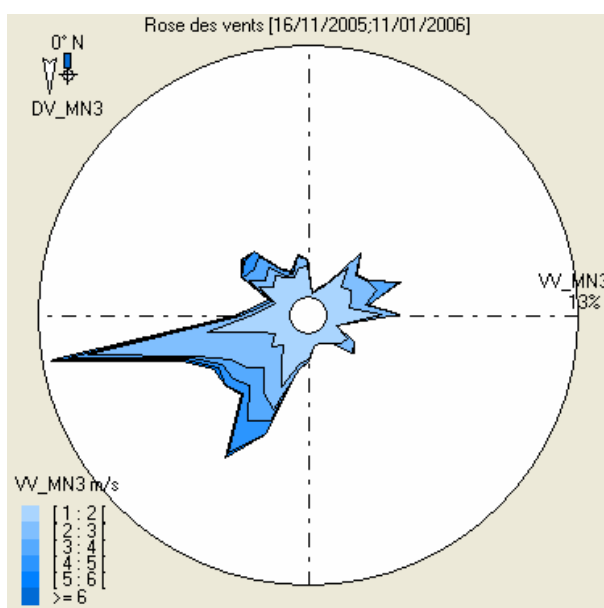
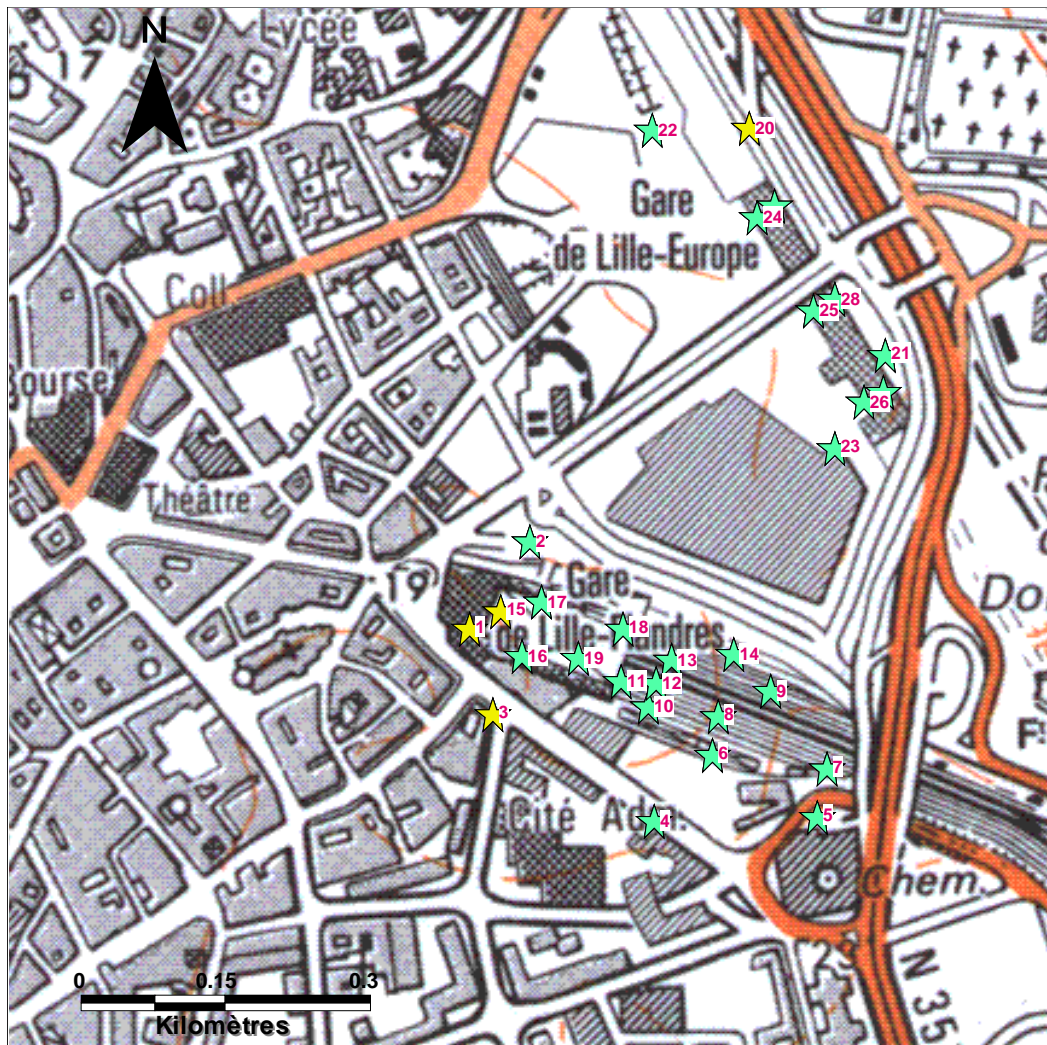
Les BTEX

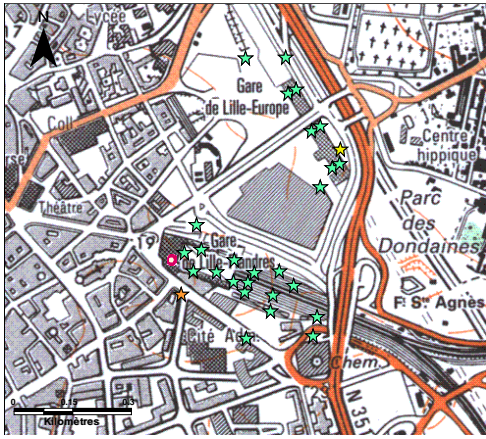
Benzène

Données chiffrées ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

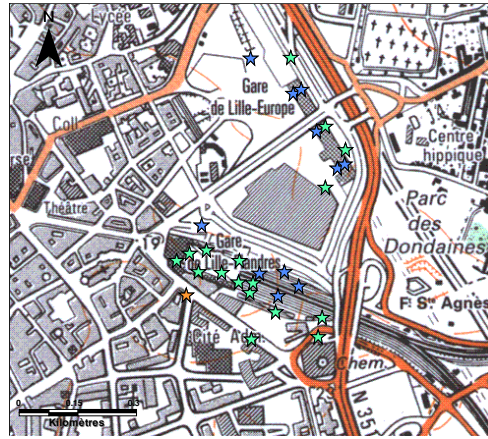
Site	Période 1 16/11/2005 au 23/11/2005	Période 2 23/11/2005 au 30/11/2005	Période 3 30/11/2005 au 07/12/2005	Période 4 07/12/2005 au 14/12/2005	Période 5 14/12/2005 au 21/12/2005	Période 6 21/12/2005 au 28/12/2005	Période 7 28/12/2005 au 04/01/2006	Période 8 04/01/2006 au 11/01/2006	Moyenne	Ecart- type	CV
1		2,34	2,26	5,15	2,46	2,16	2,87	4,11	3,05	1,14	37,47%
2	2,74	1,72	1,38	4,24	1,53	1,88	2,33	4,08	2,45	1,12	45,67%
3	4,17	4,45	2,40	4,63	2,52	2,58	2,33	3,83	3,25	1,00	30,71%
4	2,86	2,68	3,14	5,22	2,05	2,19	2,07	3,62	3,00	1,06	35,46%
5	2,92	2,27	1,77	4,91	1,75	1,81	2,04	4,13	2,67	1,20	45,12%
6	2,36	2,15	1,64	4,05	1,71	1,66	2,01	3,49	2,39	0,90	37,89%
7	2,49	2,09	1,20	4,08	1,24	1,45	1,40	3,80	2,18	1,15	52,82%
8	2,28	1,83	1,47	4,39	1,50	1,61	2,57	3,64	2,43	1,08	44,45%
9	2,18	1,83	1,33	4,57	1,21	1,54	1,47	3,52	2,21	1,21	54,65%
10	2,20	2,02	1,56	4,59	2,03	1,77	2,15	3,42	2,50	1,02	40,74%
11	2,40	2,08		4,18	1,63	1,66	1,93	3,12	2,43	0,93	38,06%
12	2,43	2,10	1,45	4,17	1,76	2,76	2,11	3,25	2,51	0,88	34,93%
13	2,20	1,95	1,24	3,88	1,53	1,58	2,07	3,34	2,23	0,92	41,37%
14	2,37	1,91	1,30	4,20	1,39	1,60	2,15	3,28	2,26	1,00	44,36%
15	2,84	2,69	1,73	4,90		3,22	2,62	3,55	3,12	0,98	31,51%
16	2,78	2,65	1,52	4,41	2,14	1,88		3,43	2,67	0,99	36,98%
17	2,53	2,21	1,52	4,49	2,02	1,86	2,67	3,48	2,61	0,97	37,11%
18	2,30	2,08	1,56	4,31	2,04	1,84	2,43	3,37	2,52	0,91	36,14%
19	2,76	2,19	1,45	4,24	1,96	1,73	2,12	3,40	2,44	0,94	38,30%
20	2,73	2,12	1,49	4,54	1,70		4,08	3,58	2,92	1,20	41,01%
21	3,14	2,49	1,87	4,77	1,93	2,10	2,88	4,00	2,86	1,04	36,41%
22	2,45	1,90	1,38	4,81	1,40	1,75	1,50	3,41	2,31	1,21	52,56%
23	2,51	2,04	1,63	4,27	1,68	1,58	1,79	3,34	2,33	0,97	41,75%
24	2,51	1,80	1,35	4,50	1,49	1,58	2,50	3,37	2,37	1,09	46,01%
25	2,49	1,69	1,31	3,99	1,56	1,57	2,75	3,74	2,37	1,04	43,62%
26	2,63	1,97	1,39	4,80	1,79	1,71	2,57	3,50	2,53	1,13	44,59%
27	2,44	1,99	1,45	4,35	1,68	1,57	2,45	3,37	2,41	1,00	41,57%
28	2,61	2,09	1,45	4,24	1,50	1,66	2,68	3,70	2,47	1,03	41,78%
29	2,31	1,86	1,35	3,82	1,55	1,68	2,37	3,31	2,28	0,88	38,50%
Moyenne	2,59	2,18	1,59	4,44	1,74	1,86	2,32	3,56			
Maximumx	4,17	4,45	3,14	5,22	2,52	3,22	4,08	4,13			non disponible
Minimum	2,18	1,69	1,20	3,82	1,21	1,45	1,40	3,12			

Répartition spatiale du benzène moyenne du 16 Novembre 2005 au 11 Janvier 2006

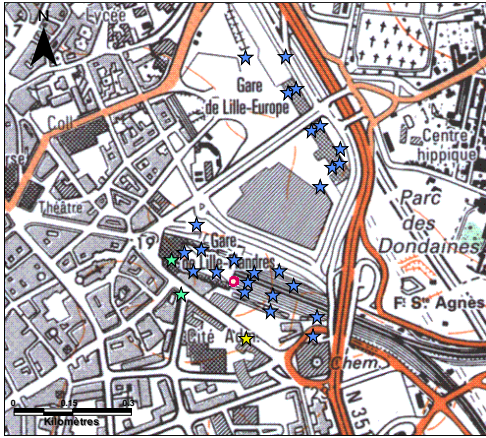




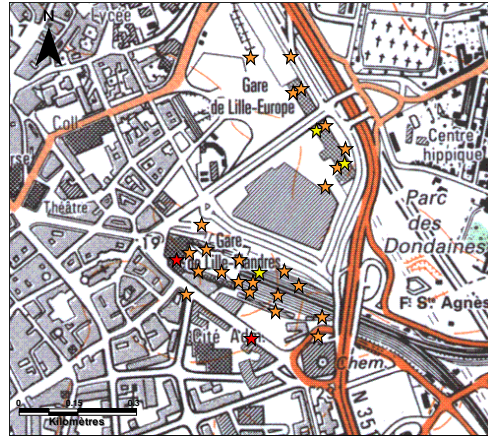
Période 1



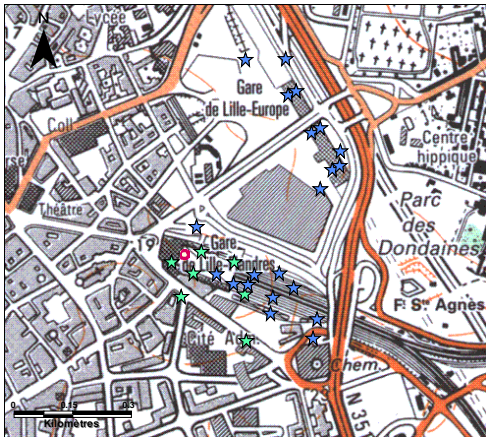
Période 2



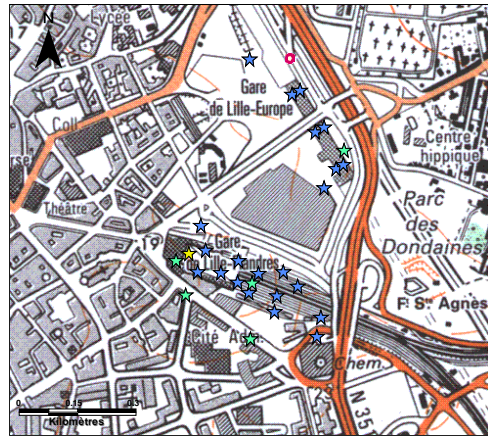
Période 3



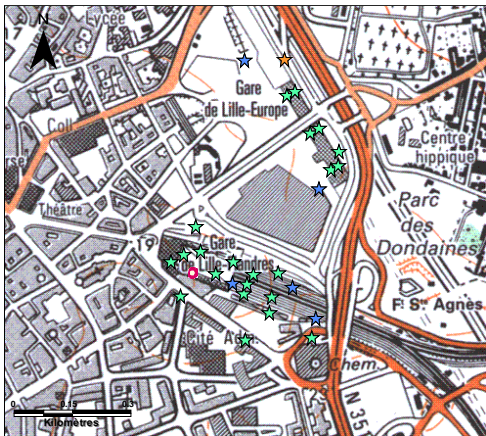
Période 4



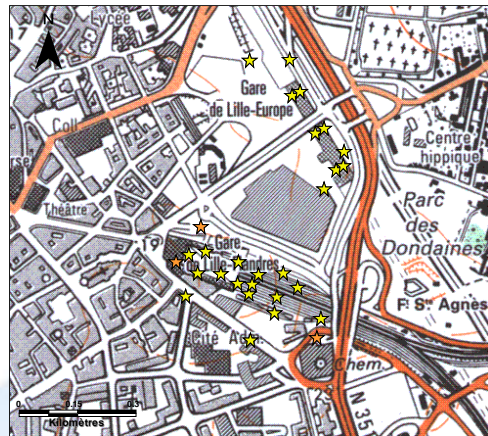
Période 5



Période 6



Période 7



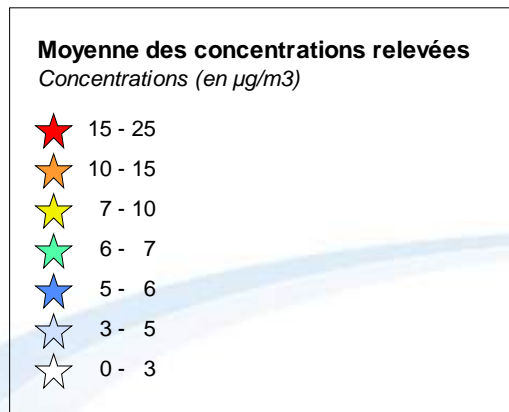
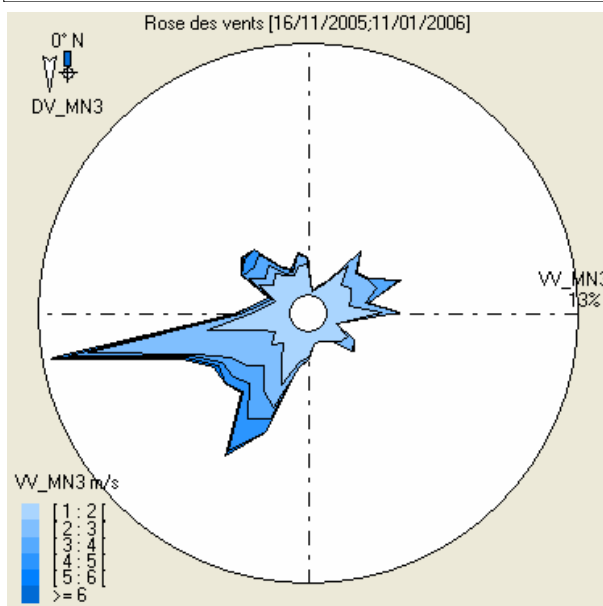
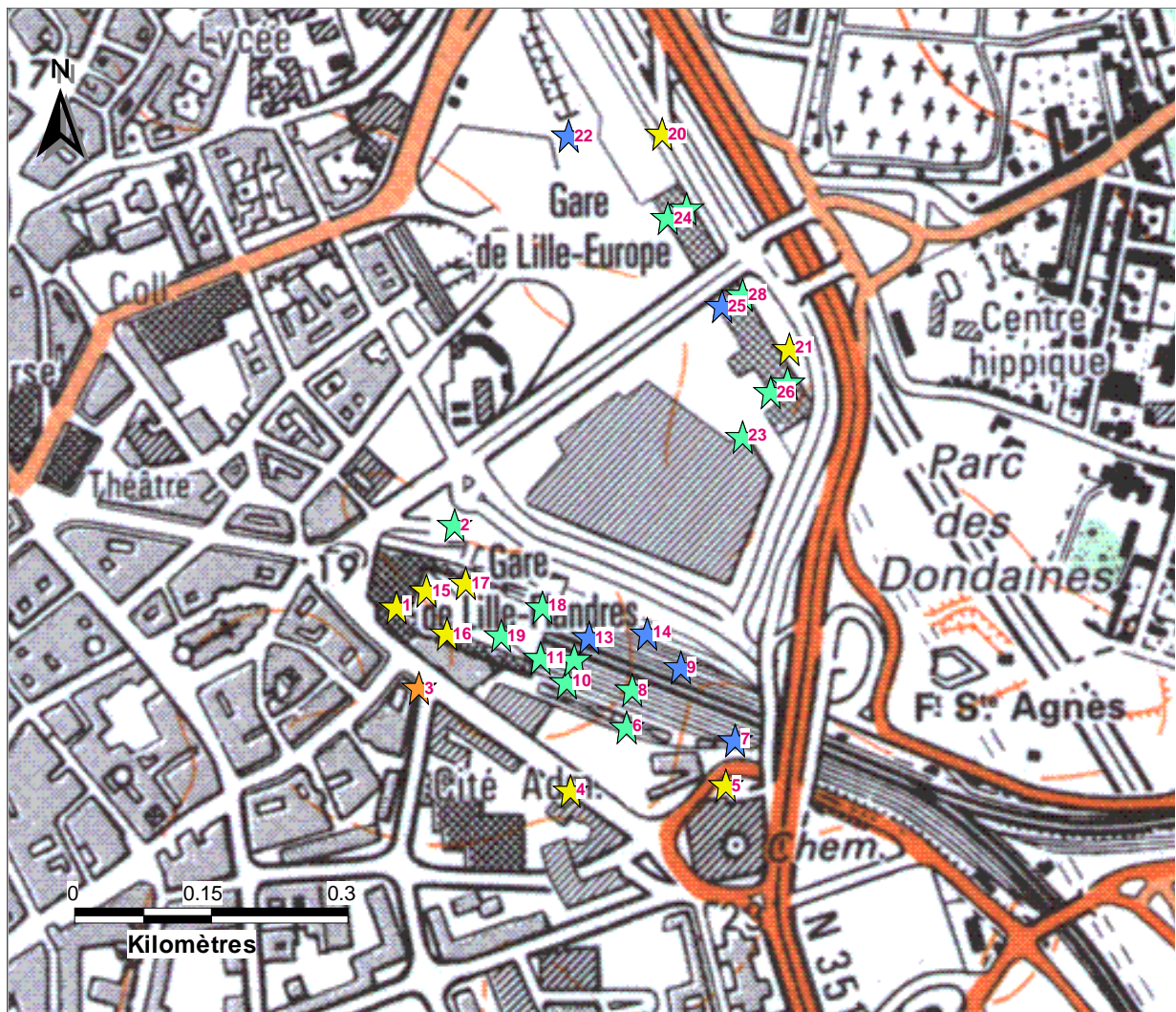
Période 8

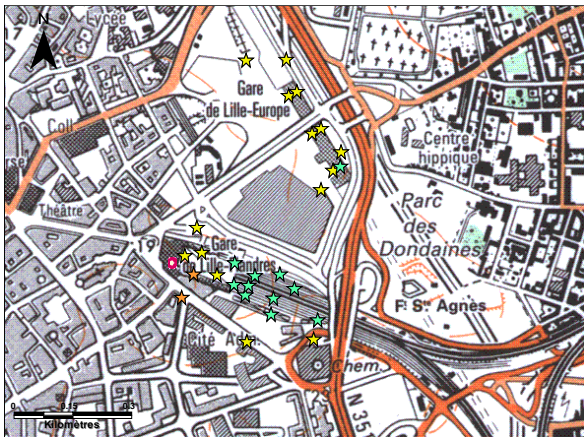
Toluène

Données chiffrées ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

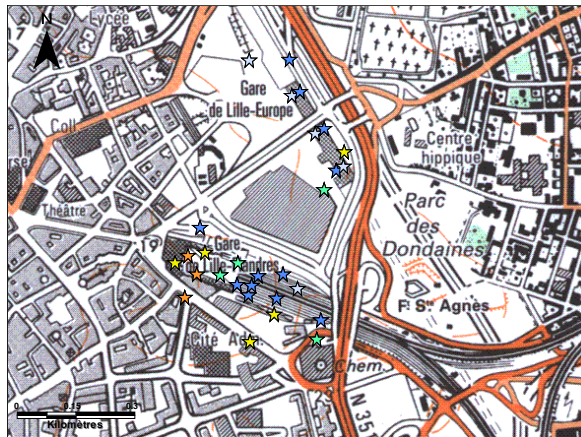
Site	Période 1	Période 2	Période 3	Période 4	Période 5	Période 6	Période 7	Période 8	Moyenne	Ecart-type	CV
	16/11/2005 au 21/11/2005	21/11/2005 au 30/11/2005	30/11/2005 au 07/12/2005	07/12/2005 au 14/12/2005	14/12/2005 au 21/12/2005	21/12/2005 au 28/12/2005	28/12/2005 au 04/01/2006	04/01/2006 au 11/01/2006			
1		7,36	6,54	19,19	5,34	5,52	7,45	9,69	8,73	4,84	55,45%
2	8,05	5,52	3,32	14,82	3,69	4,08	4,66	8,40	6,57	3,84	58,54%
3	13,58	14,81	7,70	18,01	7,60	7,19	6,04	9,25	10,52	4,36	41,44%
4	8,72	8,24	7,53	21,73	5,69	5,33	5,59	9,17	9,00	5,36	59,52%
5	8,64	6,88	4,75	18,18	4,43	4,18	5,48	9,35	7,74	4,64	59,97%
6	6,73	7,17	4,34	14,00	5,01	4,00	5,17	7,16	6,70	3,20	47,83%
7	6,74	5,63	2,90	13,47	2,65	2,72	3,45	7,73	5,66	3,72	65,64%
8	6,05	5,15	4,51	15,22	3,47	3,10	7,41	7,13	6,50	3,85	59,25%
9	6,06	4,89	3,10	15,20	2,58	3,19	3,36	6,96	5,67	4,16	73,34%
10	6,38	5,56	3,47	16,64	5,26	3,55	5,31	6,49	6,58	4,22	64,05%
11	6,89	5,79		14,53	4,43	3,16	4,56	5,93	6,47	3,76	58,08%
12	6,62	5,66	3,21	14,97	4,52	3,58	5,24	6,09	6,24	3,72	59,68%
13	6,34	5,39	2,71	13,55	3,70	3,17	4,88	6,20	5,74	3,43	59,76%
14	6,35	5,18	2,92	14,59	3,39	3,15	5,07	6,02	5,83	3,77	64,70%
15	9,39	10,99	5,17	18,80		5,91	6,85	7,20	9,19	4,69	51,04%
16	10,06	11,71	5,03	17,79	7,38	5,97		7,35	9,33	4,38	47,01%
17	8,07	8,45	3,94	16,91	6,43	4,77	7,01	6,83	7,80	3,98	51,04%
18	6,95	6,38	3,83	15,51	6,37	4,05	5,99	6,45	6,94	3,65	52,57%
19	8,11	6,36	3,34	15,50	5,46	3,58	5,29	6,31	6,74	3,86	57,20%
20	8,30	5,18	3,41	15,28	4,25		10,57	6,24	7,60	4,18	54,96%
21	9,70	7,38	5,59	15,35	5,36	5,71		7,11	8,03	3,56	44,34%
22	7,02	4,54	2,93	15,37	3,07	3,58	3,64	5,53	5,71	4,14	72,54%
23	7,47	6,30	4,43	14,75	4,39	3,49	4,38	5,82	6,38	3,62	56,73%
24	7,32	4,68	2,94	14,05	3,60	3,34	6,39	5,71	6,00	3,60	59,97%
25	7,04	4,32	3,10	12,93	3,64	3,19	7,05	6,05	5,92	3,27	55,29%
26	7,96	5,45	3,36	15,65	4,41	4,03	6,70	5,70	6,66	3,92	58,94%
27	7,66	5,27	3,30	14,00	4,12	3,66	6,21	5,87	6,26	3,45	55,02%
28	8,53	5,59	4,07	14,16	4,12	3,75	7,17	6,62	6,75	3,44	50,92%
29	6,69	4,71	3,40	14,36	3,68	3,48	6,10	5,84	6,03	3,60	59,64%
Moyenne	7,76	6,57	4,10	15,67	4,57	4,09	5,82	6,90			
Maximum	13,58	14,81	7,70	21,73	7,60	7,19	10,57	9,69			non disponible
Minimum	6,05	4,32	2,71	12,93	2,58	2,72	3,36	5,53			

Répartition spatiale du toluène moyenne du 16 Novembre 2005 au 11 Janvier 2006

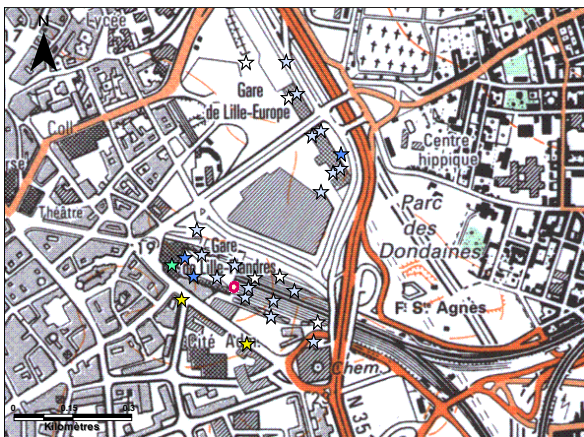




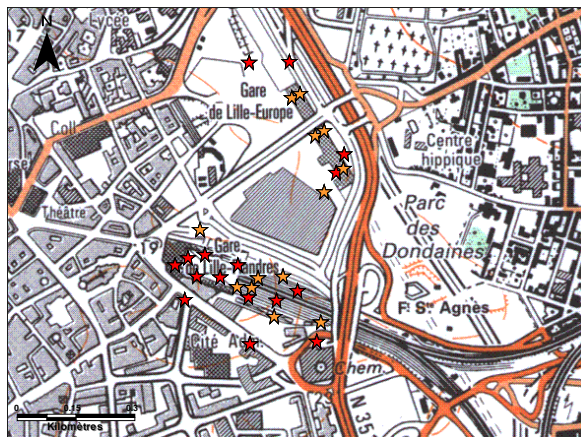
Période 1



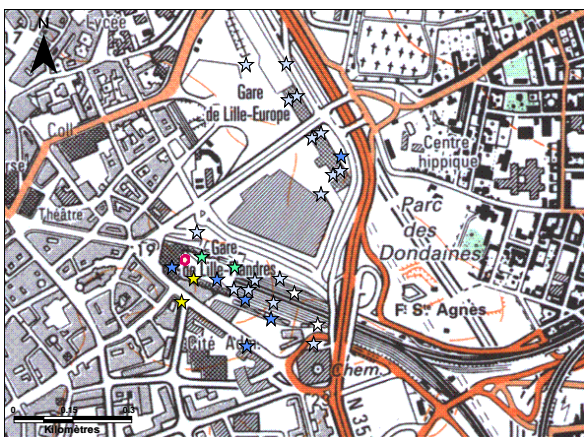
Période 2



Période 3



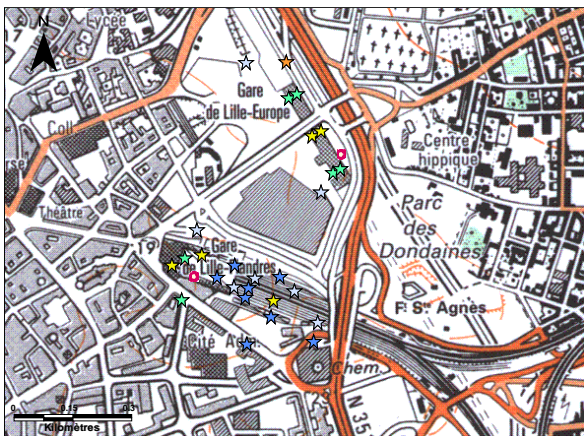
Période 4



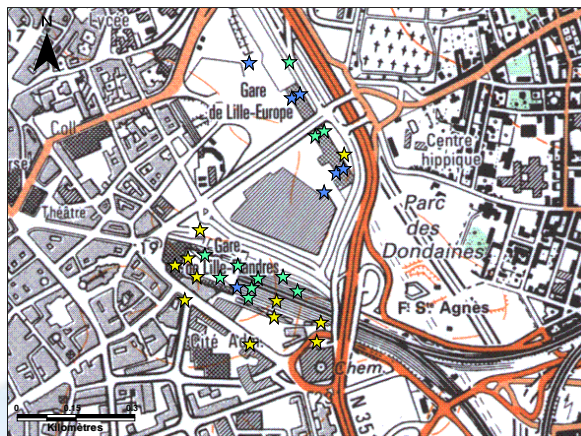
Période 5



Période 6



Période 7



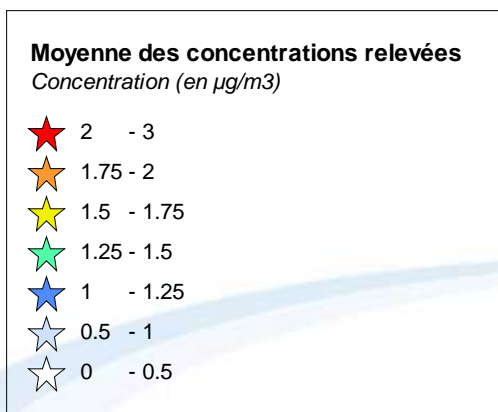
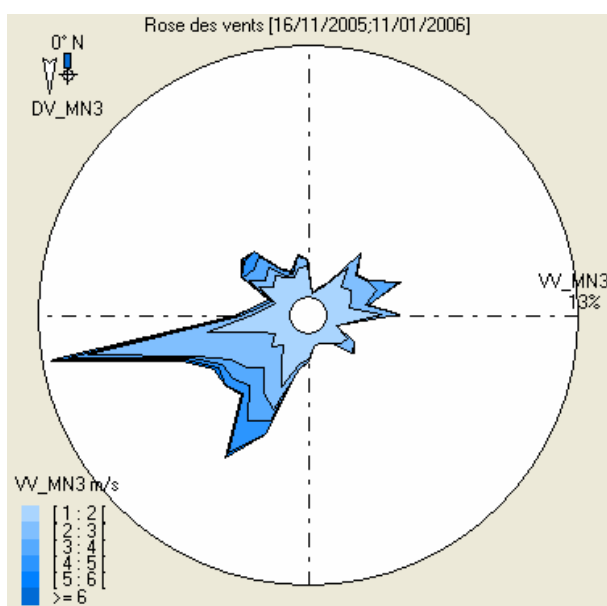
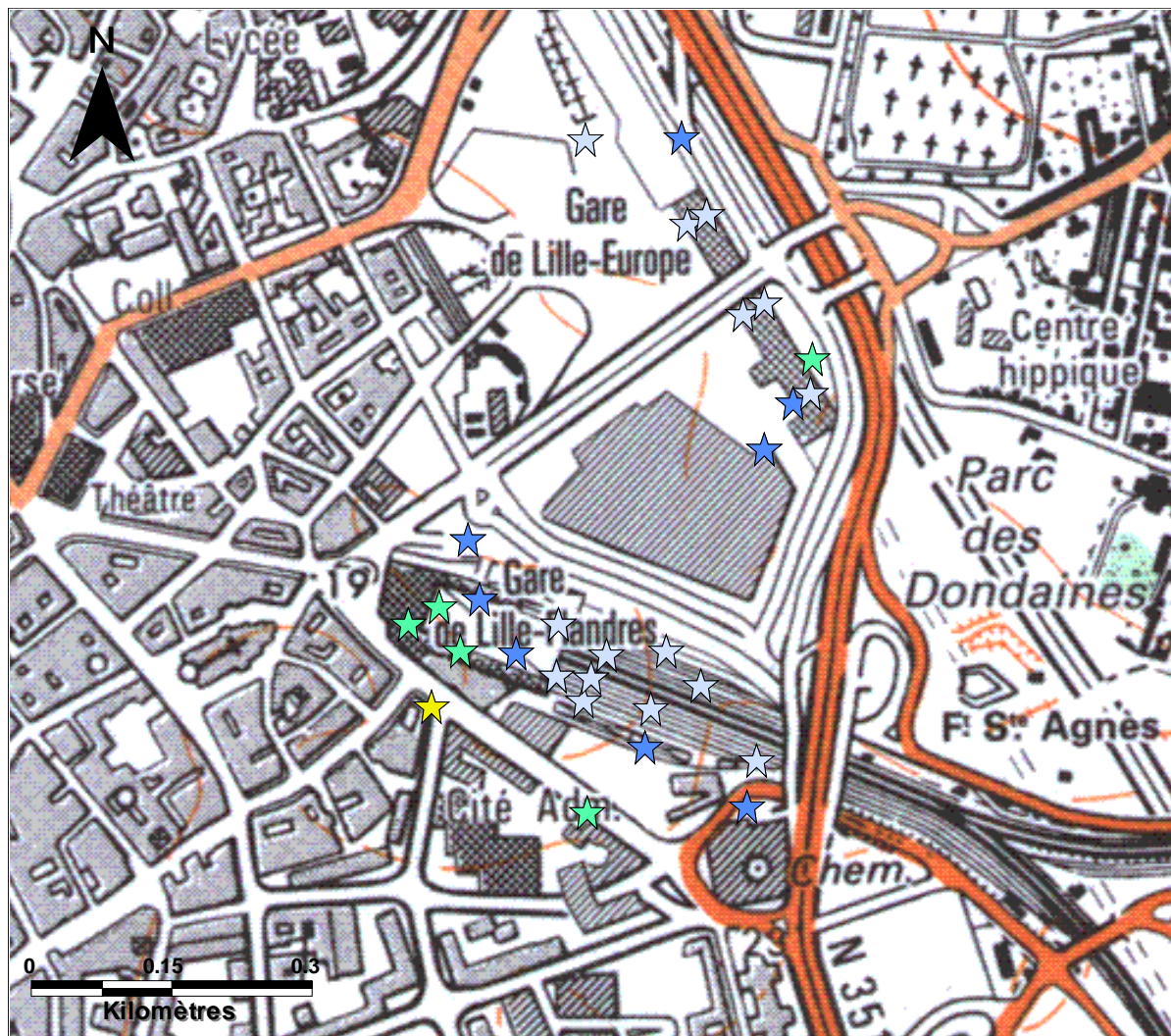
Période 8

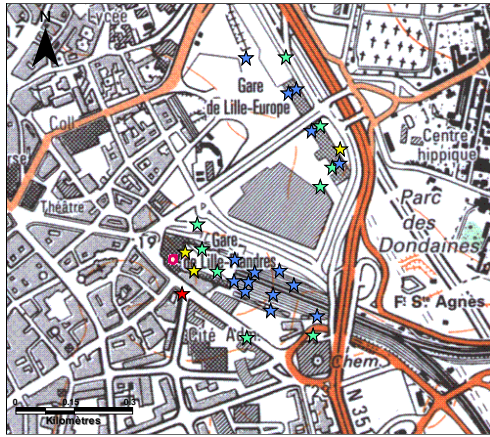
Ethylbenzène

Données chiffrées ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

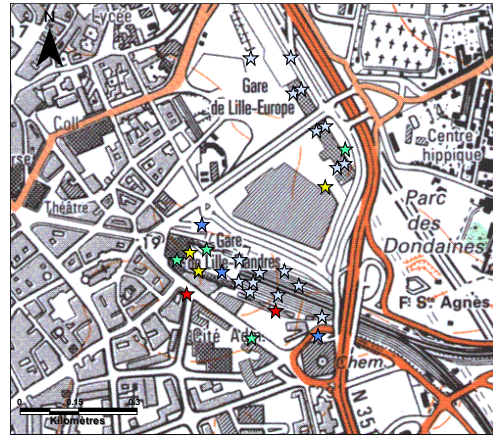
Site	Période 1	Période 2	Période 3	Période 4	Période 5	Période 6	Période 7	Période 8	Moyenne	Ecart-type	CV
	16/11/2005 au 21/11/2005	21/11/2005 au 30/11/2005	30/11/2005 au 07/12/2005	07/12/2005 au 14/12/2005	14/12/2005 au 21/12/2005	21/12/2005 au 28/12/2005	28/12/2005 au 04/01/2006	04/01/2006 au 11/01/2006			
1		1.29	1.18	2.52	0.96	0.93	0.92	1.41	1.32	0.56	42.85%
2	1.38	1.06	0.57	1.88	0.60	0.64	0.60	1.29	1.00	0.48	48.27%
3	2.39	2.47	1.33	2.37	1.30	1.17	0.76	1.35	1.64	0.66	40.38%
4	1.50	1.37	1.41	2.67	0.93	0.88	0.69	1.26	1.34	0.61	45.66%
5	1.49	1.15	0.84	2.26	0.69	0.72	0.56	1.26	1.12	0.56	50.05%
6	1.16	2.02	0.78	1.74	0.80	0.63	0.59	1.01	1.09	0.53	48.37%
7	1.13	0.99	0.54	1.78	0.43	0.42	0.46	1.05	0.85	0.48	56.54%
8	1.05	0.91	0.57	2.03	0.56	0.52	0.81	1.01	0.93	0.49	52.41%
9	1.07	0.83	0.55	1.97	0.45	0.54	0.39	1.10	0.86	0.52	60.83%
10	1.13	0.93	0.60	2.01	0.78	0.60	0.62	0.88	0.95	0.47	49.68%
11	1.21	0.96		1.85	0.73	0.49	0.51	0.83	0.94	0.47	50.20%
12	1.18	0.96	0.57	1.87	0.78	0.71	0.61	0.87	0.94	0.42	44.90%
13	1.10	0.87	0.48	1.76	0.67	0.54	0.57	0.86	0.86	0.42	49.07%
14	1.15	0.87	0.53	1.91	0.70	0.52	0.64	0.86	0.90	0.46	51.06%
15	1.53	1.74	0.83	2.45		1.00	0.83	1.05	1.35	0.60	44.30%
16	1.51	1.67	0.70	2.15	0.96	0.77		1.06	1.26	0.53	42.17%
17	1.36	1.31	0.64	2.10	0.93	0.75	0.88	1.00	1.12	0.47	41.53%
18	1.13	0.97	0.68	1.88	0.88	0.63	0.72	1.00	0.99	0.40	40.64%
19	1.38	1.13	0.58	1.90	0.87	0.60	0.63	0.92	1.00	0.46	45.58%
20	1.33	0.91	0.60	2.23	0.69		1.56	1.00	1.19	0.57	47.95%
21	1.59	1.31	0.97	2.11	0.81	0.90		1.13	1.26	0.46	36.59%
22	1.16	0.77	0.54	2.25	0.48	0.66	0.41	0.94	0.90	0.60	66.27%
23	1.34	1.73	0.77	2.11	0.73	0.52	0.53	0.95	1.09	0.58	53.88%
24	1.25	0.80	0.54	2.01	0.48	0.57	0.76	0.89	0.91	0.50	55.31%
25	1.17	0.76	0.54	1.82	0.63	0.51	0.89	0.95	0.91	0.43	47.24%
26	1.32	0.91	0.58	2.25	0.70	0.63	0.76	0.94	1.01	0.55	54.78%
27	1.24	0.90	0.55	1.96	0.57	0.57	0.72	0.93	0.93	0.48	51.35%
28	1.41	0.92	0.64	2.04	0.58	0.51	0.79	1.10	1.00	0.51	51.42%
29	1.09	0.88	0.60	2.09	0.59	0.59	0.71	0.95	0.94	0.50	53.57%
Moyenne	1.31	1.15	0.70	2.07	0.72	0.66	0.70	1.03			
Maximum	2.39	2.47	1.41	2.67	1.30	1.17	1.56	1.41			non disponible
Minimum	1.05	0.76	0.48	1.74	0.43	0.42	0.39	0.83			

Répartition spatiale de l'éthylbenzène moyenne du 16 Novembre 2005 au 11 Janvier 2006

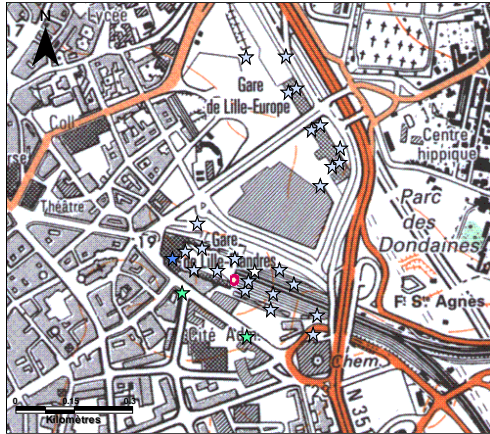




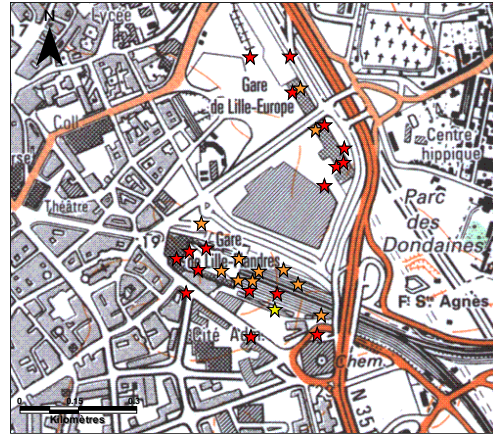
Période 1



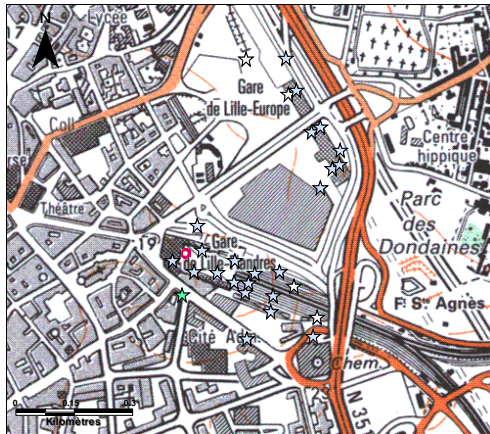
Période 2



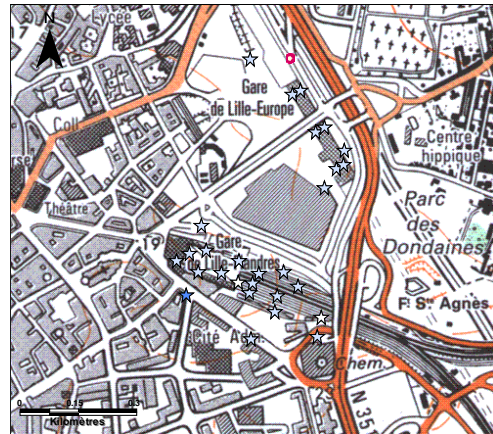
Période 3



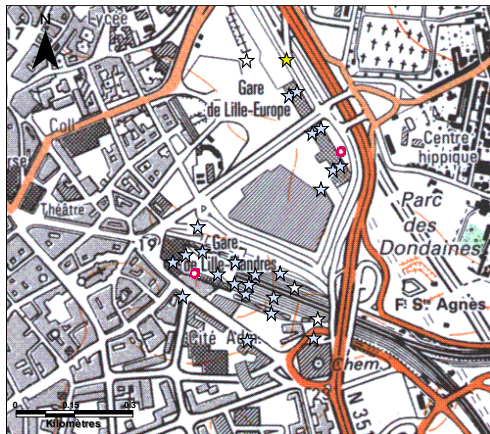
Période 4



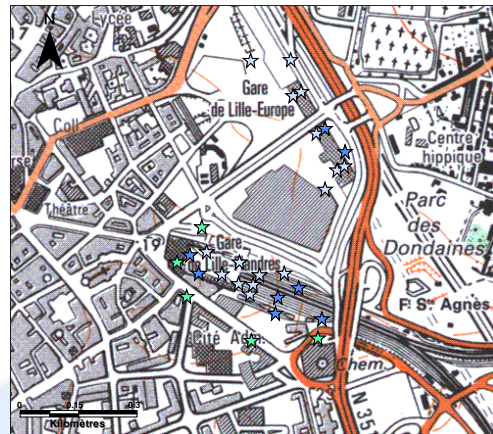
Période 5



Période 6



Période 7



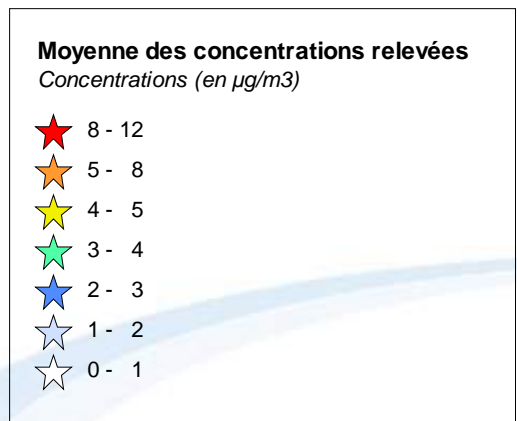
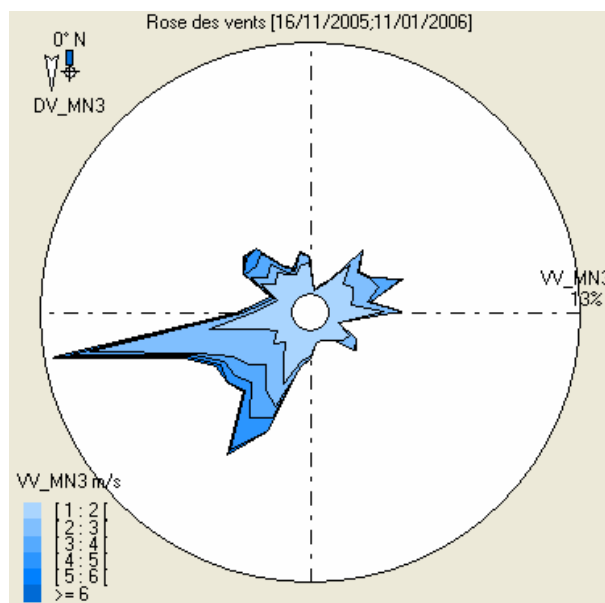
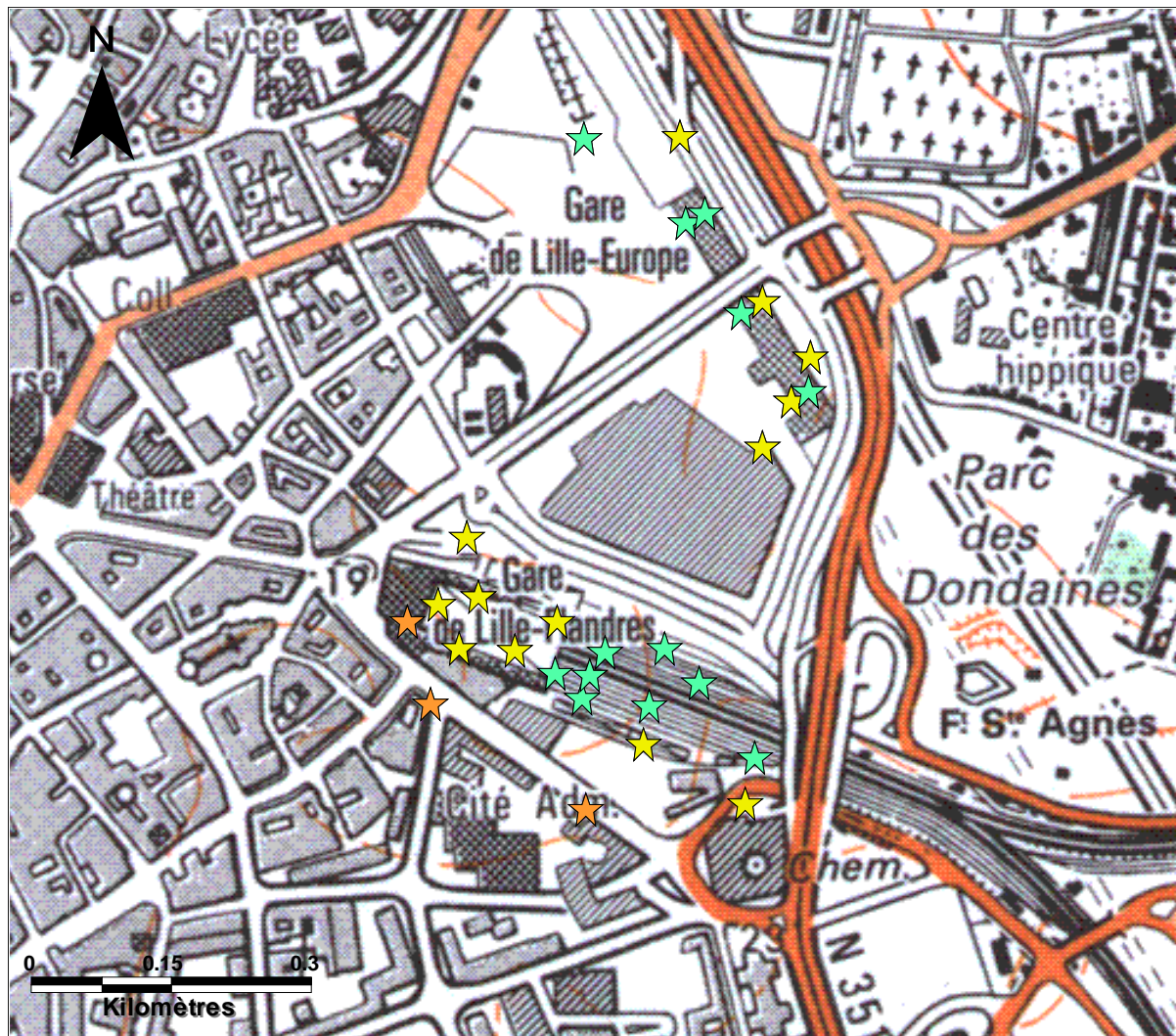
Période 8

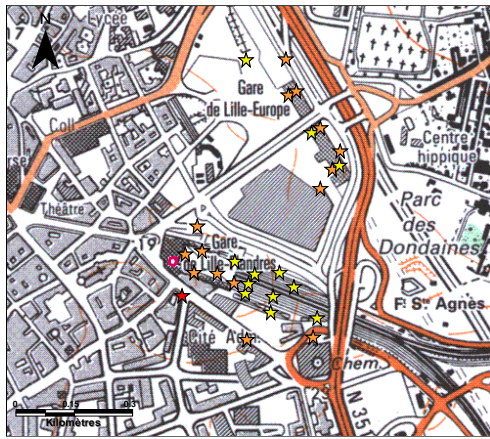
Xylènes

Données chiffrées ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

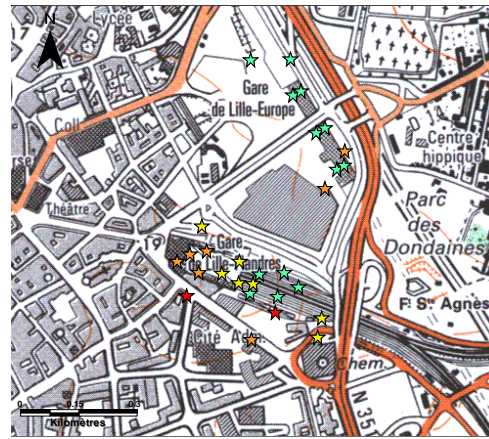
Site	Période 1	Période 2	Période 3	Période 4	Période 5	Période 6	Période 7	Période 8	Moyenne	Ecart-type	CV
	16/11/2005 au 21/11/2005	21/11/2005 au 30/11/2005	30/11/2005 au 07/12/2005	07/12/2005 au 14/12/2005	14/12/2005 au 21/12/2005	21/12/2005 au 28/12/2005	28/12/2005 au 04/01/2006	04/01/2006 au 11/01/2006			
1		5.46	4.92	10.45	4.04	4.01	3.79	5.72	5.48	2.32	42.24%
2	5.78	4.32	2.44	7.75	2.74	2.76	2.51	5.14	4.18	1.93	46.26%
3	10.21	10.58	5.69	9.94	5.56	4.96	3.04	5.31	6.91	2.88	41.72%
4	6.24	5.78	5.86	11.09	4.00	3.85	2.77	5.07	5.58	2.52	45.17%
5	6.22	4.87	3.65	9.46	3.09	3.17	2.30	4.92	4.71	2.29	48.73%
6	4.85	9.86	3.29	7.28	3.37	2.69	2.37	3.75	4.68	2.60	55.61%
7	4.73	4.28	2.35	7.36	1.83	1.83	1.89	4.27	3.57	1.96	55.07%
8	4.37	3.92	2.45	8.39	2.53	2.23	3.30	3.81	3.87	1.98	51.20%
9	4.44	3.62	2.36	8.16	1.89	2.28	1.68	5.53	3.74	2.23	59.69%
10	4.81	3.93	2.54	8.32	3.37	2.57	2.53	3.40	3.93	1.94	49.35%
11	5.08	4.04		7.50	2.72	2.11	2.05	3.13	3.81	1.95	51.35%
12	4.91	4.06	2.44	7.72	3.45	3.13	2.59	3.10	3.92	1.73	44.04%
13	4.61	3.69	2.06	7.41	2.89	2.33	2.31	3.34	3.58	1.76	49.31%
14	4.70	3.73	2.30	7.92	2.92	2.21	2.60	3.31	3.71	1.89	50.91%
15	6.46	7.36	3.41	9.94		4.24	3.39	3.91	5.53	2.48	44.91%
16	6.44	7.12	2.90	8.87	4.17	3.25		3.96	5.24	2.25	42.90%
17	5.71	5.62	2.69	8.66	4.04	3.21	3.54	3.69	4.64	1.95	42.00%
18	4.77	4.13	2.83	7.74	3.82	2.57	3.06	3.57	4.06	1.65	40.63%
19	5.83	4.58	2.44	7.83	3.76	2.55	2.57	3.42	4.12	1.90	46.06%
20	5.63	3.84	2.63	9.34	2.98		6.45	3.73	4.94	2.38	48.15%
21	6.74	5.36	4.19	8.90	3.46	3.91		4.45	5.29	1.93	36.46%
22	4.82	3.28	2.32	9.25	1.66	2.76	1.76	3.47	3.66	2.48	67.67%
23	5.53	6.69	3.27	8.78	3.10	2.21	2.19	3.53	4.41	2.36	53.56%
24	5.13	3.36	2.32	8.32	1.26	2.45	3.15	3.37	3.67	2.18	59.47%
25	4.92	3.17	2.30	7.60	2.87	2.29	3.64	3.88	3.83	1.75	45.70%
26	5.50	3.77	2.43	9.49	3.01	2.73	3.27	3.61	4.23	2.32	54.97%
27	5.17	3.71	2.42	8.18	2.47	2.42	2.98	3.57	3.86	1.98	51.17%
28	5.82	3.89	2.71	8.36	2.45	2.35	3.25	4.25	4.13	2.06	49.78%
29	4.63	3.55	2.62	8.64	2.53	2.48	2.91	3.59	3.87	2.06	53.31%
Moyenne	5.50	4.88	2.99	8.57	3.07	2.84	2.88	3.99			
Maximum	10.21	10.58	5.86	11.09	5.56	4.96	6.45	5.72			non disponible
Minimum	4.37	3.17	2.06	7.28	1.26	1.83	1.68	3.10			

Répartition spatiale des xylènes moyenne du 16 Novembre 2005 au 11 Janvier 2006

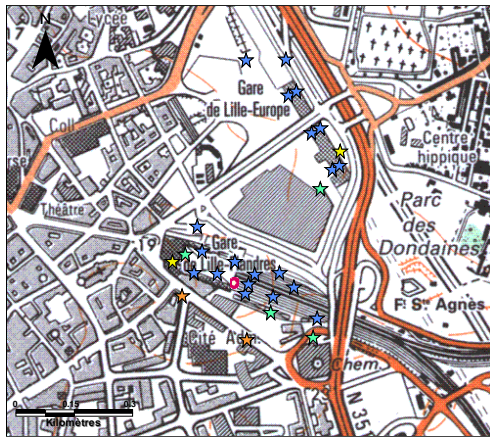




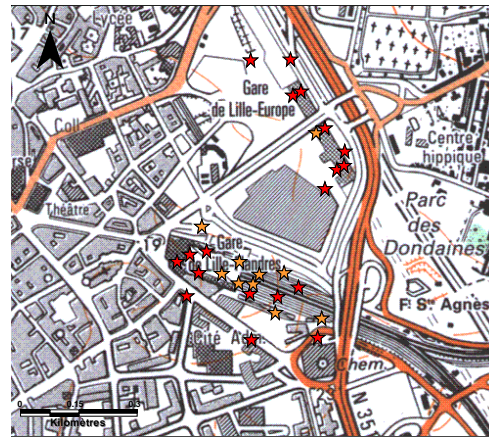
Période 1



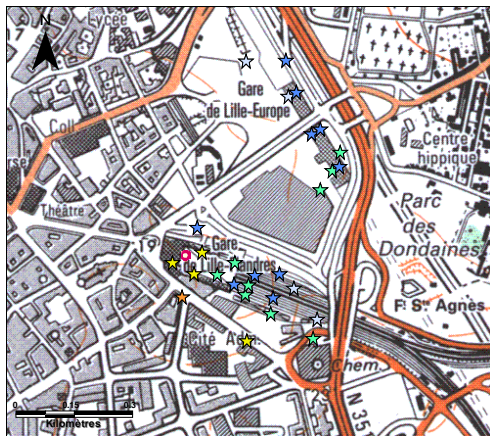
Période 2



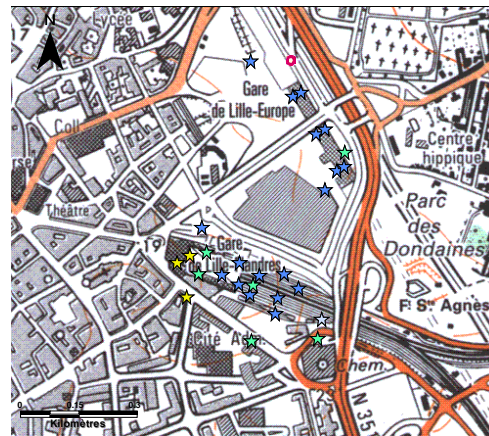
Période 3



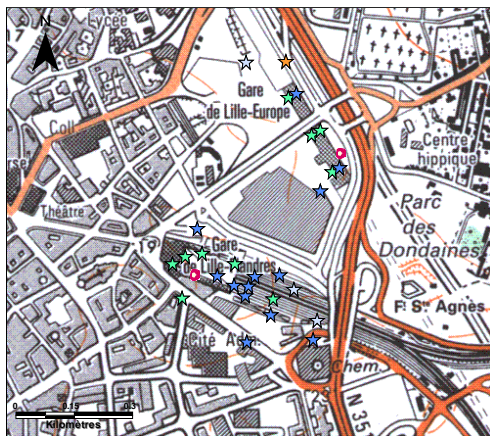
Période 4



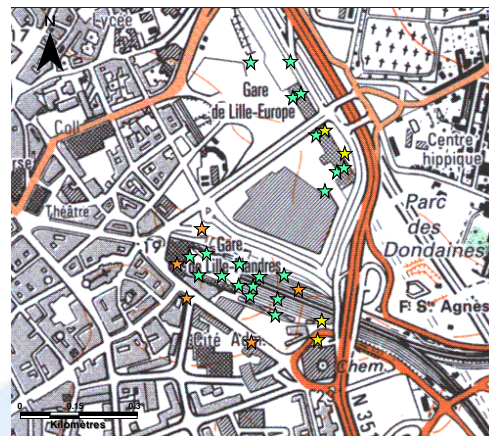
Période 5



Période 6



Période 7



Période 8

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