

Campagne de mesures de la qualité de l'air



**Etude réalisée à l'intérieur et aux abords
des stations du métro de Lille
du 14/01/2010 au 29/03/2010**




Transpole



Campagne d'évaluation de la qualité de l'air à l'intérieur et aux abords des stations du métro de Lille du 14/01/2010 au 29/03/2010

Rapport d'étude N° 01/2010/PD-IC

64 pages (hors couvertures)

Parution : Novembre 2010

	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
Nom	Peggy DESMETTRES Isabelle COQUELLE	Isabelle COQUELLE	Emmanuel VERLINDEN
Fonction	Chargée d'Etudes Ingénieur d'Etudes	Ingénieur d'Etudes	Responsable Etudes

Conditions de diffusion

Toute utilisation partielle ou totale de ce document doit être signalée par « source d'information Atmo Nord - Pas de Calais, rapport N° 01/2010/PD-IC ».

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

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

Sommaire

Sommaire	4
Contexte et objectifs de l'étude	5
Organisation stratégique de l'étude.....	7
Description du métro de Lille	7
Emissions connues.....	8
Polluants surveillés.....	10
Techniques utilisées	11
Localisation des points de mesure	12
Repères réglementaires	14
Recommandations de l'OMS	14
Valeurs réglementaires en air ambiant	15
Valeurs réglementaires en atmosphère de travail	16
Valeurs guides en air intérieur	17
Valeurs recueillies dans des études antérieures similaires	17
Résultats des mesures.....	20
Contexte météorologique et qualité de l'air ambiant.....	20
Les paramètres de confort	21
Exploitation des résultats.....	22
Conclusion.....	41
Annexes	41

Contexte et objectifs de l'étude

Les mesures réalisées à l'intérieur des enceintes souterraines ferroviaires françaises font suite à la circulaire DGS/SD 7B N°2003-314 du 30 Juin 2003, dans laquelle le Ministère chargé de la santé a demandé aux exploitants de transports collectifs ferroviaires souterrains de réaliser une surveillance de la qualité de l'air et de définir une stratégie de réduction des émissions.

Ainsi, **Lille Métropole Communauté Urbaine**, ainsi que l'exploitant du métro **Transpole**, ont pour obligation de :

- définir un plan de surveillance de la qualité de l'air visant à connaître l'exposition aux polluants atmosphériques des usagers,
- d'identifier les sources de polluants et de définir une stratégie de réductions des émissions.

A la demande de Transpole et afin de répondre à ces enjeux, Atmo Nord – Pas de Calais a pour mission de réaliser une étude de surveillance pertinente, afin de caractériser la qualité de l'air au sein des stations du métro lillois. Cette étude fait suite à la campagne de mesure réalisée en 2007-2008 dans les stations République et Eurotéléport.

Les objectifs de cette campagne concernent :

- la mise en exergue d'une typologie de ligne et de stations en fonction des sources potentielles de particules et des facteurs susceptibles d'influencer les concentrations particulières,
- l'étude et la comparaison des résultats des différents sites de mesure (hall, quai, tunnel),
- la vérification du respect de la réglementation, lorsqu'elle existe,
- la confirmation des sources de polluants, déjà identifiées lors de précédentes campagnes.

Les résultats de l'étude de mesure de la qualité de l'air réalisée en 2007-2008 par Atmo Nord - Pas de Calais ont permis d'identifier les polluants d'intérêt dans le cadre d'un plan de surveillance et de définir des typologies de stations et de lignes en fonction des pollutions générées.

Les polluants prioritaires qui ont relevé les concentrations supérieures à celles mesurées dans l'air ambiant sont les poussières PM10 et PM2.5 mais également les métaux lourds.

Atmo Nord - Pas de Calais propose de conduire une nouvelle série de mesures au sein de la station de métro **Lille Flandres**. En travaux de 2005 à 2007, aucune mesure n'avait pu être réalisée pendant cette période. Trois sites ont été choisis dans le hall, sur le quai et dans le tunnel. Cette station présente les typologies de voies similaires à celles de **République** mais la fréquentation y est nettement plus élevée, engendrant des niveaux probablement plus importants (du fait de la remise en suspension des poussières par les voyageurs). Par ailleurs, compte-tenu des résultats observés dans la station **République** lors de la précédente campagne, de nouvelles mesures de métaux seront réalisées dans le hall, le tunnel et sur le quai de cette station.

Les mesures ont eu lieu sur une période de **10 semaines** (dans l'objectif de 8 semaines de mesures effectives), en parallèle sur les deux stations, **du 14 Janvier au 29 Mars 2010**.

Cette étude fait partie d'une convention entre Transpole et Atmo Nord-Pas de Calais pour l'année 2010.

Ce rapport présente la synthèse des résultats des mesures réalisées à l'intérieur du métro de Lille, dans les tunnels, les halls et sur les quais des stations de Lille Flandres et République. L'interprétation des résultats a été complétée par une comparaison des concentrations en polluants recherchés avec les valeurs relevées dans les sites fixes à proximité de Lille Fives, Marcq-en-Baroeul, Roubaix Serres et Tourcoing (comparaison des résultats air intérieur / air extérieur).

Organisation stratégique de l'étude

Description du métro de Lille

Située à moins de 350 kilomètres de six capitales européennes, la métropole Lilloise constitue le cœur d'un important réseau de transports. Parmi les liaisons de transports, peuvent être cités l'aéroport de Lille Lesquin, les gares de Lille Flandres et Lille Europe, l'intersection de cinq autoroutes à Lille, un réseau d'autobus, le tramway reliant Lille à Roubaix et à Tourcoing et le métro Lillois.

Le métro de Lille constitue le premier métro au monde dans lequel fut conçu et expérimenté le VAL (véhicule automatique léger). En d'autres termes, il fut le premier à utiliser des rames sans conducteur.



D'une longueur d'environ 45 kilomètres, le métro Lillois est le plus long métro automatique du monde et se compose de deux lignes de métro :

- Ligne 1 : Villeneuve d'Ascq 4 Cantons – CHR B Calmette (ligne 4 Cantons – Lille République ouverte en 1983 et prolongée jusqu'au CHR l'année suivante),
- Ligne 2 : Lomme Saint Philibert – Tourcoing CH Dron (ligne Lomme – Lille ouverte en 1989, étendue en 2000 aux frontières de la Belgique, jusque Dron).

Ces lignes desservent 60 stations dont celles de République et de Lille Flandres. Au total, 143 rames circulent à l'électricité sur le réseau du métro de 5 heures du matin à 1 heure du matin, 7/7j excepté le 1^{er} Mai, et chacune s'arrête à toute station rencontrée. Pour certains événements tels le Nouvel An, la fête de la musique ou encore la braderie de Lille, un service de nuit est mis en place. La distance moyenne entre deux stations est de 700 mètres. A titre de comparaison, le métro de Lille, à l'inverse du métro de Paris, est un métro fermé. En effet, des portes séparent le quai des rails. De plus, on compte 2 voitures par rame de métro.

La station de **République** est une station de la ligne 1 située entre les stations Rihour et Gambetta. Son nom exact, « République Beaux-Arts », vient du musée des Beaux-Arts et de la Place de la République situés à proximité de la station. De type souterraine, elle présente trois niveaux :

- Niveau -1 : salle des billets,
- Niveau -2 : niveau intermédiaire,
- Niveau -3 : quais.

La station « amirale » de **Lille Flandres** est également de type souterraine, entre les stations de Rihour et Caulier sur la ligne 1, et celles de Mairie de Lille et Gare Lille Europe sur la ligne 2. Son nom exact est « Gare Lille Flandres ».



Tracé des lignes du réseau (source : www.plan-metro.fr (modifiée)) :

Avec la station « Porte des Postes », ce sont les 2 points de rencontre des lignes du métro. Ses niveaux sont les suivants :

- Niveau -1 : salle des billets
- Niveau -2 : quais

Elle a été rénovée entre Octobre 2005 et Novembre 2007. Station la plus fréquentée, elle voit passer plus de 170 000 voyages par jour (sur les 230 000 estimés pour l'ensemble du réseau).

Ces 2 stations sont situées dans le quartier de Lille-Centre et ont été inaugurées en 1983.

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 du métro Lillois.

En air intérieur

Emissions liées à l'exploitation du métro

Trois sources de pollution sont identifiées au sein du métro : les usagers, les travailleurs ainsi que l'exploitation du métro.

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

Le métal lourd retrouvé de façon prépondérante dans les métros est le fer. Ce dernier accompagné du nickel, du chrome et du manganèse représentent les principaux composants des aciers constituant les rails et les roues. De plus, le système de freinage et les roues constituent une source importante de carbone organique et de soufre.

Les rames fonctionnent à l'électricité. Ainsi, elles ne rejettent pas de polluants provenant de la combustion du Diesel ou de l'essence. Cependant, les activités de travaux de nuit nécessitent l'utilisation de diesel pour le fonctionnement des installations.. Elles représentent une source intérieure de pollution potentielle des composés chimiques issus du Diesel.

Les études réalisées à l'intérieur des enceintes ferroviaires ou des métros tels que ceux de Lyon en 2002 et de Rouen en 2005, ont montré que les concentrations des poussières en suspension étaient plus élevées à l'intérieur des stations qu'à l'extérieur. La remise en suspension des particules par les **voyageurs** provoquerait ce phénomène. D'autant que chaque année, près de 85 millions de voyageurs fréquentent le métro.

De plus, la fumée de tabac représente encore une source de pollution intérieure même si fumer est interdit dans les espaces clos ouverts au public.

Afin d'entretenir les locaux, les agents d'entretien utilisent des **produits nettoyants** à raison d'une fois par nuit. Ces produits contiennent des solvants, et en fonction de leur utilisation, ils peuvent émettre de nombreuses espèces chimiques, principalement des composés organiques volatils (COV). Ces composés sont des irritants. Certains de ces COV ont même été reconnus comme cancérigènes.

En air extérieur

La répartition géographique et par type d'activité des émissions peut être estimée au niveau de la commune étudiée grâce à l'inventaire régional des émissions de polluants. Dans les tableaux suivants, la répartition des rejets par type d'activité est basée sur les catégories SECTEN¹.

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

➤ Emissions du trafic routier

Ce secteur comprend les rejets des transports routiers terrestres, tous véhicules confondus. Une part importante des rejets de NO_x (oxydes d'azote) provient de ce secteur.

Emissions du secteur des transports routiers en kg par an

COMMUNE	CO	SO ₂	NO _x	COV	PS	Pb	Zn	Cd
Lille	1 298 284	20 793	709 492	397 662	51 268	31	0.0	0.4

➤ Emissions industrielles

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

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

Emissions du secteur industriel en kg par an

COMMUNE	CO	SO ₂	NO _x	COV	PS	Pb	Zn	Cd
Lille	2 654 645	1 070 104	783 510	1 519 025	173 894	684	7 792	134

➤ Emissions domestiques

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

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

Emissions du secteur résidentiel et tertiaire en kg par an

COMMUNE	CO	SO ₂	NO _x	COV	PS	Pb	Zn	Cd
Lille	10 185 630	276 285	312 038	1 308 911	575 261	139	560	15

En annexe sont rassemblées les industries présentes dans Lille Métropole Communauté Urbaine, susceptibles de rejeter des polluants mesurés à proximité et à l'intérieur des stations du métro de Lille.

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

Polluants surveillés

Les indicateurs choisis pour cette étude ont pris en considération les émissions connues à l'intérieur et aux alentours du métro de Lille, notamment pour les stations de République et de Lille Flandres. Au vu de ces émissions, nous avons sélectionné les polluants et les familles de polluants à rechercher. Le tableau ci-dessous regroupe les polluants atmosphériques recherchés ainsi que leur source d'émission respective :

Polluant	Sources extérieures (MEEDDAT - fédération ATMO - AIRPARIF)	Sources à l'intérieur du métro
Oxydes d'azote (NO _x)	Combustions (engins à moteur et industries)	Activités de travaux de nuit Diesel
Poussières en suspension (PM10 et PM2.5)	Combustions de matières fossiles, transport automobile (gaz d'échappement, usure, frottements)	Circulation, freinage, usure des rames et des rails, et déplacement des voyageurs
Monoxyde de carbone (CO)	Combustions incomplètes de matières organiques - trafic automobile	Activités de travaux de nuit Diesel
Dioxyde de soufre (SO ₂)	Combustions de matières fossiles (charbon, fiouls et gazole)	Activités de travaux de nuit Diesel
Métaux lourds	Combustions, procédés industriels	Circulation, freinage, usure des rames et des rails

Les oxydes d'azote (NO_x)

Les oxydes d'azote rassemblent le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂). Ils se forment à haute température. C'est une combustion entre l'oxygène et l'azote présents dans l'air ou dans les combustibles. Les foyers de combustion, les procédés industriels et notamment la circulation automobile constituent les principales sources d'émission. L'installation de pots catalytiques réduit les émissions des véhicules mais l'augmentation du trafic et du nombre de 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. Afin de correspondre à la méthode de référence préconisée par l'Union Européenne, la fraction volatile des poussières en suspension est désormais prise en compte (correction instrumentale choisie par la France via l'ajout d'un module, appelé FDMS, sur l'appareil TEOM).

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 (soit 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 IR (infrarouge).

Le dioxyde de soufre (SO₂)

La combustion du charbon ou des dérivés du 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 (Ps), et selon les concentrations, le dioxyde de soufre 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 UV (ultraviolet).

Les métaux lourds

Le chrome (Cr), le manganèse (Mn), le fer (Fe), le cuivre (Cu), le zinc (Zn), l'arsenic (As), le cadmium (Cd), le plomb (Pb) et le nickel (Ni) sont des métaux lourds toxiques.

Ils proviennent de la combustion des charbons, pétroles, ordures ménagères... et de certains procédés industriels particuliers. Ils se trouvent généralement sous forme particulaire.

Les métaux lourds 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 (PM10) sur un filtre en fibre de quartz, suivi de l'analyse en laboratoire, par spectrométrie d'absorption four.

En complément des mesures de composés chimiques, et afin d'évaluer les conditions d'hygiène et de confort sur le quai, des paramètres dits de « confort » tels que la température, l'humidité relative, le dioxyde de carbone (CO₂), pourront être pris en compte sur le quai des stations Lille Flandres et République.

Techniques utilisées

Pour cette campagne, deux types de techniques d'échantillonnages ont été réalisées :

Les mesures automatiques



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

Les mesures des paramètres de confort sont effectuées à l'aide d'un appareil Q-Trak. Il permet de mesurer de manière simultanée la température, la teneur en CO₂, l'humidité relative et le monoxyde de carbone en n'utilisant qu'une seule sonde. Cet instrument fournit des mesures en temps réel sur un pas de temps de 10 minutes.



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 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.

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, et a orienté le choix des emplacements de mesure.

Afin de choisir les sites de mesure, plusieurs facteurs ont été préalablement analysés :

- les lieux de passage les plus fréquentés,
- les concentrations maximales pressenties au vu des sources identifiées dans la précédente étude 2007-2008.

Afin de pouvoir disposer de données caractéristiques des profils d'exposition mis en évidence au travers des études précédentes, des mesures spécifiques de poussières (PM10 et PM2.5) ont eu lieu en station Lille Flandres et des mesures spécifiques de métaux lourds en station République.

La station de Lille Flandres étant la plus fréquentée, des mesures de gaz et de métaux lourds viennent compléter le dispositif.

Les paramètres de confort, ainsi que le CO sont également étudiés sur chacune des 2 stations.

Des analyseurs de différents polluants ont été placés dans les différents sites des stations de métro :

- des analyseurs TEOM dans le tunnel, le hall et sur le quai de la station Lille Flandres, afin de mesurer en continu les poussières en suspension,
- l'analyseur Airpointer sur le quai de la station Lille Flandres pour mesurer en continu les polluants SO₂, NO_x et CO,
- des appareils Mini-Partisol sur les quais des deux stations, ainsi que dans le tunnel et le hall de la station République, pour prélever les métaux lourds,
- des enregistreurs Q-Trak sur les quais des deux stations, pour le suivi des paramètres de confort, ainsi que le CO pour le quai de République.

Les plans annexés présentent la localisation des points de mesure à l'intérieur des stations de métro, République et Lille Flandres.

Des sites fixes de mesure du réseau de surveillance d'Atmo Nord - Pas de Calais viendront compléter le dispositif et permettront de comparer les résultats obtenus à l'intérieur du métro avec ceux de l'extérieur et donc d'étudier le transfert des polluants extérieur – intérieur.

Site de Lille Fives (typologie urbaine) : mesure des polluants PM10, PM2.5, SO₂, NO_x

Site de Marcq-en-Baroeul (typologie urbaine) : mesure des polluants PM10 et Métaux

Site de Roubaix Serres (typologie trafic) : mesure des polluants NO_x et CO

Site de Tourcoing (typologie urbaine) : mesure de la météo



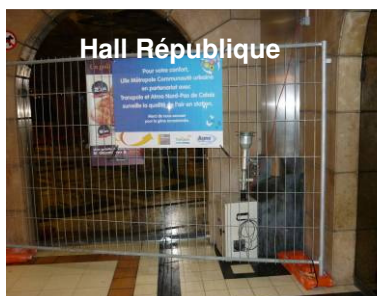
Hall Lille Flandres



Quai Lille Flandres



Tunnel Lille Flandres



Hall République



Quai République



Tunnel République

Synthèse des mesures déployées

Site	Polluant mesuré	Matériel	Nombre	Durée des mesures
Hall Lille Flandres	PM10	Analyseur TEOM	1	10 semaines en continu
Quai Lille Flandres	SO ₂ , NO _x , CO	Airpointer	1	10 semaines en continu
	PM10	Analyseur TEOM	1	10 semaines en continu
	Métaux lourds	Mini-Partisol	1	10 prélèvements d'une semaine sur filtres en fibre de quartz
	Paramètres de confort	Q-Trak	1	10 semaines en continu
Tunnel Lille Flandres	PM10 PM2.5	Analyseur TEOM	1	10 semaines en continu
Hall République	Métaux lourds	Mini-Partisol	1	10 prélèvements d'une semaine sur filtres en fibre de quartz
Quai République	Métaux lourds	Mini-Partisol	1	10 prélèvements d'une semaine sur filtres en fibre de quartz
	Paramètres de confort et CO	Q-Trak	1	10 semaines en continu
Tunnel République	Métaux lourds	Mini-Partisol	1	10 prélèvements d'une semaine sur filtres en fibre de quartz

Repères réglementaires

Pour l'interprétation des données en air intérieur, nous disposons de valeurs guides élaborées pour les PM10 par le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF), de valeurs en ambiance de travail, de valeurs guides issues du projet IndEx (Indoor Exposure) piloté par le Centre Commun de Recherche de l'ISPRA (JRC, Institute for Health and Consumer Protection, Italie) pour le dioxyde d'azote, et de valeurs guides concernant le monoxyde de carbone établies en 2007 par l'Agence Française de Sécurité Sanitaire de l'Environnement et du Travail (AFSSET).

Pour l'interprétation des données en air extérieur aux abords des stations de métro, 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 PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	-	25	-	10
Poussières PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	-	-	50	-	20
Dioxyde de soufre SO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	500 (pour 10 minutes)	-	20	-	50
Dioxyde d'azote NO ₂ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	200	-	-	-	40
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

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 (SO₂)	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 (NO₂)	40 µg/m ³ (valeur limite) 40 µg/m ³ (objectif de qualité)	-	200 µg/m ³ (- de 175 heures/an ou Percentile 98) 230 µg/m ³ (- de 18 heures/an ou Percentile 99.8)	-
Poussières (PM₁₀)	40 µg/m ³ (valeur limite) 30 µg/m ³ (objectif de qualité)	50 µg/m ³ (- de 35 jours/an ou Percentile 90.4)	-	-
Poussières (PM_{2.5})	25 µg/m ³ (valeur limite) 25 µg/m ³ + marge de dépassement fixée par prochain décret (valeur limite)	-	-	-
Monoxyde de carbone (CO)	-	-	-	moyenne glissante sur 8 heures : 10 mg/m ³

Polluant	Normes
	Valeurs limites et objectifs de qualité
	Moyenne annuelle
Plomb (Pb)	0.5 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

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 **valeur limite de moyenne exposition** : c'est la valeur destinée à protéger les travailleurs des effets à moyen terme, mesurée ou estimée sur la durée d'un poste de travail de 8 heures.

La VLE ou **valeur limite d'exposition à court terme** : c'est la valeur dont le respect permet d'éviter le risque d'effets toxiques immédiats ou à court terme.

● Le tableau ci-après regroupe les valeurs pour chaque polluant réglementé :

Polluant	VME (µg/m ³)	VLE (µg/m ³)
Poussières (PM10)	10 000	-
Dioxyde d'azote (NO ₂)	-	6 000
Monoxyde d'azote (NO)	30 000	-
Dioxyde de soufre (SO ₂)	5 000	10 000
Monoxyde de carbone (CO)	55 000	-
Plomb (Pb)	100	-
Cadmium (Cd)	50	-
Nickel (Ni)	1 000	-
Chrome (Cr)	500	-
Manganèse (Mn)	1 000	-
Cuivre (Cu)	1 000	2 000

Valeurs guides en air intérieur

Valeur guide de l'AFSSET :

Polluant	Valeur guide				
	Exposition 8h	Exposition 2h	Exposition 1h	Exposition court terme	Exposition long terme
Monoxyde de carbone (CO)	10 mg/m ³	-	30 mg/m ³	60 mg/m ³ sur 30 min 100 mg/m ³ sur 15 min	-

Valeurs guides issues du CSHPF pour les poussières en suspension dans les enceintes ferroviaires souterraines :

Durée d'exposition	Valeurs guides des PM10 en µg/m ³	
	en 2001	en 2005
01h30	625	455
01h45	540	393
02h00	477	347
02h15	428	311

Valeurs guides de l'IndEx pour le dioxyde d'azote dans les espaces clos (données de 2004) :

Polluant	Valeur guide en µg/m ³	
	Sur 1 heure	Sur 1 semaine
Dioxyde d'azote (NO₂)	200	40

Le projet IndEx a élaboré des recommandations concernant le polluant benzène dans les environnements clos : « le benzène étant cancérigène pour l'homme, sa concentration dans l'air devrait être la plus faible possible. Les concentrations de benzène dans l'air intérieur ne devront pas être supérieures à celles rencontrées dans l'air ambiant ».

La réglementation en air ambiant s'applique donc dans ce cas.

Valeurs recueillies dans des études antérieures similaires

Le monoxyde de carbone (CO) :

Ville	Année	Valeur moyenne (mg/m ³)	Valeur horaire maximale (mg/m ³)
Métro de Lyon	2002	0.88	2.93
Métro de Rennes	2004 - 2005	0.24 (été)	0.84 (été)
		0.39 (hiver)	2.24 (hiver)
Métro de Lille	2007 - 2008	0.745	14.19

Le dioxyde d'azote (NO₂) :

Ville	Année	Valeur moyenne (µg/m ³)	Valeur horaire maximale (µg/m ³)
Métro de Toulouse	2004	11.9	42.5
Métro de Rennes	2004 - 2005	11.3	128
Métro de Lyon	2002	39	82
Métro de Lille	2005	45	80
Métro de Toulouse (analyseur automatique sur le quai Esquirol)	Eté 2006	35	104
	Hiver 2006 - 2007	26	55
Métro de Toulouse (tubes passifs)	Eté 2006	15 - 67	-
	Hiver 2006 - 2007	21 - 46	-
Métro de Lille	2007 - 2008	15	576

Les métaux lourds :

Moyenne campagne en ng/m ³		Plomb (Pb)	Cadmium (Cd)	Nickel (Ni)	Arsenic (As)	Manganèse (Mn)	Chrome (Cr)	Fer (Fe)
Rouen (2005)		29.5	0.4	24.6	2.6	198.9	44.4	25 960.0
Rennes ¹	(Eté 2004)	4.8	< LD ²	8.2	Non mesuré	105.5	61.8	11 350.3
	(Hiver 2005)	11.6		5.4	Non mesuré	55.8	28.4	5 878.2
Lille	2007 - 2008	10.5-23.8	0.3-0.5	11-46.3	1.8-7.5	81-284	37.8-120.5	9354-31803

Moyenne campagne		Zinc (Zn)	Cuivre (Cu)
Lille	2007 - 2008	144.9-225	632.7-2217.5

Les poussières en suspension (PM_{2.5}) :

Ville	Année	Valeur moyenne (µg/m ³)	Valeur horaire maximale (µg/m ³)
Métro de Lyon	2002	80	252
Métro de Lille	2007 - 2008	86	244

¹ Moyennes journalières

² Limite de détection

Les poussières en suspension (PM10) :

Ville	Année	Valeur moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valeur horaire maximale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Métro de Londres	1998	245 - 565	-
Métro de Berlin	1995 - 1996	141 - 153	-
	1998	139 (hiver)	-
		151 (été)	
Métro de Séoul	1999	109 - 138 (halls)	-
		147 - 189 (quais)	
Métro de Paris	1995 - 1997	500 (ligne 5)	1200 (ligne 5)
	1999	85 (ligne 4)	499 (ligne 4)
		134 (ligne 1)	403 (ligne 1)
		350 (ligne 7)	-
	2000	102 (ligne 4)	500 (ligne 4)
		139 (ligne 1)	396 (ligne 1)
		70 (ligne 9)	-
Métro de Lyon	1998	110 - 136 (ligne D)	482 (ligne D)
	2002	123 - 171 (ligne D)	469 (ligne D)
		58 - 67 (ligne A)	192 (ligne A)
Tramway de Rouen	2005	94	246
Métro de Toulouse	2004	91 (ligne A)	301 (ligne A)
	2005	147 (ligne A)	493 (ligne A)
Métro de Lille	2005	139	-
Métro de Rennes	2004	56 - 82	153 - 239
	2005	35 - 47	181 - 188
Métro de Toulouse	Eté 2006	127 (quai Jean Jaurès)	1094 (quai Jean Jaurès)
		125 (quai Esquirol)	537 (quai Esquirol)
	Hiver 2006 - 2007	165 (quai Jean Jaurès)	501 (quai Jean Jaurès)
		102 (quai Esquirol)	469 (quai Esquirol)
Métro de Lille	2007 - 2008	39-67 (hall) 44-114 (quai) 60-136 (tunnel)	271 (hall) 542 (quai) 357 (tunnel)

Résultats des mesures

La campagne de mesures s'est déroulée en continu du 14 Janvier au 29 Mars 2010.

Contexte météorologique et qualité de l'air ambiant

La qualité de l'air ambiant a un impact sur la qualité de l'air intérieur en raison de transferts possibles entre les deux atmosphères. Un air ambiant pollué aura donc des répercussions sur la qualité de l'air à l'intérieur des stations du métro lillois. Afin d'identifier les périodes plus ou moins favorables à la dispersion de la pollution extérieure, il est important d'étudier les données météorologiques et de les mettre en parallèle avec les mesures effectuées sur les polluants.

Les tableaux ci-après présentent les paramètres météorologiques rencontrés lors de la période de mesures. Les données sont issues du **site fixe de mesure de la qualité de l'air de Tourcoing**.

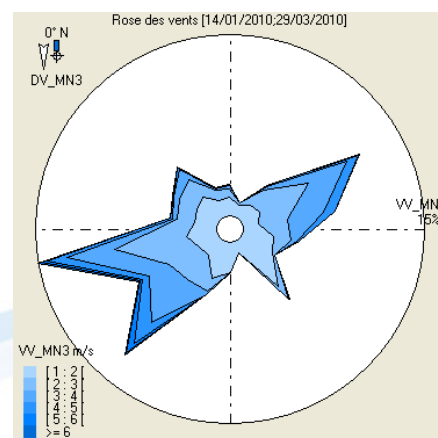
Les représentations graphiques des données météorologiques sont déclinées en annexes.

Période du 14/01 au 29/03/2010 :

Température (°C)	Moyenne :	4.9
	Minimum :	-5.3
	Maximum :	19.0
Pression atmosphérique (hPa)	Moyenne :	1011.3
Vent (m/s)	Vitesse moyenne :	0.4
	Minimum :	0.0
	Maximum :	6.6
Humidité relative (%)	Moyenne :	79.0

Le vent, en fonction de sa vitesse, permet une dispersion plus ou moins importante des polluants atmosphériques. D'après la rose des vents sur la période du 14 Janvier au 29 Mars, les directions de vents ont été multiples, la plupart du temps de secteur quart Sud-Ouest et Est – Nord-Est, et dans une moindre mesure de secteur Nord – Nord-Ouest et Sud – Sud-Est. La vitesse du vent a été globalement faible (0.4 m/s) mais variable, d'une valeur nulle jusqu'à 6.6 m/s.

Les 2 premières semaines de mesures et la première quinzaine du mois de Mars ont présenté des conditions climatiques similaires : vents faibles voire très faibles, humidité relative importante (> 80%), basses températures (globalement entre 0 et 5 °C) et conditions anticycloniques (hautes pressions atmosphériques > 1020 hPa).



La combinaison de ces paramètres n'a pas permis la retombée des polluants et a créé, par conséquent, des conditions défavorables à leur bonne dispersion.

Des épisodes de pollution aux poussières en suspension ont ainsi eu lieu du 26 au 28 Janvier et du 17 au 19 Mars, de même qu'un avis de pollution atmosphérique au dioxyde d'azote spécifique à l'agglomération de Lille le 02 Mars 2010. Les températures en baisse ont notamment favorisé une surémission de polluants venant du secteur résidentiel et tertiaire, ainsi que des véhicules (principalement aux heures de pointe).

Le reste de la période de mesures a connu des vents, avec des vitesses plus fortes (jusqu'à 6.6 m/s le 26 Février) plus fréquents, une humidité relative moindre, des températures plus clémentes et des conditions dépressionnaires accompagnées de pluies voire d'averses. Ces conditions ont été assez favorables à la dispersion des polluants, à l'exception des 09-10 et 18-19 Février où la région a connu 2 nouveaux épisodes de pollution par les poussières en suspension.

L'analyse de l'indice ATMO permet de confirmer les périodes où la dispersion atmosphérique a été mauvaise.

L'indice ATMO est un indicateur journalier de la qualité de l'air extérieur qui permet de traduire, sur une échelle de 1 (très bon) à 10 (très mauvais), la qualité de l'air d'une agglomération urbaine de plus de 100 000 habitants (plus l'indice est élevé, plus la qualité de l'air est mauvaise).

L'indice ATMO est élaboré à partir des concentrations journalières de 4 polluants indicateurs de la pollution atmosphérique :

- le dioxyde de soufre (SO₂),
- le dioxyde d'azote (NO₂),
- l'ozone (O₃),
- et les poussières en suspension (Ps).

Un sous-indice, pour chacun des 4 polluants, permet de caractériser le niveau moyen de pollution auquel est exposée la population. C'est le maximum de ces 4 sous-indices qui détermine l'indice ATMO.

Durant la période de mesures, la qualité de l'air extérieur a été globalement bonne 2 jours sur 3. Le mois de Février a été le moins exposé (1 jour sur 4), en comparaison du mois de Mars (1 jour sur 3) et de la 2^{ème} quinzaine de Janvier (quasi 1 jour sur 2). Ainsi, l'air était pendant ces jours, de qualité moyenne (indice 5) à médiocre (indices 6 et 7), voire mauvaise les 26 et 27 Janvier et 17 et 18 Mars (indices 8 et 9). L'air extérieur de qualité médiocre à mauvaise a pu influencer l'air intérieur du métro de Lille les :

- 15, 19, 25, 26 et 27 Janvier,
- 07, 08, 09, 17 et 18 Février,
- 02, 12, 15, 16, 17, 18, 24 Mars.

La liste des jours concernés figure en annexes.

Les paramètres de confort

Les paramètres de température et d'humidité relative sont des facteurs importants pour le confort des voyageurs et des travailleurs dans les stations du métro. Le taux de dioxyde de carbone ambiant (CO₂) permet en complément de qualifier le taux de renouvellement d'air de l'espace étudié. La mesure des paramètres de confort durant les 10 semaines continues d'étude est réalisée à l'aide de l'appareil Q-Trak placé sur les quais des stations République et Lille Flandres (données recueillies en continu selon un pas de temps de dix minutes).

Suite à plusieurs actes de vandalisme sur l'appareil installé en station République et en station de Lille Flandres, la perte de données sur la durée de la campagne entraîne la non-représentativité des données sur l'ensemble de la campagne et ne nous permet pas d'évaluer ces paramètres de confort.

Pour rappel, selon la norme AFNOR XP X 43-401 (audit de la qualité de l'air dans les locaux non industriels-1998), il est conseillé de maintenir une humidité relative entre 40 et 60% et d'avoir une température de l'ordre de 22°C.

Dans les locaux à pollution non spécifique, la teneur ambiante en CO₂ ne doit pas dépasser le seuil de 1 000 ppm, et au-delà de 2 000 ppm, il y a un risque de somnolence.

D'autre part, les mauvaises conditions météorologiques observées, en témoignent les indices ATMO importants relevés à certaines dates, ont pu avoir une incidence sur le renouvellement de l'air intérieur.

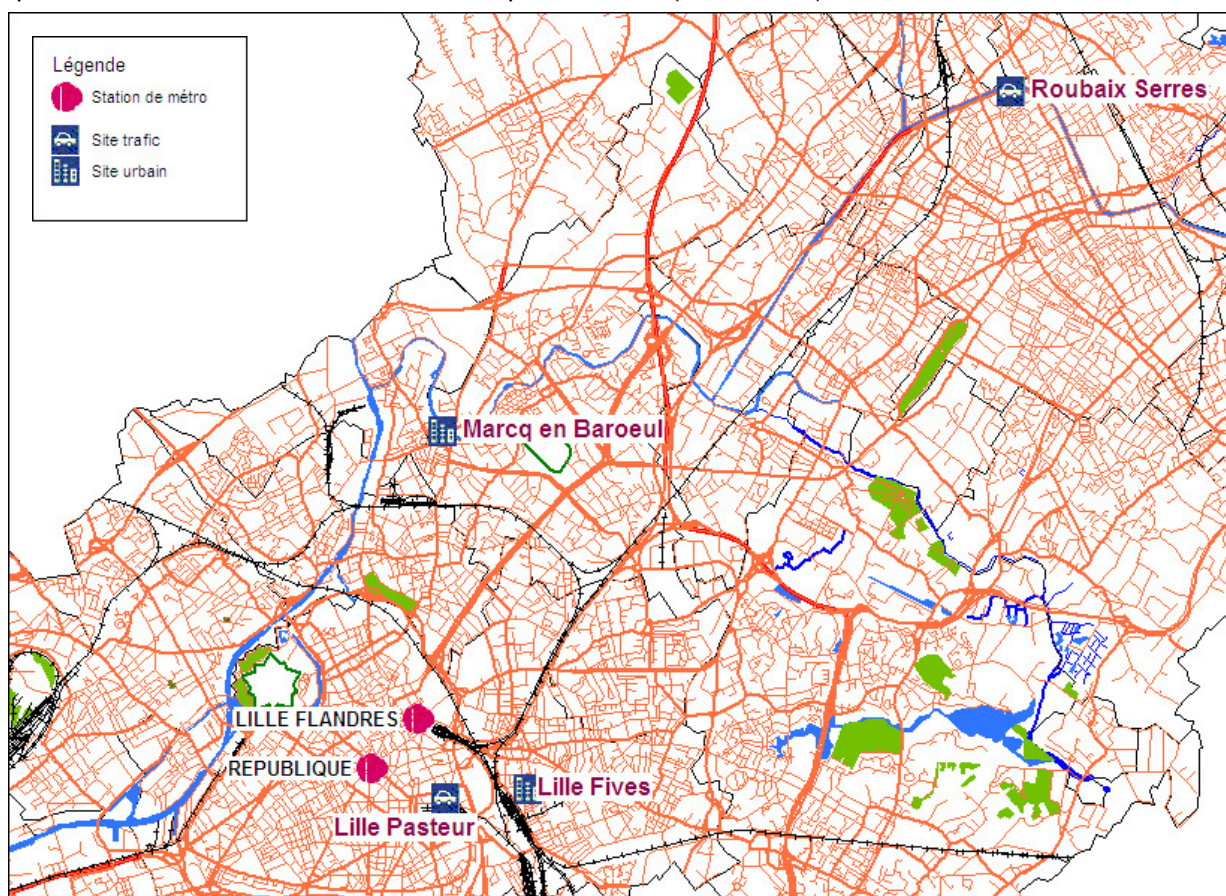
Exploitation des résultats

Présentation des sites de mesure

Afin d'assurer la surveillance de la qualité de l'air ambiant, Atmo Nord - Pas de Calais dispose d'un dispositif de 45 sites fixes de mesure. Les données mesurées dans l'air intérieur des stations du métro ont été comparées aux données des sites de mesures fixes les plus proches et/ou mesurant les mêmes paramètres, sur des typologies variées.

Dans ce rapport, les sites fixes utilisés sont les suivantes :

- pour les polluants classiques : SO₂, NO_x, O₃, PM10, PM2.5 et CO : sites de Lille Fives (site urbain), de Roubaix Serres (site trafic) pour le CO.
- pour les métaux lourds : site de Marcq-en-Barœul (site urbain)



Résultats

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

➤ Les oxydes d'azote NOx

Sur le quai Lille Flandres, l'analyseur Airpointer a permis de mesurer en continu l'évolution de la concentration des oxydes d'azote : NO et NO₂ durant la période de mesures.

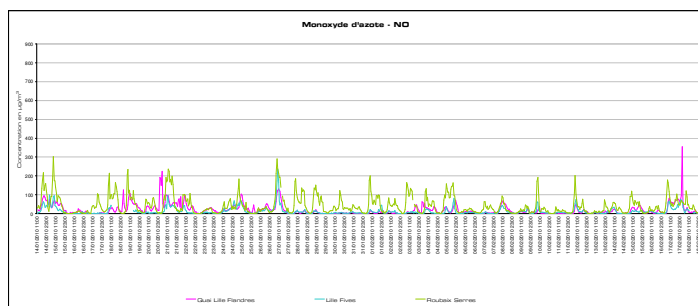
Moyennes durant la campagne de mesures :

Sites	Monoxyde d'azote (NO)		
	Concentration moyenne (µg/m ³)	Valeur horaire maximale (µg/m ³)	Valeur journalière maximale (µg/m ³)
Quai Lille Flandres	14	356 le 18/02/2010 à 02h00	86 le 02/03/2010
Lille Fives	9	510 le 02/03/2010 à 09h00	73 le 02/03/2010
Roubaix Serres	36	801 le 02/03/2010 à 8h00	164 le 02/03/2010
Quai République (été 2007)	22	1688	214
Quai République (hiver 2008)	14	418	63

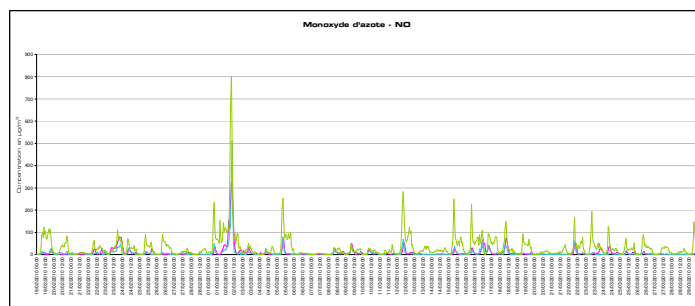
Sites	Dioxyde d'azote (NO ₂)		
	Concentration moyenne (µg/m ³)	Valeur horaire maximale (µg/m ³)	Valeur journalière maximale (µg/m ³)
Quai Lille Flandres	29	91 le 18/02/2010 à 02h00	43 le 18/02/2010
Lille Fives	41	274 le 02/03/2010 à 09h00	81 le 02/03/2010
Roubaix Serres	53	301 le 02/03/2010 à 08h00	106 le 02/03/2010
Quai République (été 2007)	12	576	57
Quai République (hiver 2008)	18	45	34

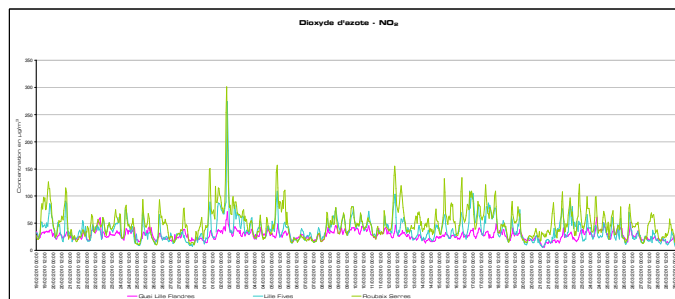
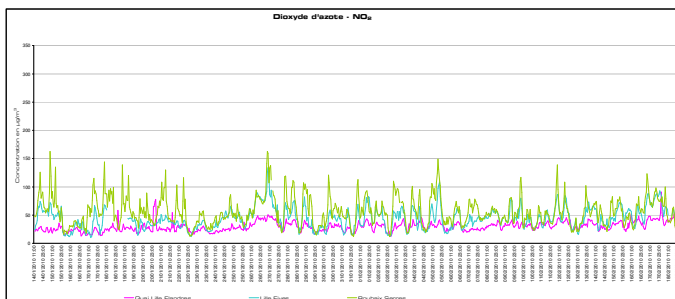
Evolutions des moyennes horaires :

Période du 14/01 au 18/02/10 :



Période du 19/02 au 29/03/10 :





Les pics de NO_2 restent globalement inférieurs au seuil de $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. L'évolution horaire des concentrations suit celles des sites de surveillance de l'air extérieur, avec des valeurs globalement situées entre une situation urbaine et trafic. L'influence de l'environnement extérieur est donc visible au travers de ces courbes.

Des valeurs supérieures à une concentration de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sont observées les :

- 21/01/2010 entre 02h et 12h (2h : $187 \mu\text{g}/\text{m}^3$; 4h : $224 \mu\text{g}/\text{m}^3$; 9h : $122 \mu\text{g}/\text{m}^3$; 10h : $131 \mu\text{g}/\text{m}^3$; 11h : $122 \mu\text{g}/\text{m}^3$; 12h : $118 \mu\text{g}/\text{m}^3$),
- 04/02/2010
- 02/03/2010 entre 05h et 11h (5h : $118 \mu\text{g}/\text{m}^3$; 6h : $132 \mu\text{g}/\text{m}^3$; 7h : $238 \mu\text{g}/\text{m}^3$; 8h : $324 \mu\text{g}/\text{m}^3$; 9h : $323 \mu\text{g}/\text{m}^3$; 10h : $224 \mu\text{g}/\text{m}^3$; 11h : $158 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

Les expositions des 26 et 27 Janvier et des 02, 04 et 10 Février 2010 témoignent de légères augmentations en lien avec les horaires des activités de travaux de nuit communiqués par Transpole. S'agissant des valeurs du 02 mars 2010, les pics observés ne sont pas corrélés avec les activités de travaux de nuit, mais sont témoins d'une exposition au trafic routier, au regard des valeurs observées en air ambiant sur la station de Roubaix Serres et à l'avis de pollution au NO_2 pour cette journée.

Concernant le pic le plus important du 18 Février, la source n'a pas été identifiée. Il s'agit cependant d'un pic propre au métro, puisqu'il n'a pas été observé en air ambiant. Or, pour cette même date, il n'est pas fait mention d'activités de travaux de nuit.

Pour les activités de travaux de nuit des 28, 29, 30 Janvier et les 11, 16 et 17 Février, aucune influence n'est observée.

Globalement, les concentrations relevées en NO sont plus faibles que lors de la précédente étude 2007-2008. Le pic observé le 18/02/2010 n'est pas explicable actuellement au regard des informations disponibles et des sources potentielles restent à rechercher.

Une exposition intérieure est cependant relevée, avec des pics propres à la station de Lille Flandres (pas de concordance avec les valeurs observées en air ambiant), et relevés sur des créneaux horaires correspondants aux activités d'entretien du réseau :

- 19/01/2010 à 02h00 ($125 \mu\text{g}/\text{m}^3$),
- 26/01/2010 à 02h00 ($46 \mu\text{g}/\text{m}^3$),
- 18/02/2010 à 02h00 ($355 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Globalement, les valeurs observées témoignent d'une amélioration correspondant à la 1^{ère} phase de changement de procédés, puisque l'étude des activités de travaux de nuit n'a pas montré de fortes augmentations des teneurs. De légères augmentations sont observées mais les niveaux n'ont pas atteint ceux de 2007-2008 pour cette influence.

La valeur moyenne en NO est cohérente avec celle observée en station République lors de la Phase II de l'étude précédente (correspondant à la période hivernale). La valeur horaire maximale est moins importante que les valeurs précédentes, mais sa valeur journalière maximale plus élevée en comparaison avec Quai République (pour la même période) et site urbain (Lille Fives).

La concentration moyenne en NO_2 est quant à elle plus élevée que celle relevée en station République lors des 2 précédentes phases, de même que les valeurs maximales spécifiquement pour

la phase hivernale. La tendance générale pour le NO₂ à l'intérieur de la station de Lille Flandres montre des concentrations bien inférieures à celles observées dans l'air ambiant.

Si l'on regarde les courbes ci-dessus, on observe cependant des pics ponctuels :

- 19/01/2010 à 02h00 (58 µg/m³),
- 21/01/2010 à 04h00 (77 µg/m³),
- 22/01/2010 à 02h00 (54 µg/m³).

Le seuil de recommandation et d'information de 200 µg/m³, de la procédure d'alerte régionale, a été dépassé le 02 mars 2010 à 8h00 sur la station de Roubaix Serres (observation cohérente avec l'avis de pollution déclenché). La répercussion en station de Lille Flandres a été moindre, puisque le pic de NO₂, enregistré 1h00 plus tard, n'a été que de 71 µg/m³. Par comparaison avec les valeurs guides en air intérieur, aucun dépassement de la valeur horaire fixée à 200 µg/m³ n'a été enregistré pendant la phase de mesures sur le quai de Lille Flandres.

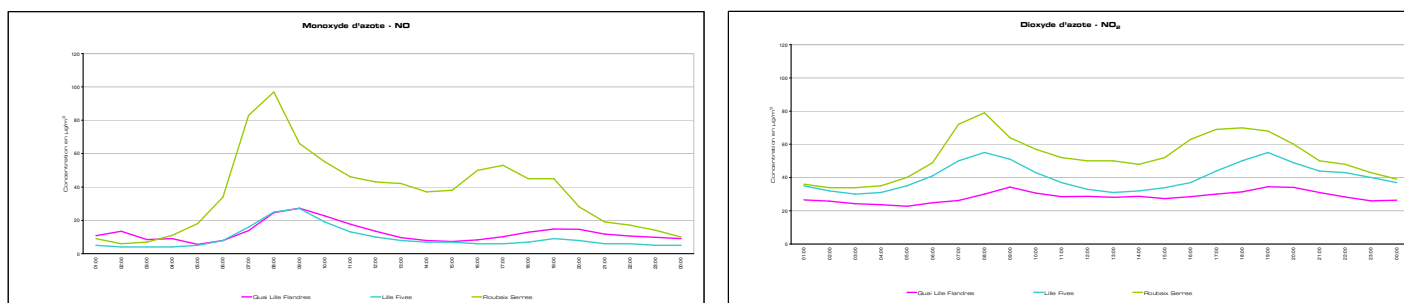
Pour les NO_x, l'influence de l'air extérieur lors de conditions météorologiques défavorables à une bonne qualité d'air, a une influence directe sur la qualité de l'air à l'intérieur de la station Lille Flandres.

Dans une moindre mesure, on note une source intérieure correspondant aux activités de travaux de nuit. Ces observations sont cohérentes avec les précédentes en station République.

Globalement, comme pour le NO, les niveaux de NO₂ sont plus bas en comparaison des valeurs hivernales de la précédente campagne 2007-2008. Les moyennes ne sont pas comparables mais les valeurs observées (valeur horaire et valeur journalière maximales) sont beaucoup moins importantes. Ces niveaux sont à relier aux conditions défavorables pour la pollution, au regard du nombre de jours de mauvais indices Atmo. L'évolution des concentrations en NO₂ est à relier majoritairement à une influence de l'extérieur plutôt qu'une source intérieure.

Pour le personnel d'exploitation, les valeurs réglementaires en atmosphère de travail sont respectées. L'objectif de qualité sur l'année, de même que la valeur guide IndEX sur une semaine, fixés à 40 µg/m³, ne devraient pas être dépassés.

Profils journaliers :



Le profil journalier en NO est cohérent et vient appuyer les observations sur les évolutions horaires faites précédemment. Les teneurs en NO mesurées sur le quai de la station Lille Flandres sont similaires à celles du site de Fives, en journée et correspondent à une influence de sources urbaines communes. Elles suivent donc la même tendance, en dehors de la période de travaux de nuit à l'intérieur de la station avec une diffusion du tunnel vers le quai (polluants gazeux). L'exposition trafic relevée à Roubaix Serres se situe nettement au dessus.

Le profil journalier du NO₂ est légèrement différent puisqu'il ne reflète pas l'exposition à une source endogène. Par contre, comme pour le NO, il suit la tendance de l'exposition aux émissions automobile.

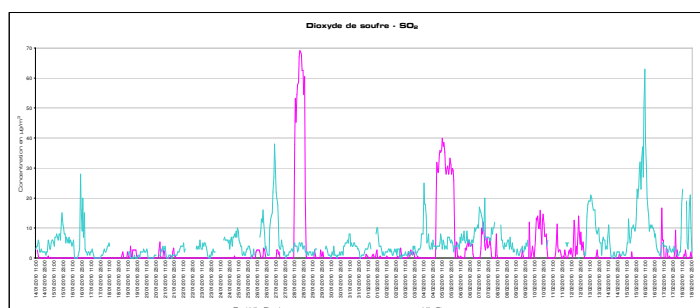
Les profils de NO_x montrent 2 pointes sur les périodes de trafic plus important (le matin entre 8h00 et 9h00 et en fin de journée entre 18h00 et 20h00).

Moyennes durant la campagne de mesures :

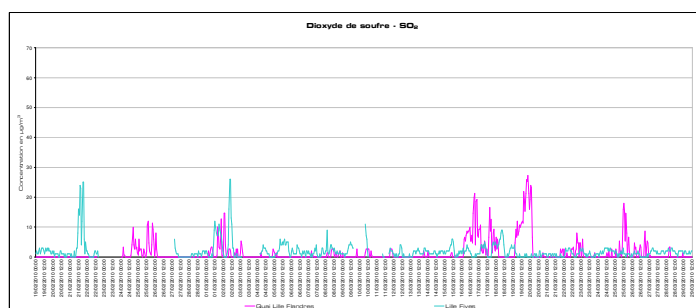
Sites	Concentrations en µg/m ³		
	Concentration moyenne	Valeur horaire maximale	Valeur journalière maximale
Quai Lille Flandres	2	69 le 21/01/2010 à 18h00	32 le 28/01/2010
Lille Fives	3	63 le 16/02/2010 à 10h00	23 le 16/02/2010
Quai République (été 2007)	2	68	9

Evolution des moyennes horaires :

Période du 14/01 au 18/02/10 :



Période du 19/02 au 29/03/10 :



Les concentrations relevées en station de Lille Flandres sont les mêmes que celles qui avaient précédemment été observées en station République. Seule la valeur journalière maximale est beaucoup plus élevée (32 µg/m³ au lieu de 9 µg/m³).

L'évolution des teneurs observées ne semble pas être en lien direct avec l'air extérieur, les teneurs les plus importantes relevées sur le site de Lille Fives n'allant pas toujours de paire avec les valeurs extérieures. L'influence de l'air extérieur sur ce polluant semble ainsi très faible en station Lille Flandres. Par ailleurs, les principaux pics sont observés sur des plages horaires de journées complètes :

- pic du 28/01 à 11h00 au 29/01 à 02h00,
- pic du 05/02 à 03h00 au 06/02 à 04h00,
- pic du 10/02 à 04h00 au 11/02 à 04h00,
- pic du 25/02 à 05h00 au 26/02 à 03h00,
- pic du 16/03 à 03h00 au 17/03 à 03h00,
- pic du 19/03 à 04h00 au 20/03 à 04h00,

ou de façon plus ponctuelle en journée :

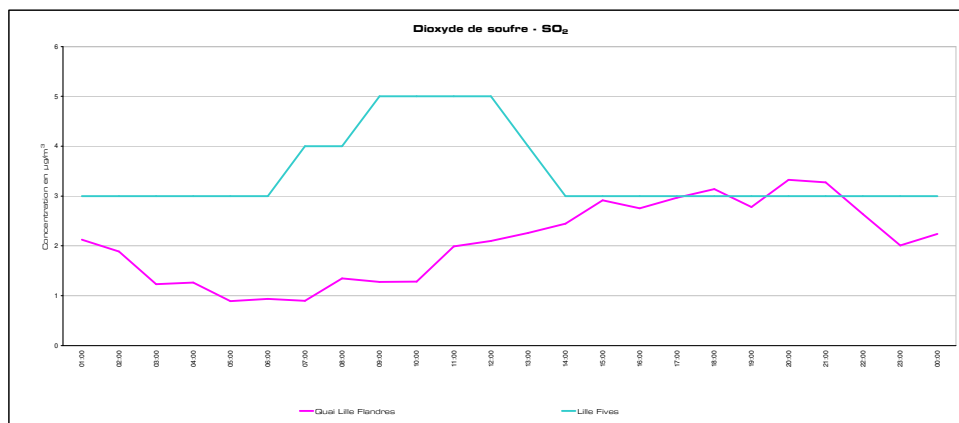
- pic du 05/02,
- pic du 24/02,
- pic du 28/02,
- ainsi qu'en Mars les 01, 16, 17, 19, 20, 25 et 26.

Des pics ponctuels sont cependant observés en journée, avec une valeur horaire maximale de 69 µg/m³ relevée le 21 Janvier à 18h00. Une autre source complémentaire aux activités de travaux de nuit semble donc à rechercher (cette dernière ayant déjà été suspectée comme source majoritaire lors de l'étude précédente en gare SNCF de 2007-2008).

Sur la période du 19/02/2010 au 29/03/2010, on observe ainsi des pics importants en journée qui perdurent sur plusieurs heures. Par ailleurs, sur les plages de nuit, il n'est fait mention d'aucuns travaux de nuit pour le mois de Mars 2010. Les présents résultats nous amènent à nous interroger sur l'existence d'une source extérieure, non spécifique du métro et de son exploitation. Cette hypothèse avait déjà été soulevée lors d'une précédente étude portant sur la qualité de l'air en gares de Lille Flandres et Lille Europe. Les pistes de la chaufferie à proximité (fonctionnement de jour) et de l'utilisation de motrice diesel par la SNCF sur les quais, le tout à proximité des bouches d'entrée métro place des Buisses et Euralille semblent par conséquent à approfondir.

Les valeurs relevées sont inférieures aux valeurs de référence dont nous disposons.

Profil journalier :



Le profil journalier du SO₂, comme le profil des oxydes d'azote, montre deux sources :

- l'exposition à une source intérieure en SO₂, de 23h00 à 05h00 du matin,
- l'influence de l'air ambiant, avec une augmentation progressive des concentrations enregistrées sur le quai de 07h00 à 21h00, suivie d'une décroissance progressive de 21h00 à 23h00 (avant l'impact de la source intérieure).

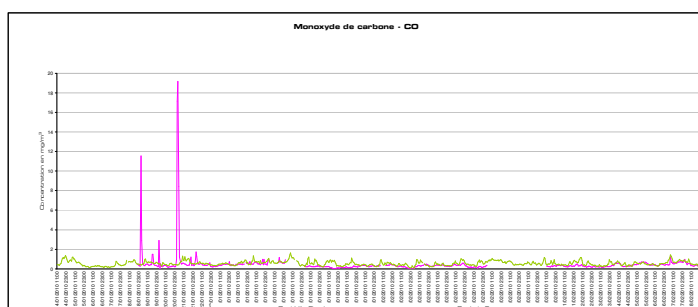
Moyennes durant la campagne de mesures :

Site	Concentrations en mg/m ³		
	Concentration moyenne	Valeur horaire maximale	Valeur journalière maximale
Quai Lille Flandres	0.39	19.20 le 21/01/2010 à 03h00	2.36 le 21/01/2010
Roubaix Serres	0.47	3.87 le 02/03/2010 à 08h00	1.06 le 02/03/2010
Quai République (été 2007)	0.52	14.19	1.17
Quai République (hiver 2008)	0.97	1.54	1.12

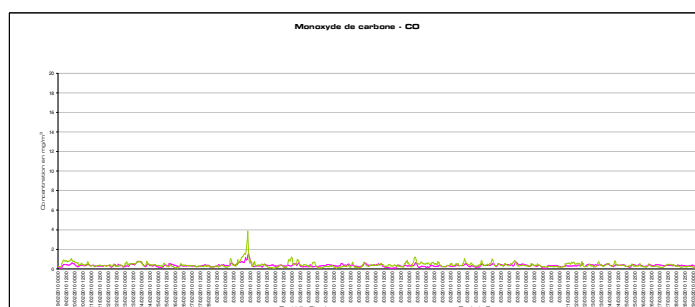
Remarque : durant la campagne de mesures, le Q-Trak installé sur le Quai de République a rencontré des problèmes techniques pour la mesure des concentrations en CO (acte de vandalisme ne nous ayant pas permis de récupérer suffisamment de données pour une interprétation). L'interprétation des résultats sera uniquement basée sur les mesures obtenues dans la station de Lille Flandres (mesure à l'aide de l'Airpointer).

Evolutions des moyennes horaires :

Période du 14/01 au 18/02/10 :



Période du 19/02 au 29/03/10 :



La concentration moyenne sur la période de mesures reste inférieure à celle observée en proximité directe du trafic (données de la station Roubaix Serres). Elle est également plus basse que les valeurs observées en 2007 et 2008 sur la station de République. Cette tendance à la baisse du CO ambiant est constatée depuis 2009 sur l'ensemble des sites d'Atmo Nord – Pas de Calais mesurant ce polluant. Ce constat est ainsi différent de l'exposition au CO relevée sur la station République en 2007 et 2008 (les valeurs moyennes étaient alors plus élevées en intérieur qu'en extérieur).

Dans l'ensemble, l'évolution des concentrations en monoxyde de carbone au sein de la station Lille Flandres suit, de façon légèrement inférieure, celle de l'air ambiant. On peut donc dire que la station est soumise, pour son niveau de fond en CO, à l'environnement extérieur.

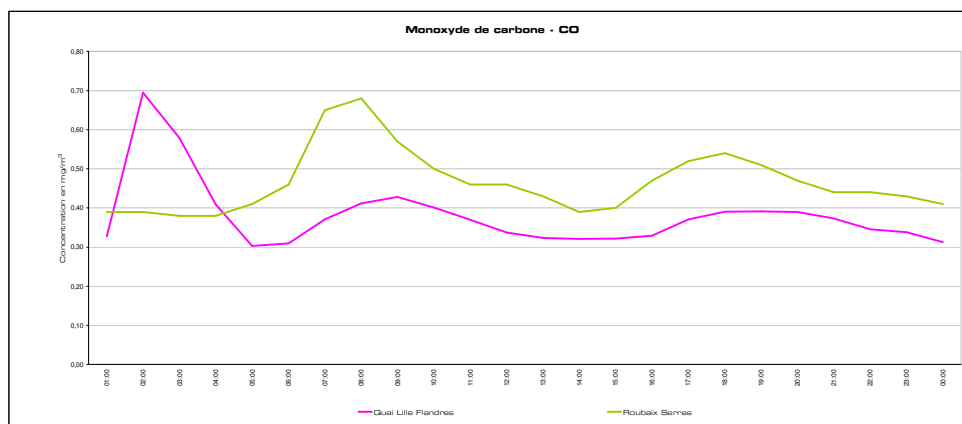
Cependant, des pics de concentrations apparaissent ponctuellement sur le quai, le plus souvent de nuit vers 02h00 ou 03h00 du matin (19, 20, 21 et 22 Janvier), avant la fermeture du trafic entre 22h00 et minuit (les 08, 26 et 28 Mars) ou avant la réouverture du trafic vers 04h00-05h00 (les 07 et 10 Mars), ou encore en fin de journée vers 19h00 (25 et 28 Février, ainsi que le 03 Mars).

La valeur horaire maximale a ainsi été enregistrée le 21 Janvier à 03h00, ce qui montre une incidence des activités de travaux de nuit, sur les émissions au CO (valeur de 19,2 mg/m³, plus élevée que celle enregistrée en station République en 2007). Cette valeur reste inférieure à la valeur guide recommandée pour 1h00 d'exposition fixée à 30 mg/m³.

Le CO, comme les Oxydes d'azote (NO et NO₂) et dans une moindre mesure le Dioxyde de soufre (SO₂), est issu principalement du trafic en air extérieur.

On peut constater que les usagers sont soumis à une exposition au CO, telle qu'elle peut l'être à l'extérieur du métro. Les valeurs réglementaires de l'AFSSET en air intérieur ont été respectées à court terme, de même que pour des durées d'exposition de 1 heure et 8 heures. Au poste de travail, la VME est également respectée.

Profil journalier :



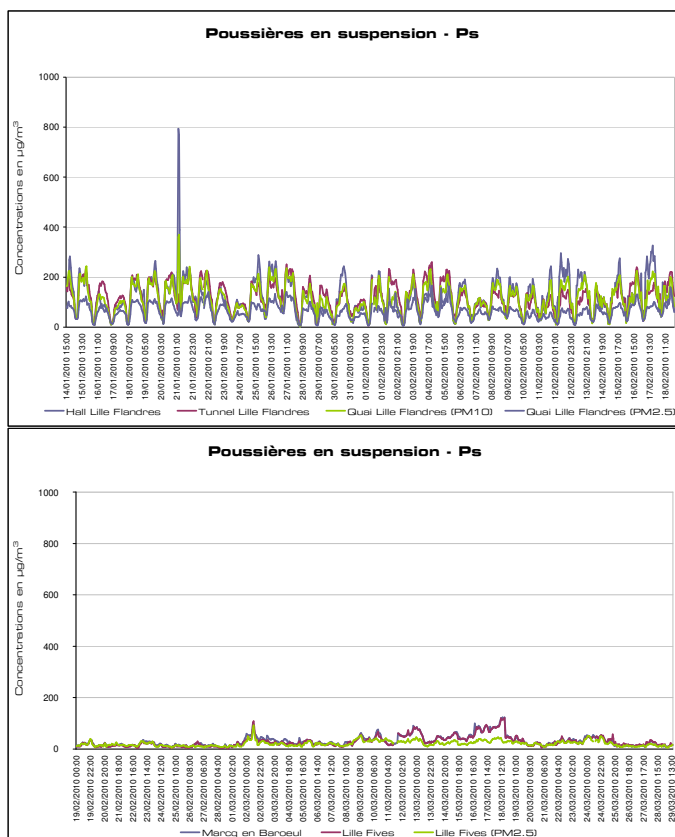
Le profil journalier vient confirmer l'exposition du quai Lille Flandres à une source propre, pendant les travaux de nuit (augmentation des concentrations entre 01h00 et 05h00 avec pic maximal vers 02h00). Le reste de la journée est influencé quant à lui par les émissions extérieures, qui sont reliées au trafic automobile (augmentation des niveaux relevés aux heures de circulation plus denses, entre 06h00 et 09h00 et entre 18h00 et 20h00).

Moyennes durant la campagne de mesures :

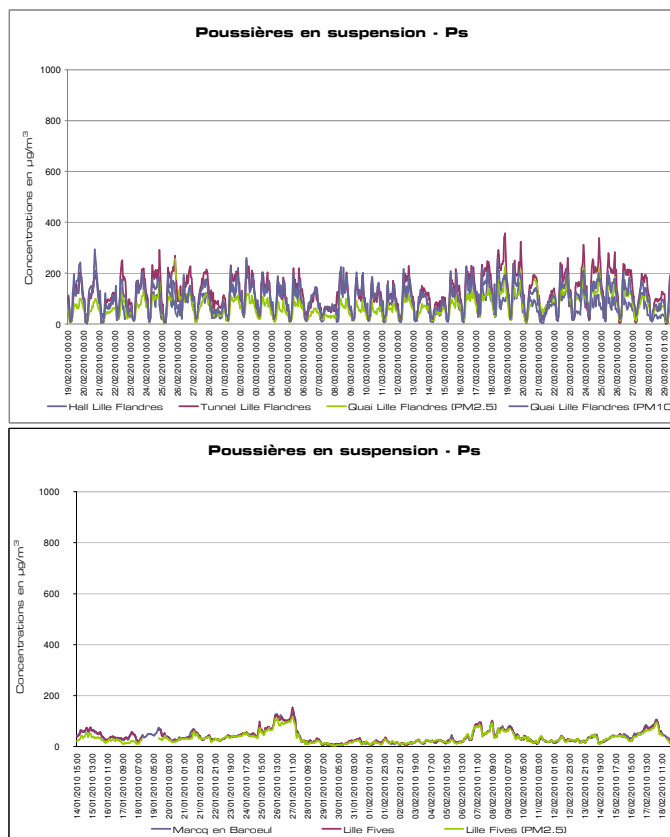
Sites	Concentrations en $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	Concentration moyenne	Valeur horaire maximale	Valeur journalière maximale
Hall Lille Flandres (PM10)	101	794 le 21/01/2010 à 03h00	236 le 21/01/2010
Quai Lille Flandres (PM10)	108	370 le 21/01/2010 à 04h00	176 le 21/01/2010
Quai Lille Flandres (PM2.5)	68	257 le 25/02/2010 à 20h00	119 le 24/03/2010
Tunnel Lille Flandres (PM10)	120	356 le 18/03/2010 à 20h00	194 le 18/03/2010
Marcq-en-Barœul (PM10)	35	135 le 27/01/2010 à 13h00	100 le 26/01/2010
Lille Fives (PM10)	33	154 le 27/01/2010 à 11h00	98 le 26/01/2010
Lille Fives (PM2.5)	27	117 le 27/01/2010 à 11h00	86 le 26/01/2010
Hall République (2007-2008)	68	271	107
Quai République (2007-2008)	115	542	190
Tunnel République PM2.5 (2007-2008)	86	244	147
Tunnel République (2007-2008)	137	357	232

Evolutions des moyennes horaires :

Période du 14/01 au 18/02/10 :



Période du 19/02 au 29/03/10 :



Globalement, pendant la campagne de mesures, les concentrations de poussières en suspension mesurées dans les stations du métro lillois ont été plus élevées que celles mesurées par les sites fixes.

Les mesures en intérieur montrent une évolution similaire entre les sites et cadencée par le fonctionnement du métro avec une différence jour/nuit bien marquée. A l'inverse, l'évolution des teneurs pour les sites extérieurs est fonction des émissions et des conditions météorologiques.

Si l'on compare les points des sites intérieurs, la teneur moyenne la plus importante a été relevée dans le tunnel. Les valeurs mesurées dans le hall et sur le quai sont, quant à elles, équivalentes.

A contrario, les maxima journaliers et horaires ont été enregistrés par la station située dans le hall. Ces valeurs ont été observées le 21 janvier sur les stations du hall et du quai et le 18 mars pour le tunnel alors que les maxima en air ambiant ont été notées les 26 et 27 janvier, lors de conditions météorologiques défavorables à la dispersion de la pollution. Le pic isolé du 21 janvier 2010 enregistré à 03h00 est à relier avec les activités de travaux.

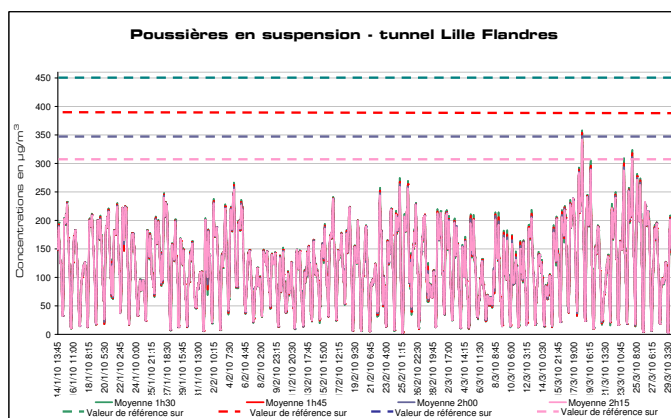
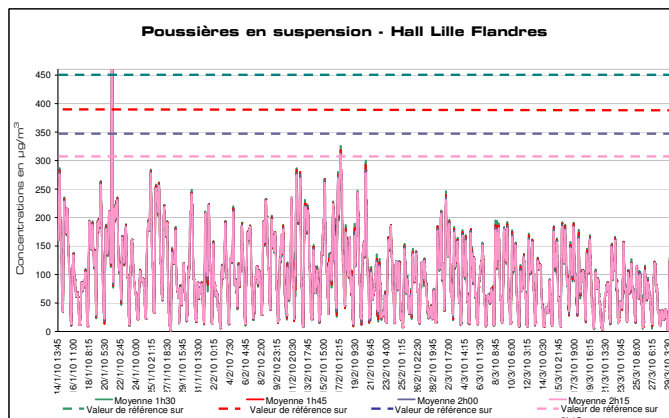
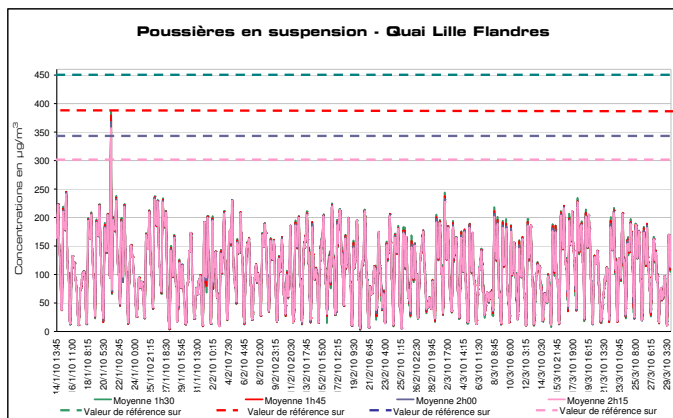
La comparaison des valeurs mesurées en 2007-2008, notamment pour les sites de même typologique indique que les teneurs les plus importantes ont été enregistrées dans le hall de Lille Flandres, sur le quai de République et dans le tunnel de République.

Ceci s'explique par un passage plus important et plus fréquent dans le hall de Lille Flandres, un confinement plus important sur le quai et dans le tunnel de République.

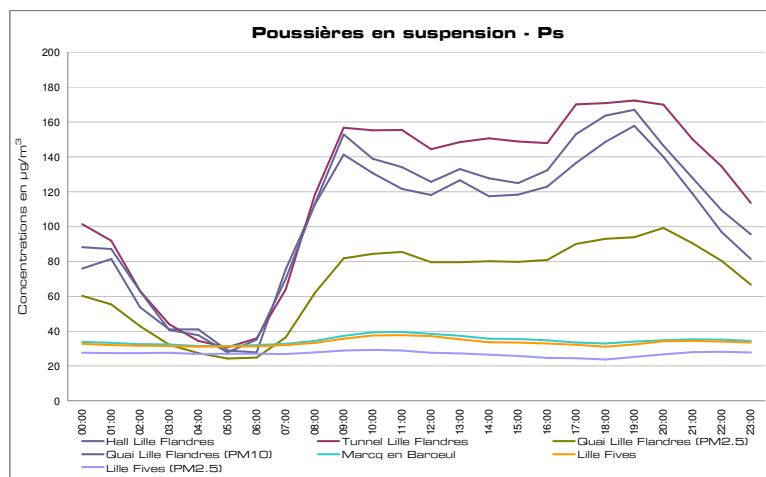
Concernant la réglementation, la valeur limite d'exposition (soit sur 8 heures) en atmosphère de travail pour les poussières dont le diamètre est inférieur à 10 μm a bien été respectée sur la totalité des sites intérieurs de la campagne. Cependant, on note :

- Des dépassement des temps d'exposition 01h30, 01h45, 02h00 et 02h15 dans le hall de Lille Flandres et dans le tunnel de Lille Flandres
- Des dépassements des temps d'exposition 2h00 et 2h15, sur le quai

Si on isole le pic du 21 janvier, observé dans la nuit, on note un dépassement des valeurs du CSHPF pour un temps d'exposition de 2h15 pour le hall.



Profil journalier :



Les profils mettent en évidence des valeurs des niveaux de poussières nettement plus élevées sur les sites intérieurs que sur les sites fixes de mesures et particulièrement en journée. Les teneurs de poussières diminuent progressivement à partir de 20h00 et atteignent des niveaux comparables à ceux des sites fixes vers 05h00. Ceci prouve que la circulation des rames entraîne l'émission de particules en journée, avec une diminution progressive des niveaux pendant la nuit.

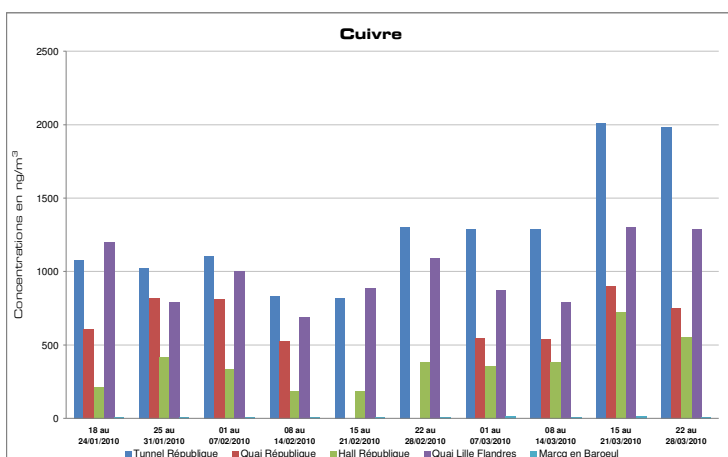
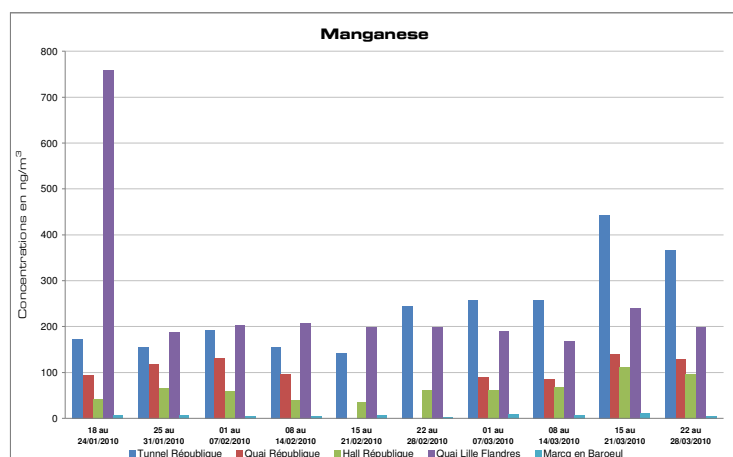
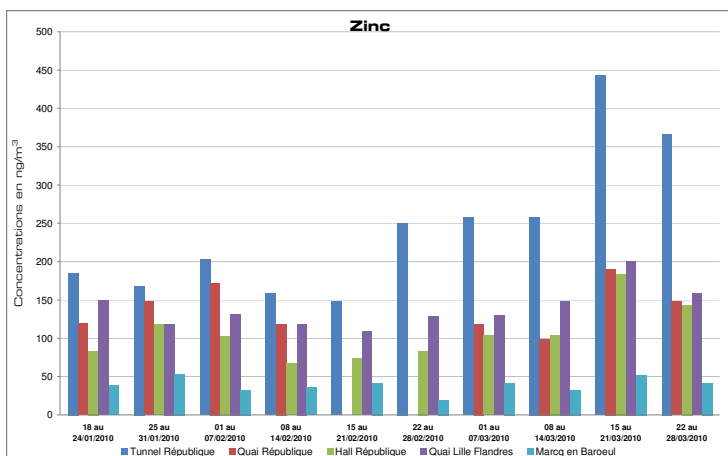
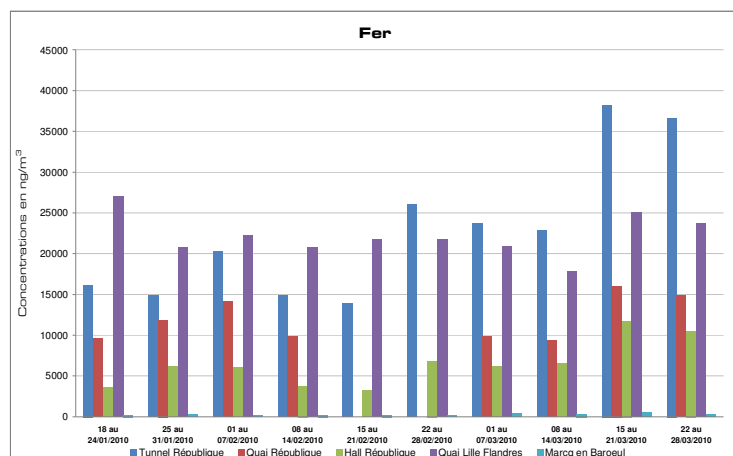
Pendant la journée, on constate 2 augmentations franches des teneurs : la première le matin et la seconde en fin d'après-midi correspondant aux heures de forte affluence.

Il s'établit également un gradient de concentration, avec une croissance des teneurs du tunnel vers le hall.

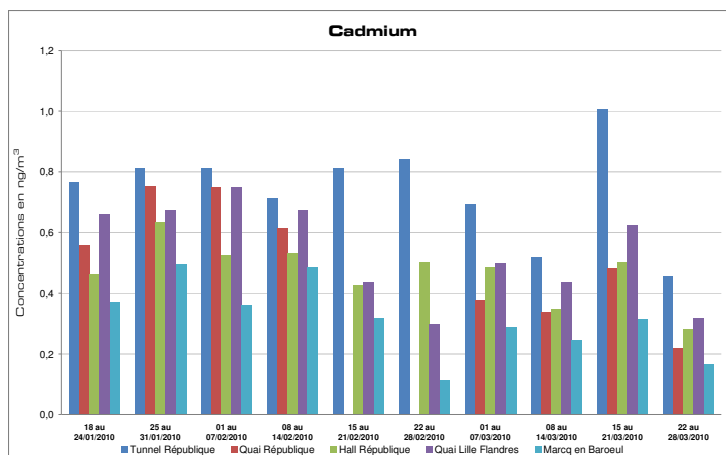
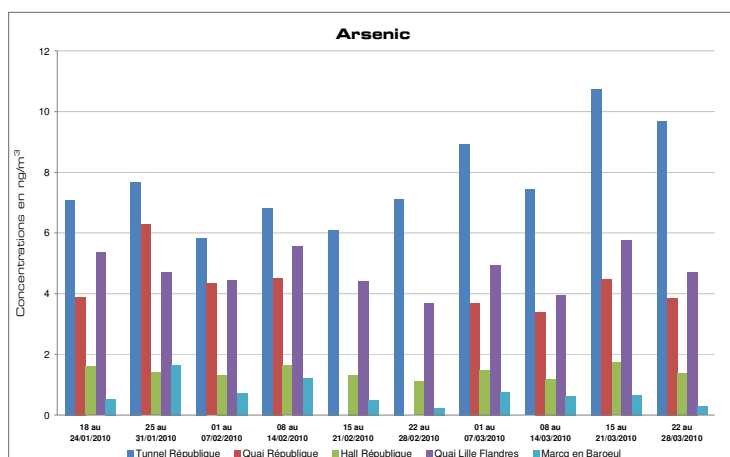
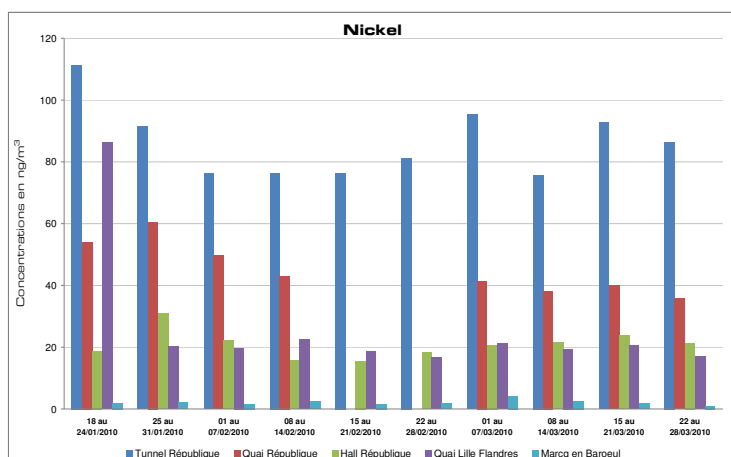
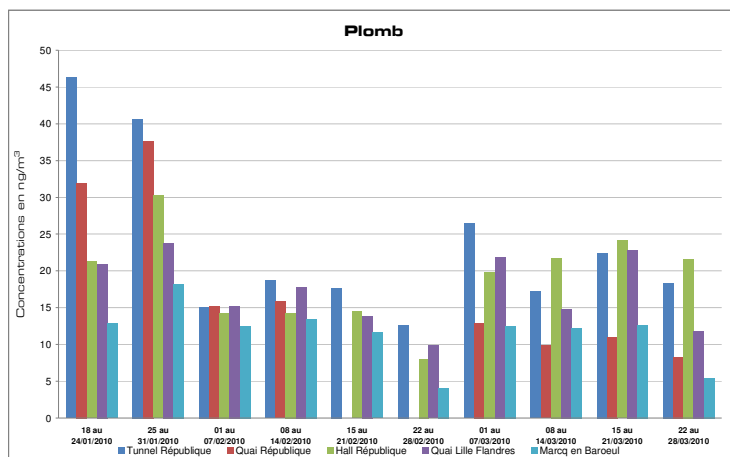
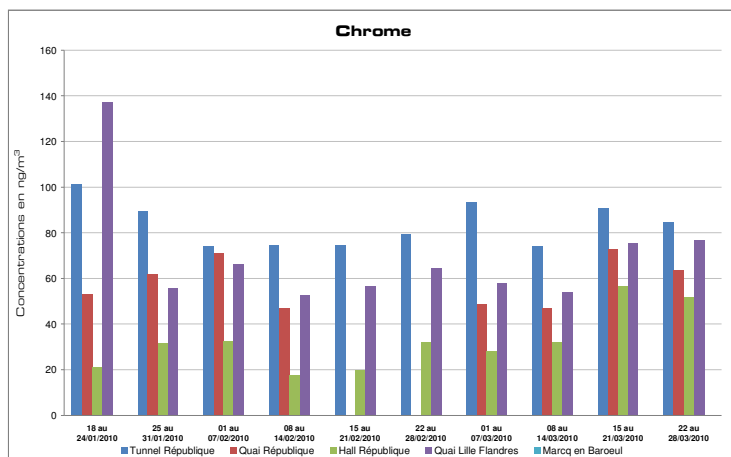
Moyennes durant la campagne de mesures :

Sites	Concentrations moyennes en ng/m ³								
	As	Cd	Ni	Pb	Cr	Cu	Mn	Zn	Fe
Hall République	1.4	0.5	21.0	19.1	32.4	375.9	64.8	106.9	6502
Quai république	4.3	0.5	45.5	17.9	58.2	688.1	111.0	139.8	11983
Tunnel république	7.8	0.7	86.5	23.6	83.7	1274.0	239.1	244.2	22783
Quai Lille Flandres	4.8	0.5	26.3	17.3	69.9	993.7	255.5	139.7	22231
Marcq-en-Barœul	0.7	0.3	2.2	11.6	NR ²	11.0	7.0	39.2	320

Evolutions des moyennes hebdomadaires :



² Non représentatif



L'analyse non exhaustive de la composition chimique des particules rencontrées dans le métro montre que l'un des constituants majeurs est le fer. Pour les métaux lourds mesurés, les concentrations observées sur les sites intérieurs sont restées largement supérieures à celles mesurées par le site fixe de Marcq-en-Barœul, et ce en moyenne comme en valeur maximale. On constate un rapport de 2 à 116 fois plus élevé, selon les métaux recherchés. Ces rapports maxima concernent le cuivre, le fer, le nickel et le manganèse.

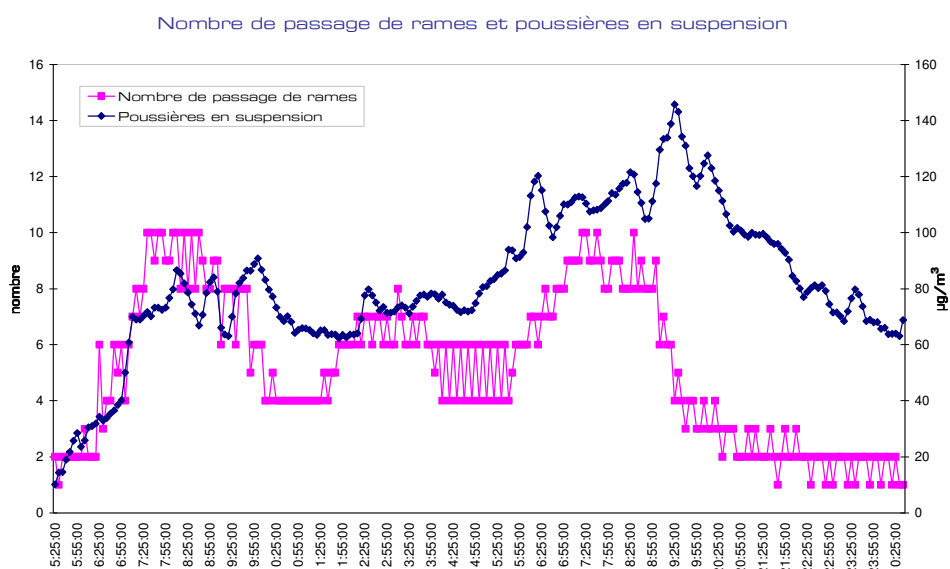
Les valeurs sont en moyenne plus importantes dans le tunnel de la station de République, du fait de la proximité des émissions et du confinement.

Si l'on compare les quais de Lille Flandres et de République, les niveaux sont comparables pour les polluants, arsenic, cadmium, plomb et zinc. Les niveaux sont plus élevés à la station République pour le nickel et plus élevés à Lille Flandres, pour le chrome, le cuivre, le manganèse et le fer. Les métaux lourds ont évolué différemment semaine après semaine mais également entre les sites. Si l'on compare ces résultats aux valeurs réglementaires de l'air ambiant (valeurs non applicables dans l'air des enceintes souterraines ferroviaires), on note un dépassement pour le nickel de la valeur de 20 ng/m³ sur les 3 sites hall, quai et tunnel et un dépassement de la valeur de 5 ng/m³ pour l'arsenic dans le tunnel.

Ces résultats confirment les conclusions de la précédente étude et identifie une source de métaux lourds à l'intérieur des stations du métro. Ces émissions sont produites par le fonctionnement du métro (freinage, aiguillage) et ne semblent pas influencées par les émissions extérieures. On relève toutefois des niveaux plus faibles pour le chrome, le zinc et le fer, comparativement aux résultats de 2007-2008.



Influence du trafic métro



Le graphe ci-dessus permet d'étudier l'évolution des concentrations des poussières en suspension en fonction du nombre de passage de rames. L'exemple concerne les données « 5 minutes » de la journée du 24 Février 2010.

L'évolution des deux courbes est assez bien corrélée. Par contre, le nombre de passage de rames n'est pas lié aux niveaux de concentrations. Les particules s'accumulent au fur et à mesure de la journée et leur concentration augmente progressivement. Elles sont donc plus importantes en fin de journée pour un nombre de passage de rames similaire au pic de fréquentation du matin.

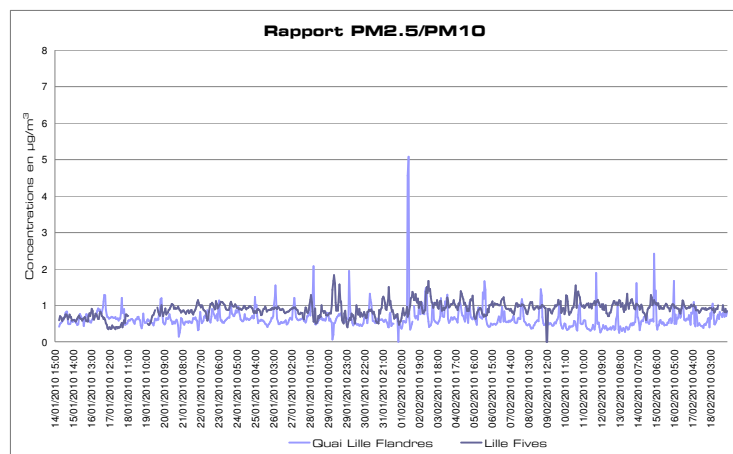
Remarque : la différence des pas de temps des mesures toutes les 5 minutes et des horaires de passages des rames (en seconde) a entraîné un choix dans la synchronisation des deux données. Cependant, des décalages horizontaux des courbes sont donc constatés, notamment sur le

graphique de la station Lille Flandres. L'évolution et les valeurs calculées sont, quant à elles, parfaitement vraies.

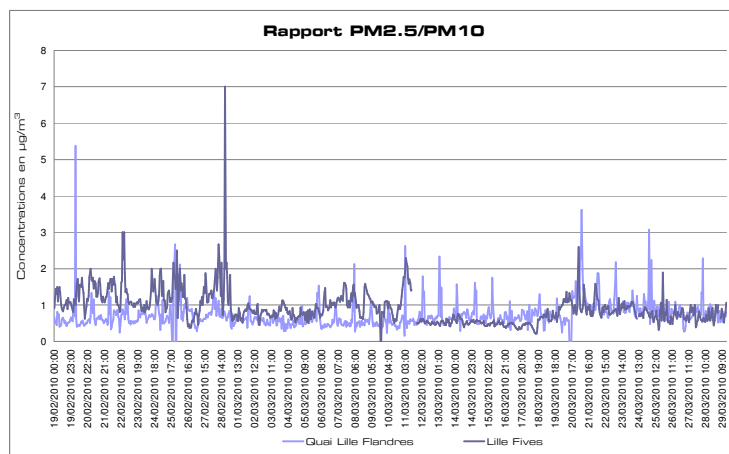


Etude de la répartition des tailles des particules émises dans le tunnel de République

Période du 14/01 au 18/02/10 :



Période du 19/02 au 29/03/10 :

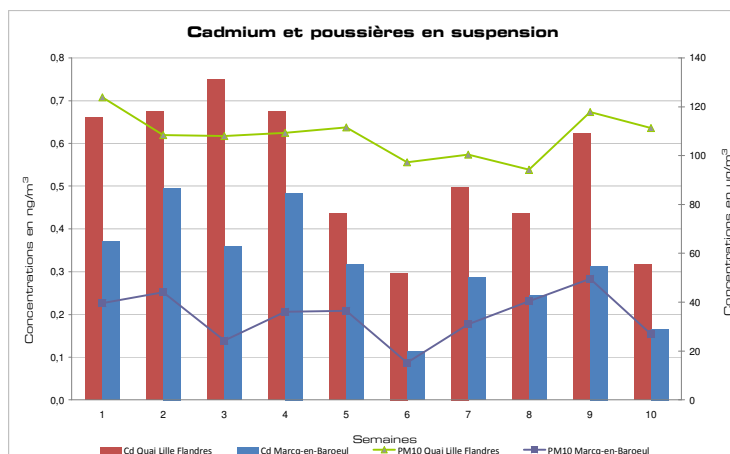
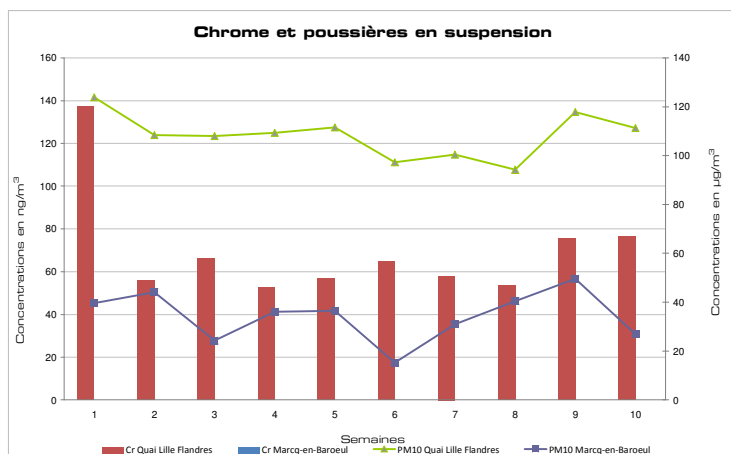
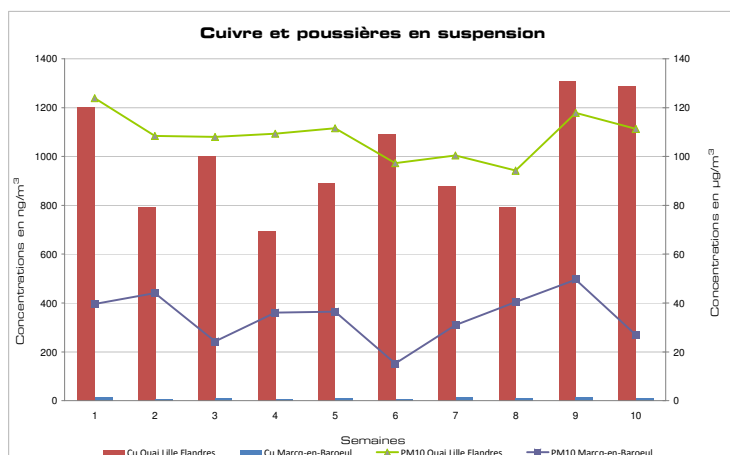
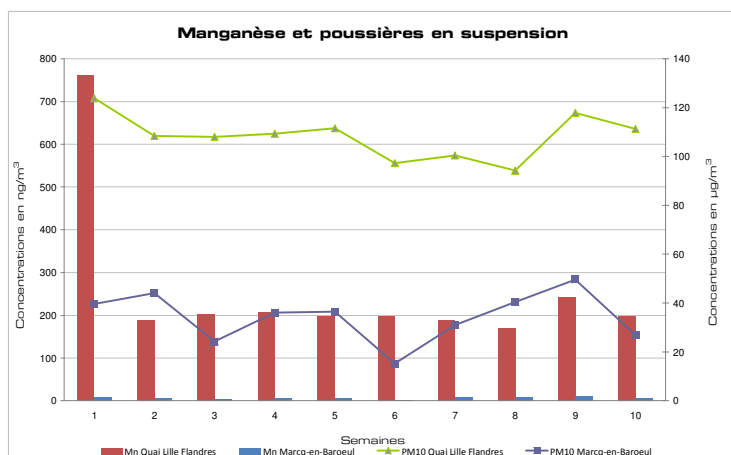
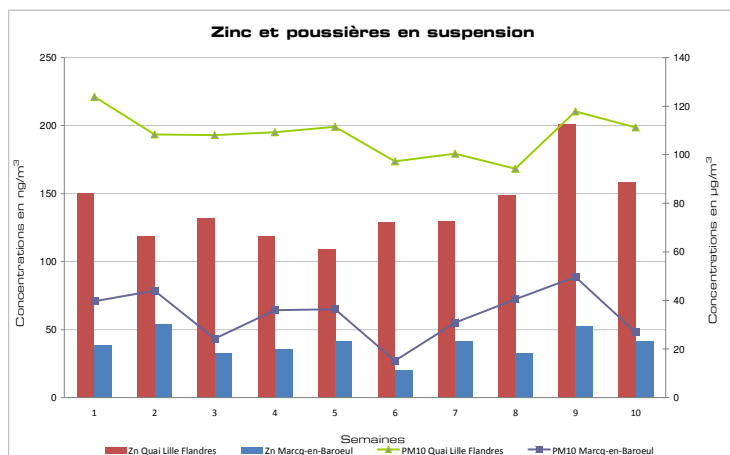
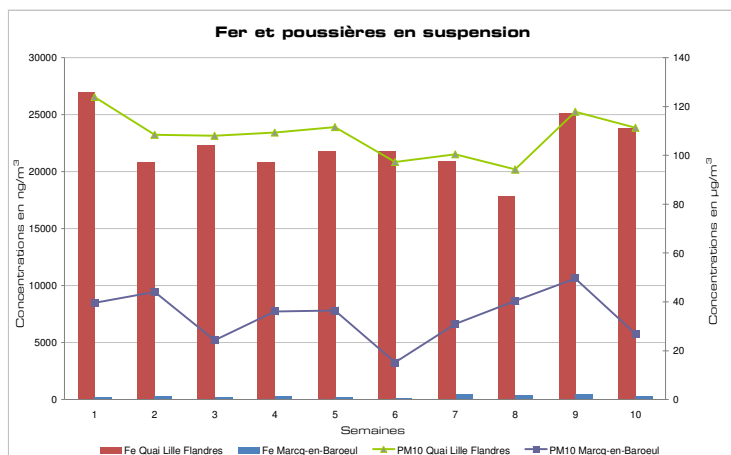


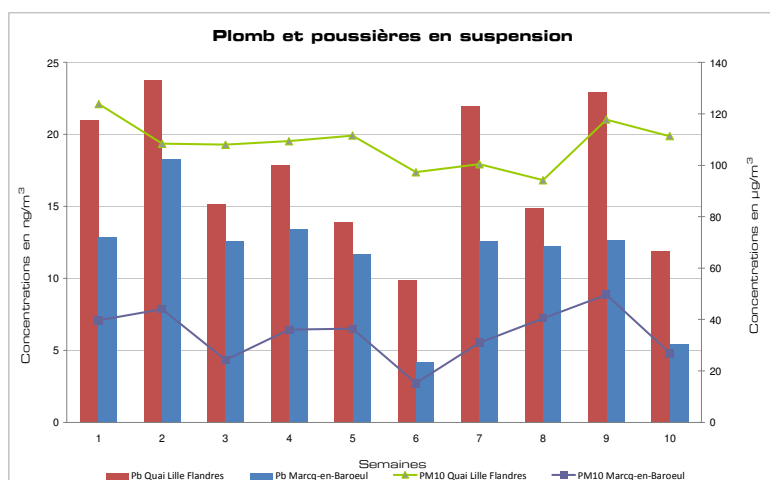
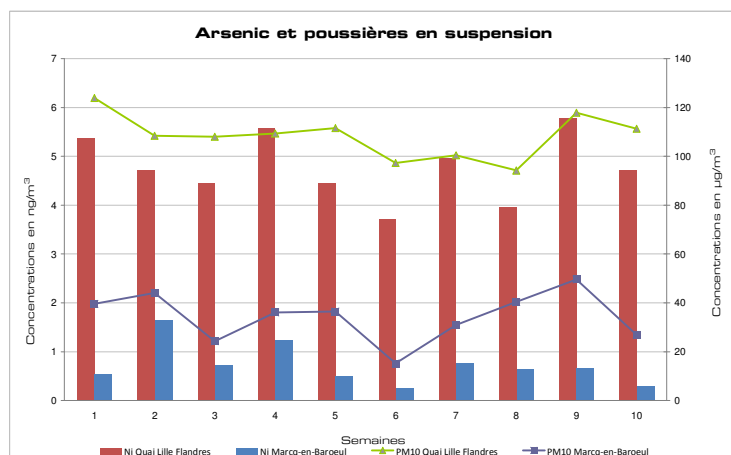
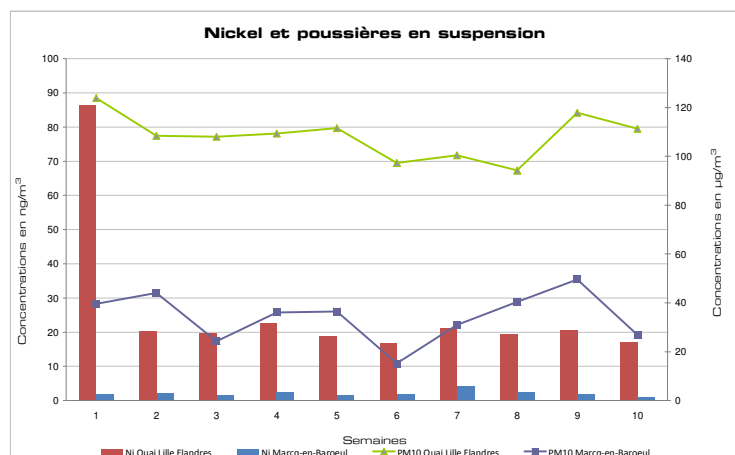
Le quotient $PM_{10}/PM_{2.5}$ a été en moyenne de 60 % pour la station de Lille Flandres et de 91 % pour celle de Lille Fives. On note donc la présence plus importante de PM_{10} dans le tunnel de la station de Lille Flandres. De manière générale, l'évolution du rapport $PM_{10}/PM_{2.5}$ n'est pas similaire pour les deux environnements, exceptés du 20 au 29 mars, période pendant laquelle les rapports étaient quasi-identiques.

Ces résultats ne confirment pas ceux de 2007-2008 qui avaient montré une proportion plus importante de $PM_{2.5}$ dans le tunnel de République. Cette différence s'explique par la configuration de la station et par la composition des voies (mixte béton/métal dans le tunnel de Lille Flandres).



La part des métaux lourds dans les poussières en suspension





Globalement, les composés métalliques relevés à Lille Flandres ne suivent pas tout à fait la même dynamique que celles des poussières en suspension. Les poussières dans les stations du métro ne sont pas toujours chargées de métaux lourds, mais peuvent être composées de carbone, de suie...



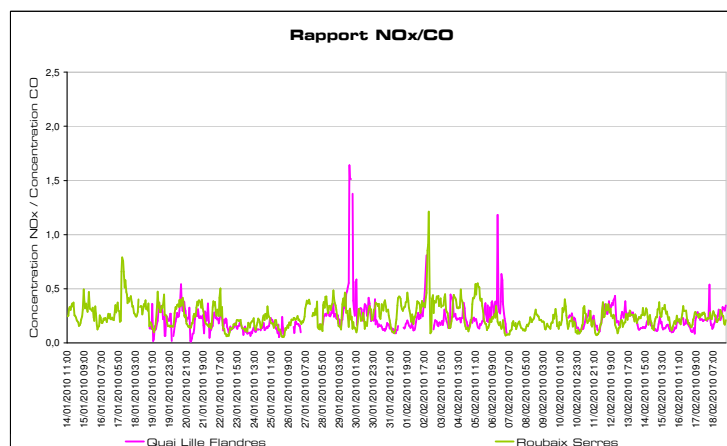
Mise en relation des niveaux de pollution avec le trafic ferroviaire

Les émissions du trafic routier sont visibles au travers d'une augmentation conjointe des teneurs oxydes d'azote - benzène, comme cela avait été montré lors de la précédente campagne.

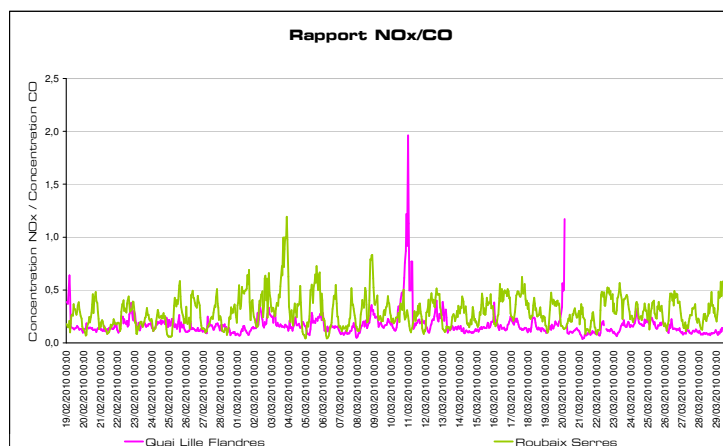
Le trafic ferroviaire souterrain (activités de travaux de nuit) est quant à lui émetteur d'oxydes d'azote et de poussières (émissions nulles à très faibles de benzène et de monoxyde de carbone), dans des teneurs toutefois différentes de celles du trafic routier (AIRPARIF, 2003).

Au vu de ces considérations, les rapports NO_x/CO de la station de Roubaix Serres (station considérée comme uniquement influencée par le trafic routier), ne devraient pas être similaires à ceux relevés sur le quai de Lille Flandres, et donneraient une indication sur le rapport entre l'influence du trafic routier et l'utilisation du diesel pour les activités de travaux de nuit sur la qualité de l'air.

Période du 14/01 au 18/02/10 :



Période du 19/02 au 29/03/10 :



Dans l'ensemble, les rapports observés sont plus élevés en proximité trafic qu'au sein de la station Lille Flandres.

Des pics plus ou moins importants apparaissent cependant aux heures de nuit, comme en Janvier (le 22 à 01h00 et le 26 à 01h00), en Février (le 04 à 03h00, le 06 à 00h00, le 13 à 00h00, le 18 à 02h00, le 19 à 04h00, et en Mars (le 10 à 23h00, le 11 à 04h00 et le 20 à 03h00), pouvant être reliés aux travaux de nuit. D'autres pics apparaissent à 16h00 et à 21h00 le 29 Janvier et le 06 Février, à relier à une autre source d'émissions.



Comparaison avec les résultats obtenus dans les stations de métro français

Par comparaison avec les études similaires antérieures et comme le soulignent les conclusions de l'étude de 2007-2008, les teneurs de poussières en suspension mesurées dans la station de Lille Flandres sont du même ordre de grandeur que les stations du métro Toulousain et Parisien, sans toutefois dépasser les valeurs mesurées dans la station RER fortement fréquentée d'Auber en région parisienne.

Les valeurs sont, en moyenne, du même ordre de grandeur que sur la station République en 2007-2008 et que sur le métro de Toulouse en 2006-2007, avec des valeurs maximales plus faibles.

Seul l'air des stations du métro parisien est surveillé en continu depuis plusieurs années. Les résultats sont disponibles depuis janvier 2008 sur le site internet de la RATP. Une comparaison des résultats a donc été réalisée pour la période du 14 janvier au 29 mars 2010. Le tableau des valeurs est représenté ci-après.

Globalement, les concentrations en PM10 mesurées sur le quai de Lille Flandres sont du même ordre de grandeur que les mesures effectuées par la RATP en Île-de France, excepté pour la station Auber qui présente une concentration moyenne de particules nettement supérieure aux autres stations.

Les maxima horaires et journaliers montrent que la qualité de l'air intérieur de la station Lille Flandres est de qualité semblable à celle des stations du métro parisien. Par ailleurs, du 14 janvier au 29 mars 2010, les concentrations horaires maximales en PM10 les plus élevées des 4 stations ont été obtenues sur les quais des stations Roosevelt et Auber. Concernant les maxima journaliers, la station Lille Flandres présente une valeur similaire à celle de Roosevelt.

Comparées aux stations du métro parisien surveillées, la station de métro Lille Flandres ne présente pas des teneurs en PM10 plus importantes.

Paramètre	Sites	Période du 14/01 au 29/03/2010		
		Concentration moyenne	Valeur horaire maximale	Valeur journalière maximale
Concentration des PM10 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Quai Lille Flandres	108	370	176
	Quai Châtelet L4	101	314	247
	Quai Roosevelt L1	108	715	159
	Quai Auber	289	1381	581

Conclusion

Cette étude menée par l'association Atmo Nord - Pas de Calais, à la demande de Transpole, fait suite à la circulaire DGS/SD 7B N°2003-314 du 30 Juin 2003, dans laquelle il est demandé aux exploitants de transports collectifs ferroviaires souterrains de réaliser la surveillance de la qualité de l'air et de diminuer les émissions propres à l'exploitation ferroviaire. Elle intègre pleinement le programme « transports », conduit par l'association, dans la surveillance de l'air en Nord - Pas de Calais. Elle a permis d'évaluer l'impact des activités ferroviaires et routières sur la qualité de l'air à l'intérieur et aux abords des deux stations du métro de Lille : République et Lille Flandres. La campagne de mesures s'est déroulée du 14 Janvier au 29 Mars 2010, soit sur 10 semaines en continu. Les résultats obtenus ont été comparés à la première campagne de mesure de 2007-2008, qui a porté à l'époque sur les stations de République et Eurotéléport.

Du point de vue **météorologique**, les journées du 26, 27 et 28 Janvier, 09, 10, 18 et 19 Février, et du 02, 17, 18 et 19 Mars ont connu des conditions n'ayant pas favorisé la dispersion des polluants, et engendré notamment l'apparition d'épisodes de pollution (poussières en suspension et dioxyde d'azote).

En raison d'impondérables techniques (vandalisme et vol de matériel), les paramètres de confort n'ont pu être mesurés sur les quais des stations de Lille Flandres et République. La première étude avait montré un renouvellement d'air globalement correct, mais un confinement ponctuel probablement dû à l'absence de système de ventilation. Par conséquent, les recommandations restent les mêmes.

Comme en 2007-2008, les résultats des mesures concernant les polluants gazeux (NO_x , SO_2 et CO) ont montré que ces polluants provenaient essentiellement des activités extérieures, notamment du trafic automobile.

Pour les **oxydes d'azote (NO_x)**, les valeurs observées lors de cette nouvelle campagne de mesures sont plus faibles qu'en 2007-2008. Il n'existe pas de source spécifique intérieure ou extérieure, mais les pics ponctuels peuvent être reliés aux activités de travaux de nuit ou sont dus à l'influence de l'air extérieur. Concernant l'exposition au dioxyde d'azote (NO_2), elle reste tout de même majoritairement liée à l'influence de l'air ambiant.

Pour le **dioxyde de soufre (SO_2)**, comme pour le **monoxyde de carbone (CO)**, les activités de travaux de nuit sont identifiées comme source intérieure, pendant la plage horaire de travaux. Le reste du temps, les niveaux d'exposition sont similaires à ceux de l'air ambiant. Concernant le SO_2 , des pics sont cependant observés mais aucune source extérieure à proximité n'est pour l'instant identifiée. S'agissant du CO , on constate une diminution globale des valeurs relevées, qui suivent la tendance régionale observée depuis plusieurs années en air ambiant.

On peut noter cependant que la qualité de l'air ambiant a été globalement moins bonne et a par conséquent eu une influence plus importante sur les valeurs relevées en 2010.

Les résultats des mesures par prélèvements automatiques des **poussières en suspension** et des **métaux lourds** ont mis en évidence des concentrations en poussières présentes dans les stations du métro supérieures à celles relevées sur les sites extérieurs. La comparaison des valeurs mesurées en 2007-2008, notamment pour les sites de même typologie indique que les teneurs les plus importantes ont été enregistrées dans le hall de Lille Flandres, sur le quai de République et dans le tunnel de République.

Ceci s'explique par un passage plus important et plus fréquent dans le hall de Lille Flandres, un confinement plus important sur le quai et dans le tunnel de République.

Emis par le freinage et l'aiguillage des rames sur les rails ainsi que leurs usures, les particules fines sont d'origine métallique avec un élément fer prépondérant. L'arsenic et le nickel, éléments métalliques réglementés en air ambiant, présentent des teneurs plus importantes que les valeurs hautes relevées en région Nord - Pas de Calais et pour le nickel, avec un risque probable de dépassement, sur les 3 sites de la valeur limite annuelle fixée dans l'air ambiant. On relève toutefois des niveaux plus faibles pour le chrome, le zinc et le fer, comparativement aux résultats de 2007-2008.

La réglementation et les valeurs guides connues en air intérieur pour les polluants gazeux ont bien été respectées durant cette campagne. Par contre, le hall de Lille Flandres note en journée, pour les poussières en suspension, un dépassement des valeurs du CSHPF pour un temps d'exposition de 2h15.

Au vu de ces résultats, une surveillance des métaux lourds, poussières et des paramètres de confort serait à privilégier pour les campagnes à l'intérieur et aux abords des stations du métro.

Des campagnes ponctuelles avec une fréquence déterminée permettraient de connaître l'évolution des niveaux de concentrations de l'air intérieur des stations du métro.

Dans l'ensemble, les valeurs observées dans le métro Lillois sont du même ordre de grandeur que celles d'autres métros, voire inférieures aux tendances du métro parisien.

Aucune des 2 stations (République et Lille Flandres) ne se détache par des niveaux de concentrations plus élevés pour l'ensemble des polluants. Toutefois, la station de République présente la meilleure représentativité de l'ensemble du réseau du métro (fréquentation, activités).

En lien avec les résultats des études, la fréquentation du métro et les travaux prévus sur la ligne 1, il semblerait plus opportun de réaliser les prochaines mesures en parallèle, d'une part, sur la station de Roubaix Eurotéléport afin de constituer un historique de suivi des concentrations et d'autre part, sur la station République avant d'évaluer la qualité de l'air avant et après les travaux de changement de ligne.

Annexes

Tableaux d'émissions connues dans le secteur industriel

Secteur d'activité	SO ₂ en 2006 (t/an) en Nord - Pas-de-Calais	Etablissement	Commune	Part des rejets dans la région (t/an) en % et en 2006	Part des rejets en France (t/an) en % et en 2006
Sidérurgie - Métallurgie - Fonderie	0,10	Refinal Industries	Lomme	<0,01	<0,01
Chimie - Parachimie - Pétrole	0,02	Chemilyl	Loos	<0,01	<0,01
	194,00	Holliday Ppignments	Comines	0,51	0,04
	0,70	Imperator	Baisieux	<0,01	<0,01
	0,13	LFB Biomédicament	Lille	<0,01	<0,01
	0,39	P. Brabant	Tressin	<0,01	<0,01
	0,63	Produits Chimiques de Loos	Loos	<0,01	<0,01
Industrie agro-alimentaire	3,35	Heineken Entreprise	Mons-en-Baroeul	0,01	<0,01
	2,88	Lesaffre	Marcq-en-Baroeul	0,01	<0,01
Mécanique	0,60	DMS Industries	Noyelles-lez-Seclin	<0,01	<0,01
Verre - Matériaux	48,48	Slme	Santes	0,13	0,01
Papier - Carton	0,20	Berry Décor	Bousbecque	<0,01	<0,01
	0,03	Dalle Hygiène Production	Bousbecque	<0,01	<0,01
Plastique	0,07	Pennel et Flipo	Roubaix	<0,01	<0,01
Imprimerie	0,11	Héliogravure Didier Quebecor	Hellemmes	<0,01	<0,01
	1,00	Imprimerie du Centre	Bondues	<0,01	<0,01
	0,01	Wipak Gryspeert	Bousbecque	<0,01	<0,01
Traitement de déchets	35,00	Valnor	Halluin	0,09	0,01
Textile	0,01	Dickson Constant	Wasquehal	<0,01	<0,01
	47,12	Intissel	Wattrelos	0,12	0,01
	0,23	RLST Localinge	Wattrelos	<0,01	<0,01
	0,01	RLST Elis	Marcq-en-Baroeul	<0,01	<0,01
	32,14	Roquette Textiles	Wasquehal	0,09	0,01
	0,06	Société d'impression d'Hem SIH	Hem	<0,01	<0,01

Secteur d'activité	SO2 en 2006 (t/an) en Nord - Pas-de-Calais	Etablissement	Commune	Part des rejets dans la région (t/an) en % et en 2006	Part des rejets en France (t/an) en % et en 2006
	34,00	Sommer Needlepunch Tarkett	Baisieux	0,09	0,01
Energie	0,14	Cogé Santé - Chaufferie du Chru de Lille	Lille	<0,01	<0,01
	6,38	Dalkia	Wattignies	0,02	<0,01
	0,31	Dalkia - Chaufferie de Lonchamp	Lys-lez- Lannoy	<0,01	<0,01
	0,03	Dalkia - Chaufferie SLE	Villeneuve d'Ascq	<0,01	<0,01
	8,00	Dalkia - Chaufferie de la Blanchisserie du CHR	St André- lez-Lille	0,02	<0,01
	61,51	Dalkia - Chaufferie Resonor	Lille	0,16	0,01
	45,10	Srtn Alma	Roubaix	0,12	0,01
	59,93	Srtn Beaufort	Roubaix	0,16	0,01

Secteur d'activité	NOx en 2006 (t/an) en Nord - Pas-de-Calais	Etablissement	Commune	Part des rejets dans la région (t/an) en % et en 2006	Part des rejets en France (t/an) en % et en 2006
Sidérurgie - Métallurgie - Fonderie	5,56	Flandria Aluminium	Warneton	0,02	<0,01
	13,35	Refinal Industries	Lomme	0,05	<0,01
Chimie - Parachimie - Pétrole	0,38	Chemilyl	Loos	<0,01	<0,01
	0,70	Demarle	Wavrin	<0,01	<0,01
	0,51	Flint Groupe France	Fretin	<0,01	<0,01
	9,89	Holliday Pigments	Comines	0,03	<0,01
	1,30	Imperator	Baisieux	<0,01	<0,01
	2,69	LFB Biomédicament	Lille	0,01	<0,01
	3,45	P. Brabant	Tressin	0,01	<0,01
	56,60	Produits Chimiques de Loos	Loos	0,19	<0,01
	4,00	Rhodia Opérations	St André- lez-Lille	0,01	<0,01

Secteur d'activité	NOx en 2006 (t/an) en Nord - Pas-de-Calais	Etablissement	Commune	Part des rejets dans la région (t/an) en % et en 2006	Part des rejets en France (t/an) en % et en 2006
Industrie agro- alimentaire	63,10	Cargill Haubourdin	Haubourdin	0,21	0,01
	2,83	Comptoir Européen de la Confiserie	Marcq-en- Baroeul	0,01	<0,01
	14,54	Heineken Entreprise	Mons-en- Baroeul	0,05	<0,01
	4,68	Leaf France	Bondues	0,02	<0,01
	20,78	Lesaffre	Marcq-en- Baroeul	0,07	<0,01
Mécanique	0,20	CNH France	Croix	<0,01	<0,01
	1,71	Dassault Aviation	Seclin	0,01	<0,01
	2,50	DMS Industries	Noyelles- lez-Seclin	0,01	<0,01
Verre - Matériaux	8,54	Slme	Santes	0,03	<0,01
	21,19	Alhstrom Specialities	Bousbecque	0,07	<0,01
	3,25	Berry Décor	Bousbecque	0,01	<0,01
	12,80	Dalle Hygiène Production	Bousbecque	0,04	<0,01
Plastique	1,70	Pennel et Flipo	Roubaix	0,01	<0,01
Imprimerie	0,92	D'haussy Imprimeurs	Linselles	<0,01	<0,01
	7,28	Héliogravure Didier Quebecor	Hellemmes	0,02	<0,01
	1,80	Web Tech	Comines	0,01	<0,01
	1,56	Wipak Gryspeert	Bousbecque	0,01	<0,01
Traitement de déchets	101,00	Valnor	Halluin	0,34	0,01
Textile	0,40	Dickson Constant	Wasquehal	<0,01	<0,01
	0,27	RLST Localinge	Wattrelos	<0,01	<0,01
	1,59	RLST Elis	Marcq-en- Baroeul	0,01	<0,01
	14,49	Roquette Textiles	Wasquehal	0,05	<0,01
	7,20	Société d'impression d'Hem SIH	Hem	0,02	<0,01
Energie	29,22	Cogé Santé - Chaufferie du Chru de Lille	Lille	0,10	<0,01
	7,87	Dalkia	Wattignies	0,03	<0,01
	19,64	Dalkia - Chaufferie de Lonchamp	Lys-lez- Lannoy	0,07	<0,01

Secteur d'activité	NOx en 2006 (t/an) en Nord - Pas-de-Calais	Etablissement	Commune	Part des rejets dans la région (t/an) en % et en 2006	Part des rejets en France (t/an) en % et en 2006
	19,27	Dalkia - Chaufferie SLE	Villeneuve d'Ascq	0,06	<0,01
	2,38	Dalkia - Chaufferie de la Blanchisserie du CHR	St André- lez-Lille	0,01	<0,01
	6,00	Dalkia - Chaufferie des Beaux Arts	Lille	0,02	<0,01
	84,26	Dalkia - Chaufferie Resonor	Lille	0,28	0,01
	38,60	Flandres Energies	Haubourdin	0,13	<0,01
	32,72	Mons Energie - Chaufferie zup de Mons	Mons-en- Baroeul	0,11	<0,01
	15,97	Srtn Alma	Roubaix	0,05	<0,01
	26,01	Srtn Beaufort	Roubaix	0,09	<0,01
	6,94	Srtn zup Beaulieu	Wattrelos	0,02	<0,01

Secteur d'activité	COVNM en 2006 (t/an) en Nord - Pas-de- Calais	Etablissement	Commune	Part des rejets dans la région (t/an) en % et en 2006	Part des rejets en France (t/an) en % et en 2006
Sidérurgie - Métallurgie - Fonderie	0,79	Refinal Industries	Lomme	0,01	<0,01
Chimie - Parachimie - Pétrole	44,23	Demarle	Wavrin	0,36	<0,01
	101,71	Flint Group France	Fretin	0,84	0,01
	7,10	Haghebaert et Fremaux	Villeneuve d'Ascq	0,06	<0,01
	1,00	Imperator	Baisieux	0,01	<0,01
	12,48	P. Brabant	Tressin	0,10	<0,01
	32,00	Theolaur	Lille	0,26	<0,01
Mécanique	6,10	CNH France	Croix	0,05	<0,01
	5,77	Dassault Aviation	Seclin	0,05	<0,01
	5,30	DMS Industries	Noyelles- lez-Seclin	0,04	<0,01
Plastique	66,35	Onduclair	Comines	0,55	<0,01
	119,00	Pennel et Flipo	Roubaix	0,98	0,01
Imprimerie	0,17	Decoster (Imprimerie Jean)	Sequedin	<0,01	<0,01
	8,99	D'haussy Imprimeurs	Linselles	0,07	<0,01
	471,00	Héliogravure Didier Quebecor	Hellemmes	3,87	0,03

Secteur d'activité	COVNM en 2006 (t/an) en Nord - Pas-de-Calais	Etablissement	Commune	Part des rejets dans la région (t/an) en % et en 2006	Part des rejets en France (t/an) en % et en 2006
Imprimerie	1,20	Web Tech	Comines	0,01	<0,01
	8,58	Wipak Gryspeerdt	Bousbecque	0,07	<0,01
Traitement de déchets	2,28	Valnor	Halluin	0,02	<0,01
Traitement de surface	23,88	Lassarat	Seclin	0,20	<0,01
Textile	2,10	Dickson Constant	Wasquehal	0,02	<0,01
	11,00	Dounor	Neuville-en-Ferrain	0,09	<0,01
	0,18	RLST Localinge	Wattrelos	<0,01	<0,01
	0,11	RLST Elis	Marcq-en-Baroeul	<0,01	<0,01
	9,93	Société d'impression d'Hem SIH	Hem	0,08	<0,01

Secteur d'activité	Poussières en 2006 (t/an) en Nord - Pas-de-Calais	Etablissement	Commune	Part des rejets dans la région (t/an) en % et en 2006	Part des rejets en France (t/an) en % et en 2006
Sidérurgie - Métallurgie - Fonderie	2,09	Ceac Exide Technologies	Lille	0,03	<0,01
	0,01	Flandria Aluminium	Warneton	<0,01	<0,01
	0,06	Refinal Industries	Lomme	<0,01	<0,01
Chimie - Parachimie - Pétrole	0,01	Chemilyl	Loos	<0,01	<0,01
	0,02	LFB Biomédicament	Lille	<0,01	<0,01
	3,98	Produits Chimiques de Loos	Loos	0,06	<0,01
Industrie agro-alimentaire	135,00	Cargill Haubourdin	Haubourdin	2,15	0,01
	0,09	Lesaffre	Marcq-en-Baroeul	<0,01	<0,01
Mécanique	0,40	DMS Industries	Noyelles-lez-Seclin	0,01	<0,01
Verre - Matériaux	0,03	Slme	Santes	<0,01	<0,01
Traitement de déchets	1,12	Galloo France	Halluin	0,02	<0,01
	1,99	Valnor	Halluin	0,03	<0,01

Secteur d'activité	Poussières en 2006 (t/an) en Nord - Pas-de-Calais	Etablissement	Commune	Part des rejets dans la région (t/an) en % et en 2006	Part des rejets en France (t/an) en % et en 2006
Textile	0,99	Roquette Textiles	Wasquehal	0,02	<0,01
Energie	0,36	Dalkia	Wattignies	0,01	<0,01
	0,07	Dalkia - Chaufferie de Lonchamp	Lys-lez-Lannoy	<0,01	<0,01
	0,01	Dalkia - Chaufferie SLE	Villeneuve d'Ascq	<0,01	<0,01
	2,00	Dalkia - Chaufferie de la Blanchisserie du CHR	St André-lez-Lille	0,03	<0,01
	0,14	Dalkia - Chaufferie Resonor	Lille	<0,01	<0,01
	1,38	Srtn Alma	Roubaix	0,02	<0,01
	1,81	Srtn Beaufort	Roubaix	0,03	<0,01
	0,60	Srtn zup Beaulieu	Wattrelos	0,01	<0,01

Secteur d'activité	Plomb en 2006 (kg/an) en Nord - Pas-de-Calais	Etablissement	Commune	Part des rejets dans la région (kg/an) en % et en 2006	Part des rejets en France (kg/an) en % et en 2006
Sidérurgie - Métallurgie - Fonderie	118,50	Ceac Exide Technologies	Lille	0,82	0,09
	1,21	Flandria Aluminium	Warneton	0,01	<0,01
	3,24	Refinal Industries	Lomme	0,02	<0,01

Secteur d'activité	Cadmium en 2006 (kg/an) en Nord - Pas-de-Calais	Etablissement	Commune	Part des rejets dans la région (kg/an) en % et en 2006
Sidérurgie - Métallurgie - Fonderie	1,72	Refinal Industries	Lomme	0,38

Secteur d'activité	Zinc en 2006 (kg/an) en Nord - Pas-de-Calais	Etablissement	Commune
Sidérurgie - Métallurgie - Fonderie	2,73	Refinal Industries	Lomme

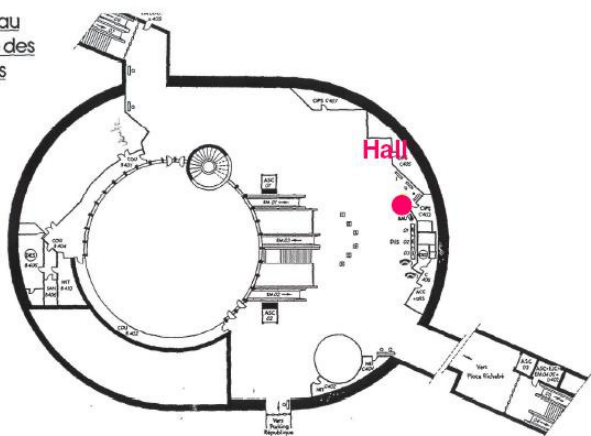
Plans localisant les points de mesures

République

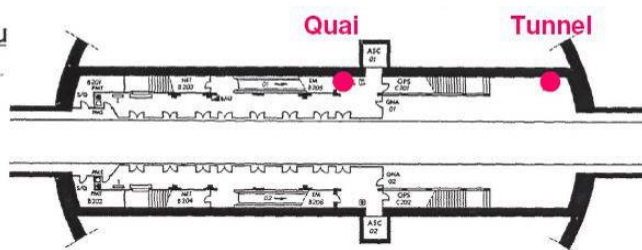
Légende

● Site de mesure

Niveau
Salle des
Billets



Niveau
Quais

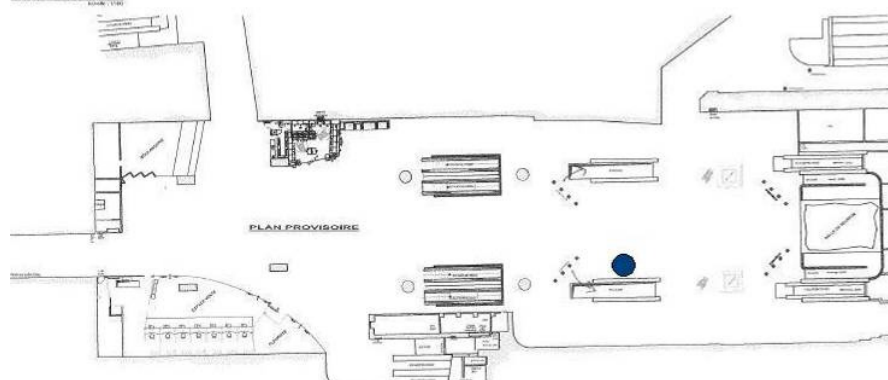


Gare Lille Flandres

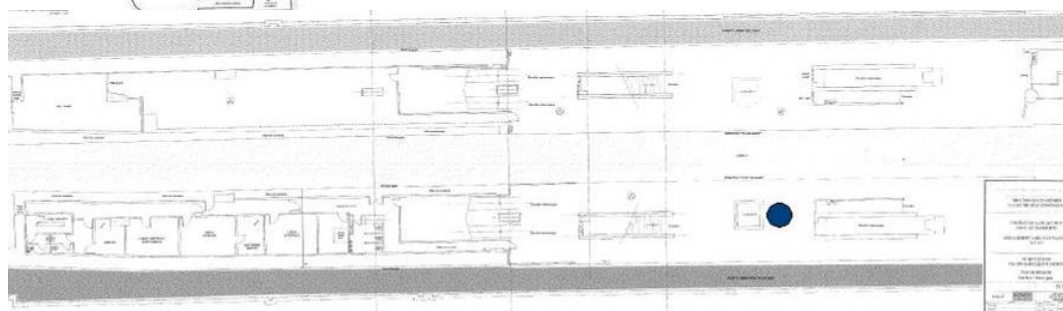
Légende

● Site de mesure

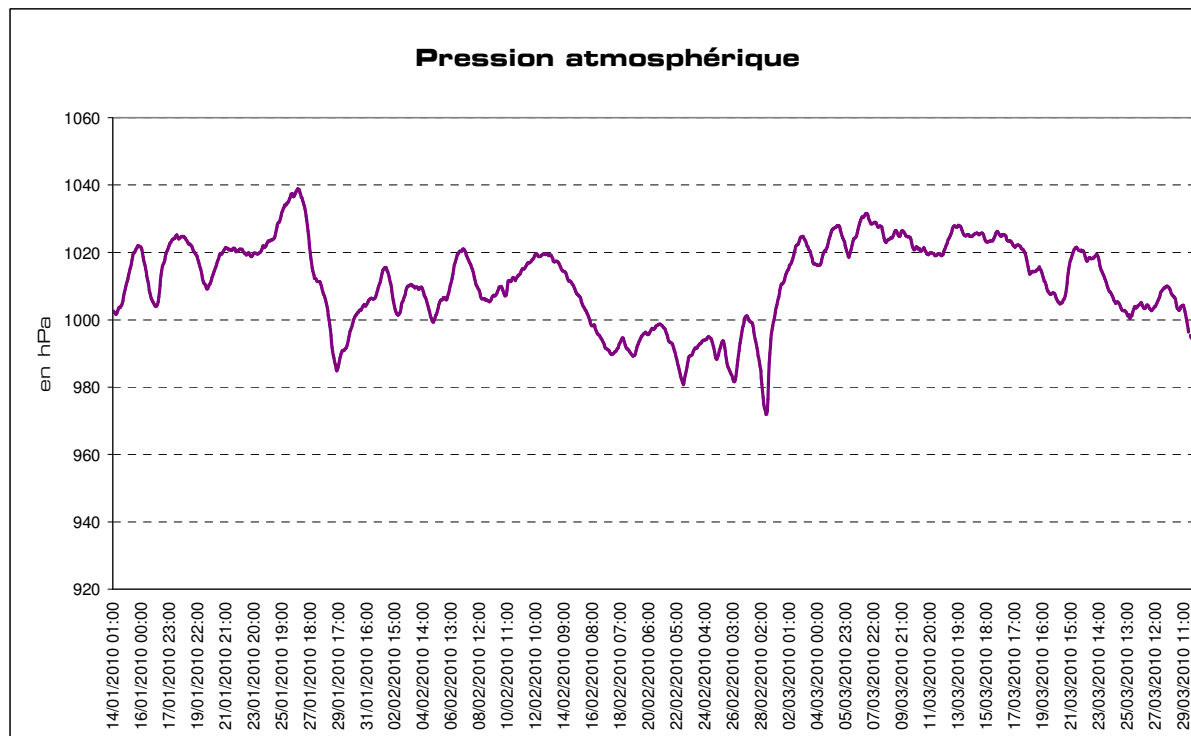
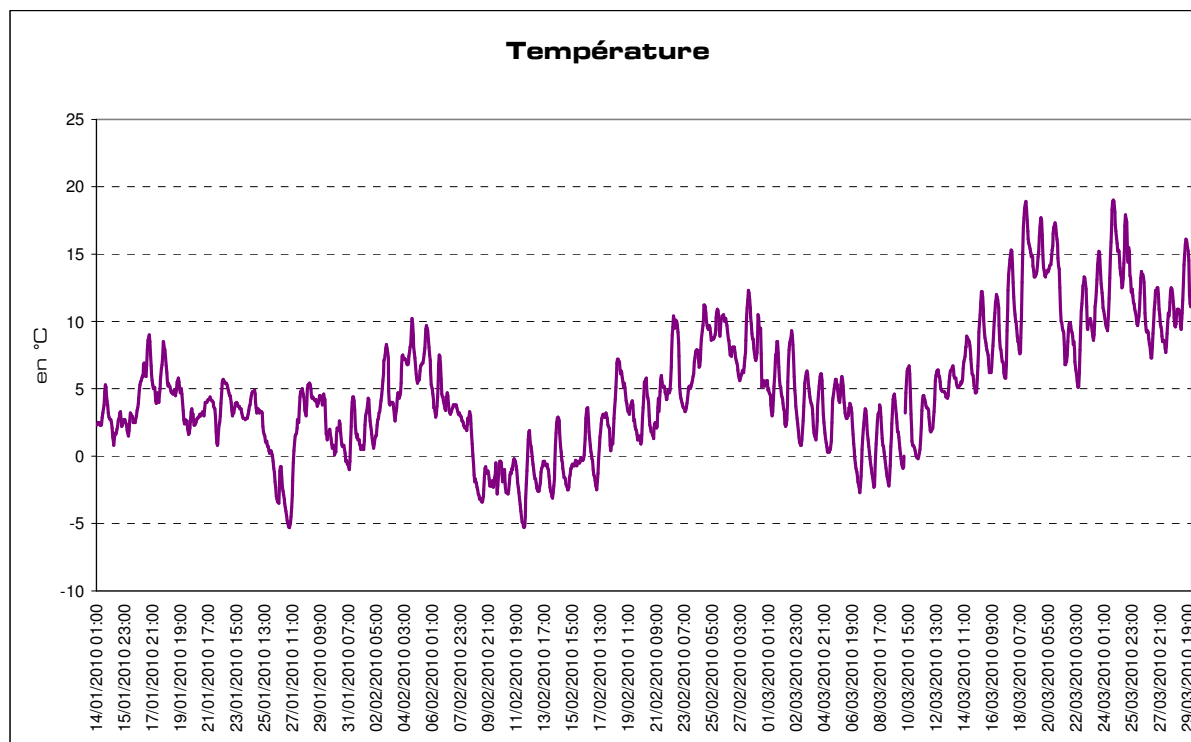
PLAN D'ENSEMBLE

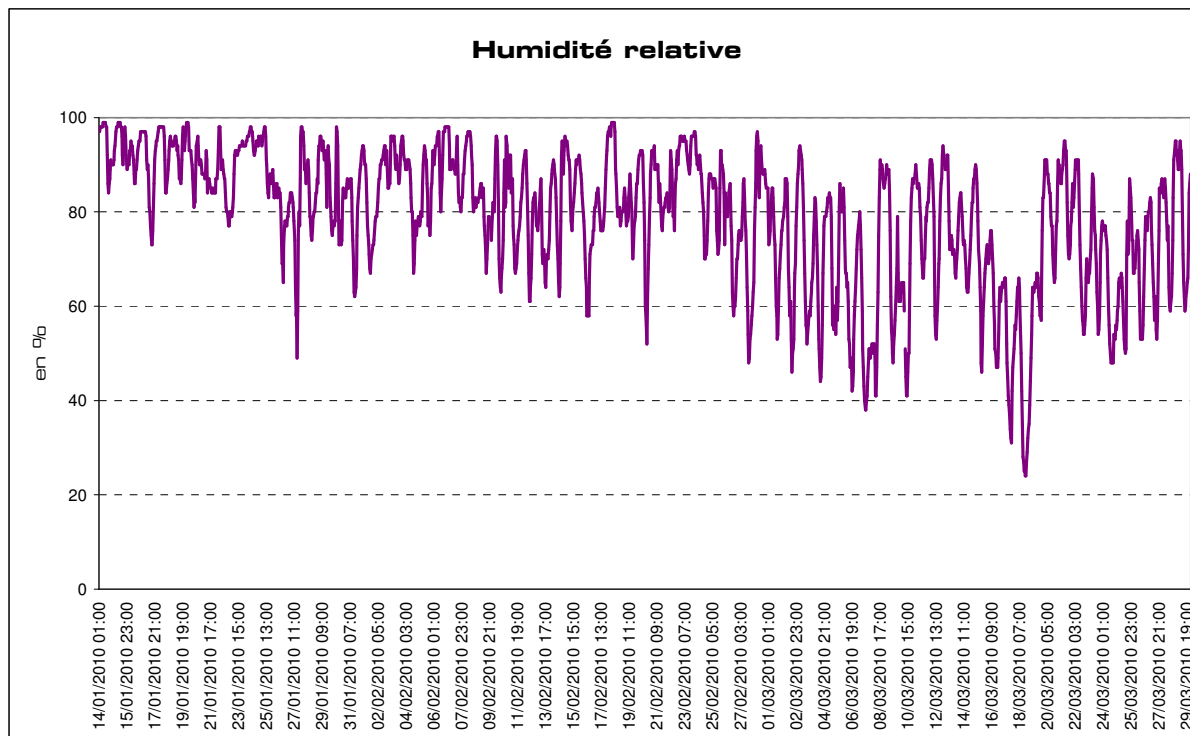
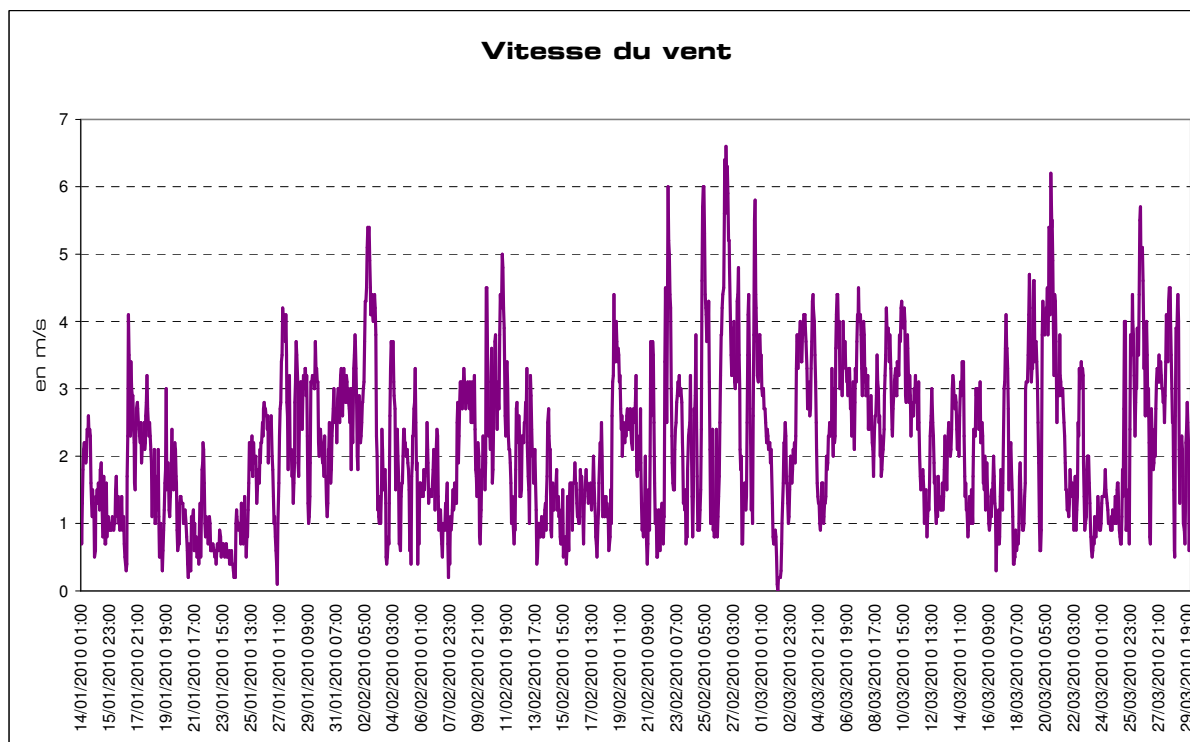


PLAN PROVISOIRE



Paramètres météorologiques





Activités de travaux (Diesel)

Passage du train de travaux de nuit, au moins une fois entre les stations Lille Flandres et République, les jours suivants :

- Le 26/01/2010 entre 01h58 et 04h04
- Le 27/01/2010 entre 01h29 et 03h34
- Le 28/01/2010 entre 01h31 et 03h39
- Le 29/01/2010 entre 01h27 et 03h37
- Le 30/01/2010 entre 01h15 et 03h33
- Le 02/02/2010 entre 01h20 et 03h10
- Le 04/02/2010 entre 01h22 et 04h19
- Le 10/02/2010 entre 02h19 et 04h28
- Le 11/02/2010 entre 01h27 et 02h26
- Le 16/02/2010 entre 01h14 et 03h24
- Le 17/02/2010 entre 01h24 et 05h16

Interruption du trafic sur la ligne 1, entre le 15 Janvier et le 29 Mars 2010

- Le 01/02/2010 de 10h04 à 10h11
de 10h17 à 10h38
de 11h12 à 11h15
de 11h21 à 11h24
- Le 06/02/2010 de 06h10 à 06h30
de 22h02 à 23h55
- Le 03/02/2010 de 17h19 à 20h52
- Le 14/02/2010 de 04h20 à 08h32
- Le 16/02/2010 de 06h55 à 07h35
- Le 17/02/2010 de 04h40 à 05h48
- Le 19/02/2010 de 23h39 à 23h59
- Le 20/03/2010 de 23h52 à 00h13
- Le 23/03/2010 de 18h22 à 18h32
- Le 08/03/2010 de 12h35 à 12h43
- Le 15/03/2010 de 16h45 à 17h20

Périodes de mise en fonctionnement des ventilateurs à l'intérieur du métro lillois

Ligne 1 Station Lille Flandres :

- Le 16/03/2010 de 11h38 à 11h44
- Le 26/03/2010 de 02h03 à 02h06

Ligne 1 Station République :

- Le 25/03/2010 de 17h24 à 18h54

Indices Atmo

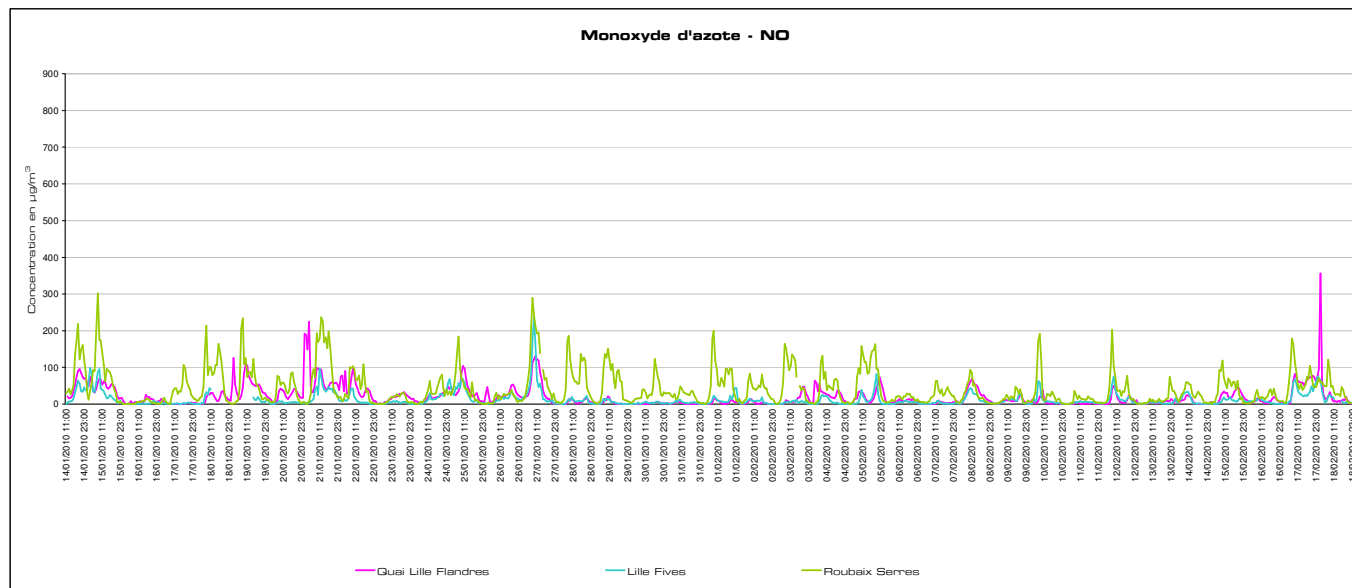
Liste des journées ayant enregistré un indice supérieur ou égal à 5 :

Phase I	Ss Indice SO ₂	Ss Indice NO ₂	Ss Indice O ₃	Ss Indice PM10	Indice ATMO Global
14/01/2010	1	3	2	5	5
15/01/2010	1	3	1	6	6
19/01/2010	1	3	1	6	6
21/01/2010	1	2	1	5	5
24/01/2010	1	2	1	5	5
25/01/2010	1	3	1	6	6
26/01/2010	1	4	1	9	9
27/01/2010	1	4	2	8	8
07/02/2010	1	2	2	7	7
08/02/2010	1	3	1	7	7
09/02/2010	1	3	2	6	6
15/02/2010	1	3	1	5	5
16/02/2010	1	3	3	5	5
17/02/2010	1	4	2	7	7
18/02/2010	1	3	2	6	6
02/03/2010	1	7	3	5	7
09/03/2010	1	3	3	5	5
10/03/2010	1	3	3	5	5
12/03/2010	1	3	3	7	7
14/03/2010	1	2	3	5	5
15/03/2010	1	3	3	6	6
16/03/2010	1	4	3	6	6
17/03/2010	1	3	3	8	8
18/03/2010	1	3	3	8	8
24/03/2010	1	3	3	6	6

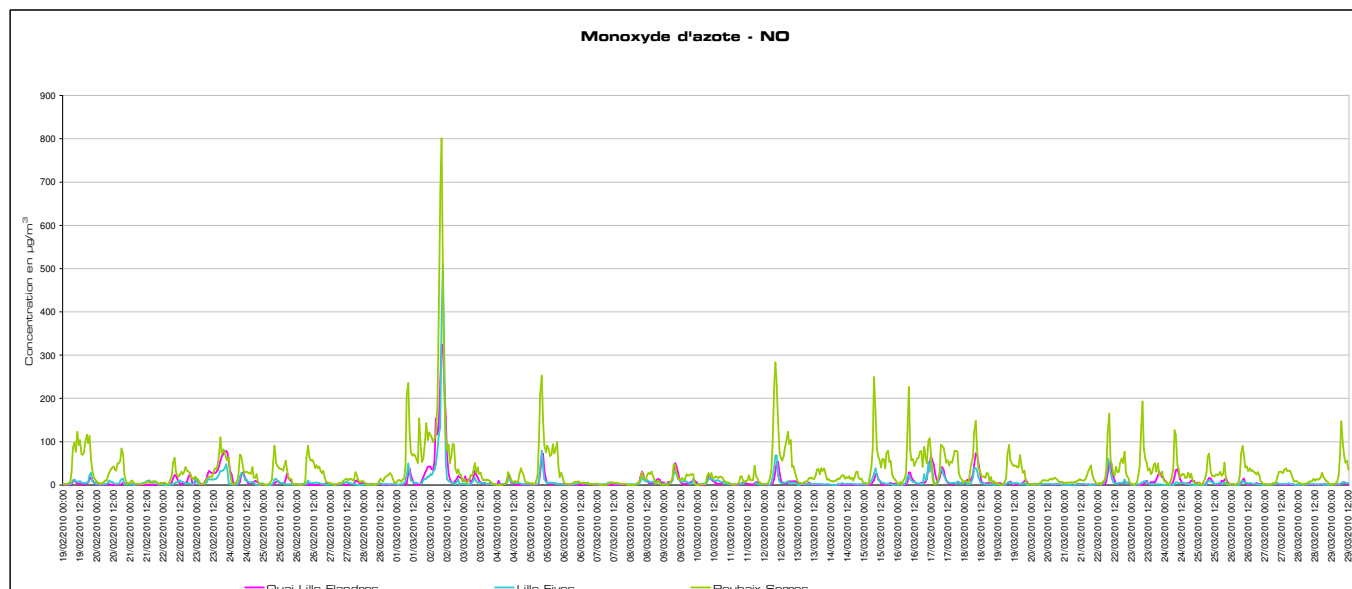
Evolution des moyennes horaires

Le monoxyde d'azote

Période du 14/01 au 18/02/2010 :

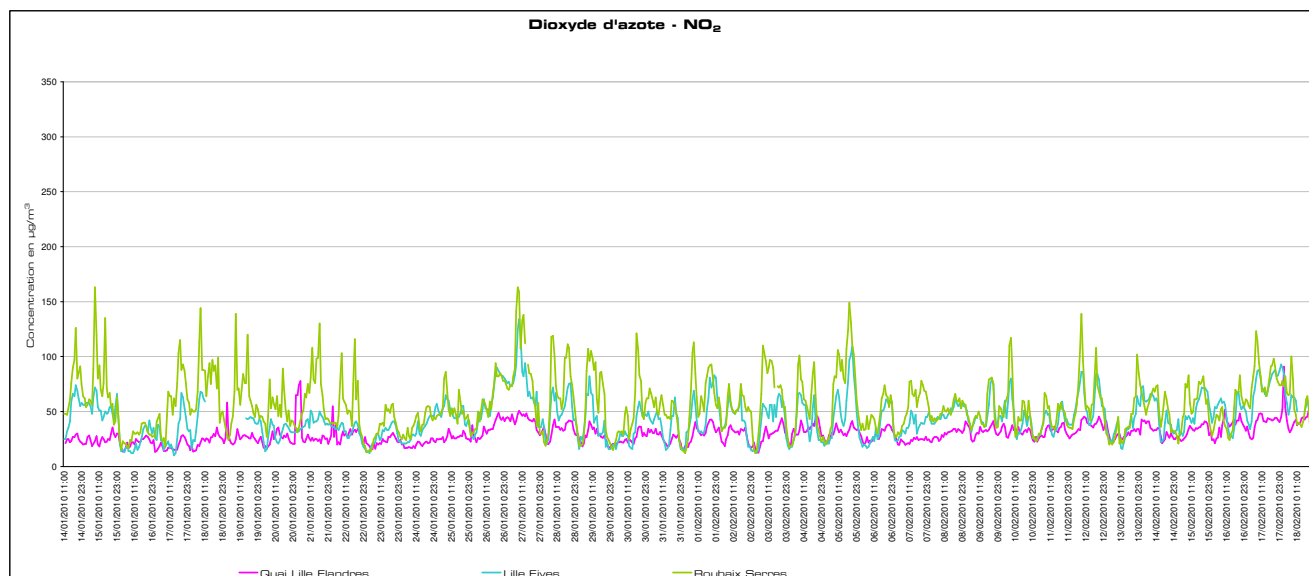


Période du 19/02 au 29/03/2010 :

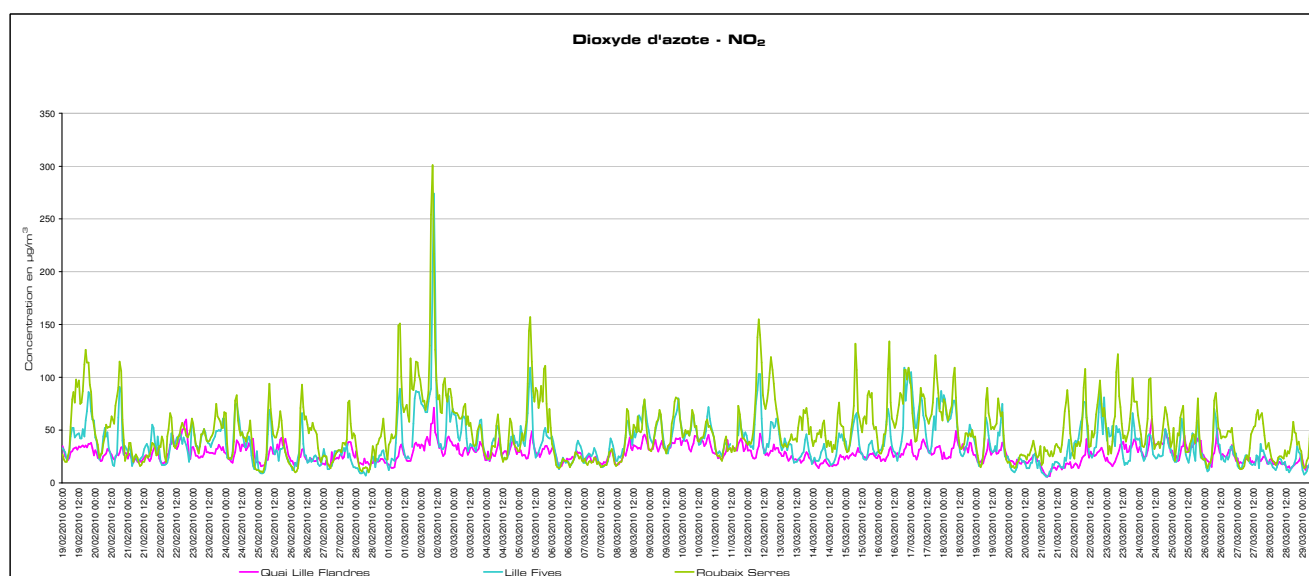


Le dioxyde d'azote

Période du 14/01 au 18/02/2010 :

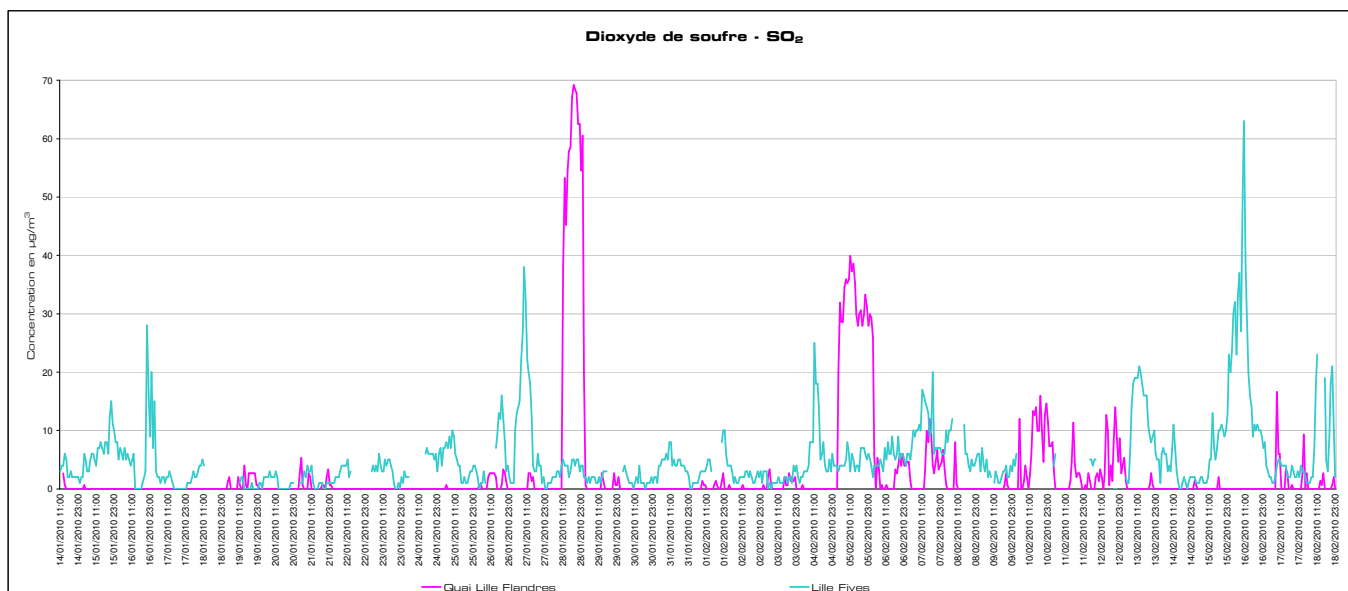


Période du 19/02 au 29/03/2010 :

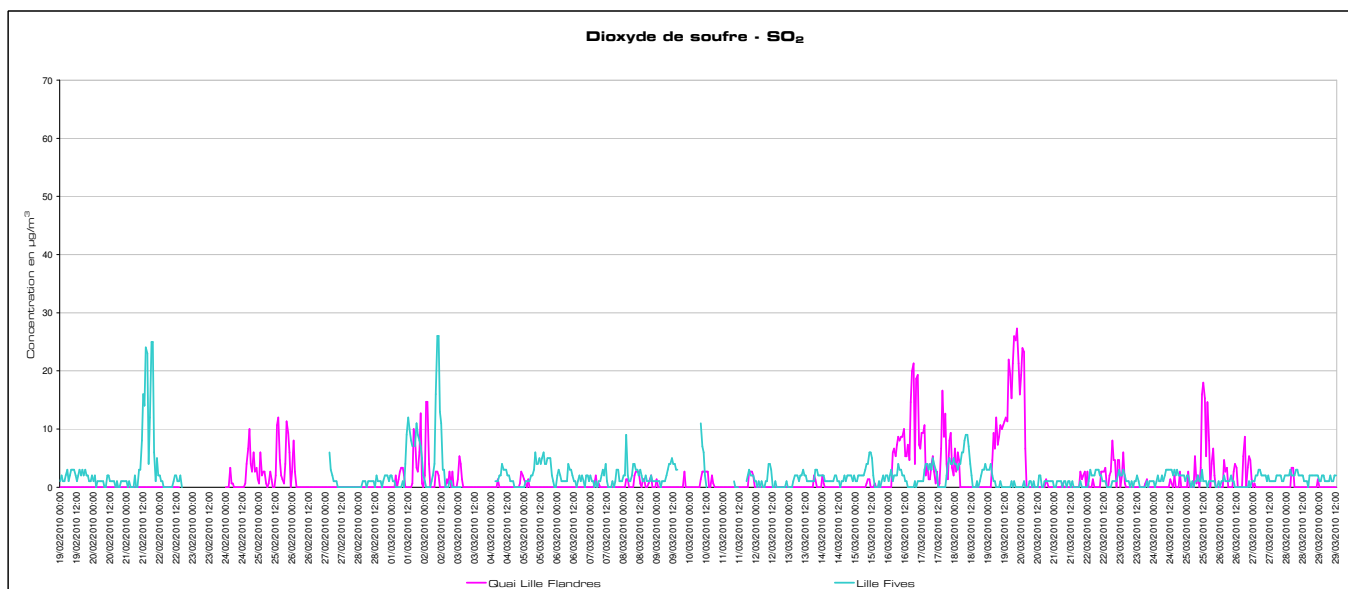


Le dioxyde de soufre

Période du 14/01 au 18/02/2010 :

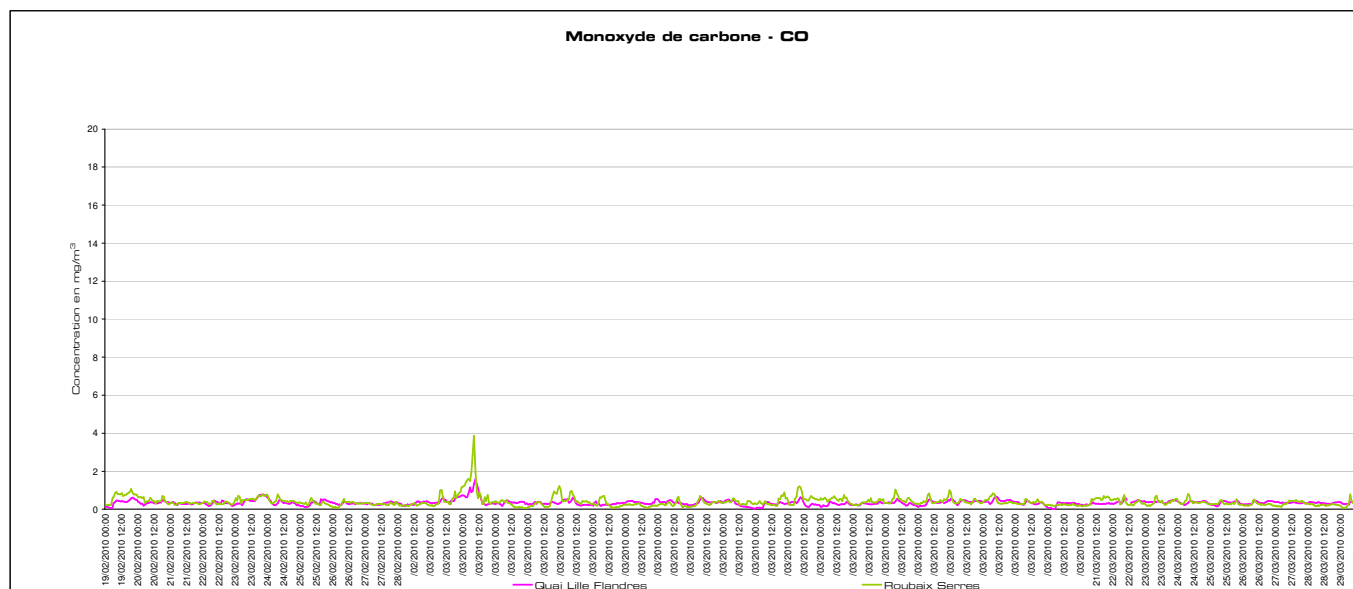


Période du 19/02 au 29/03/2010 :

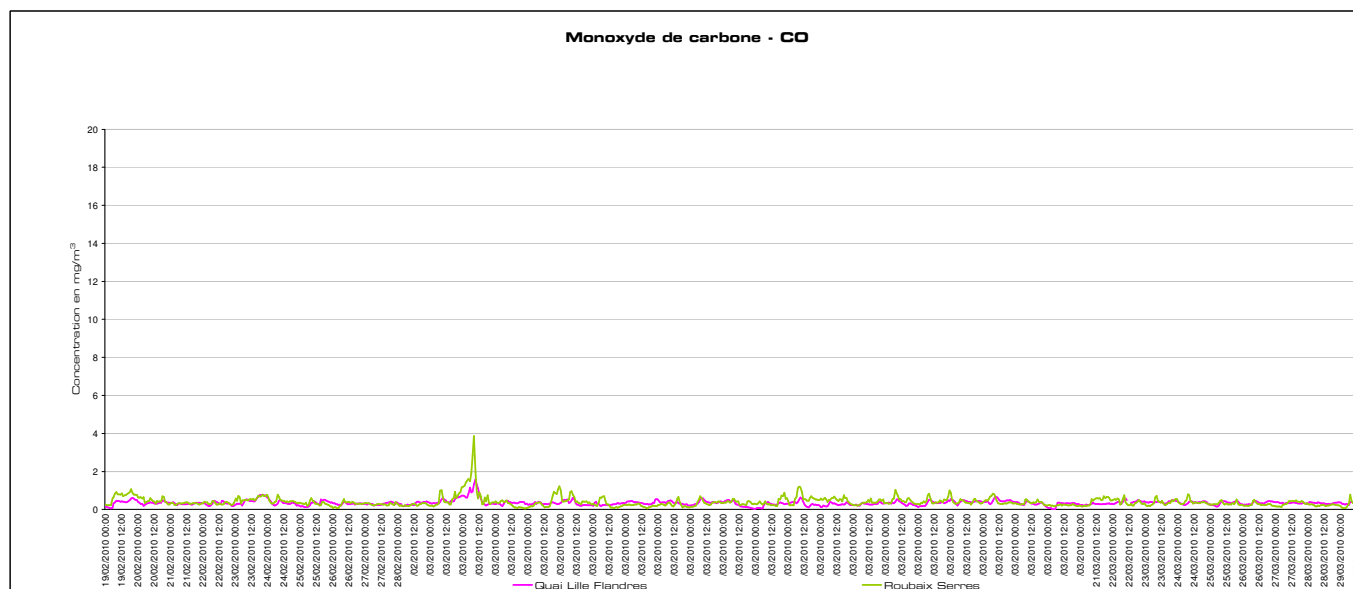


Le monoxyde de carbone

Période du 14/01 au 18/02/2010 :

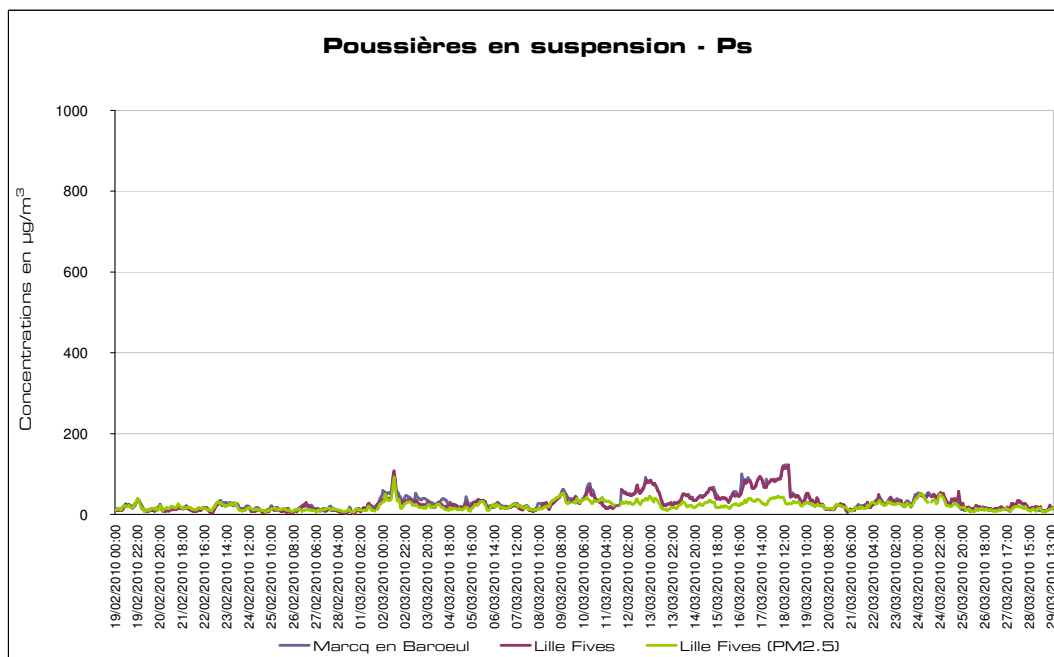
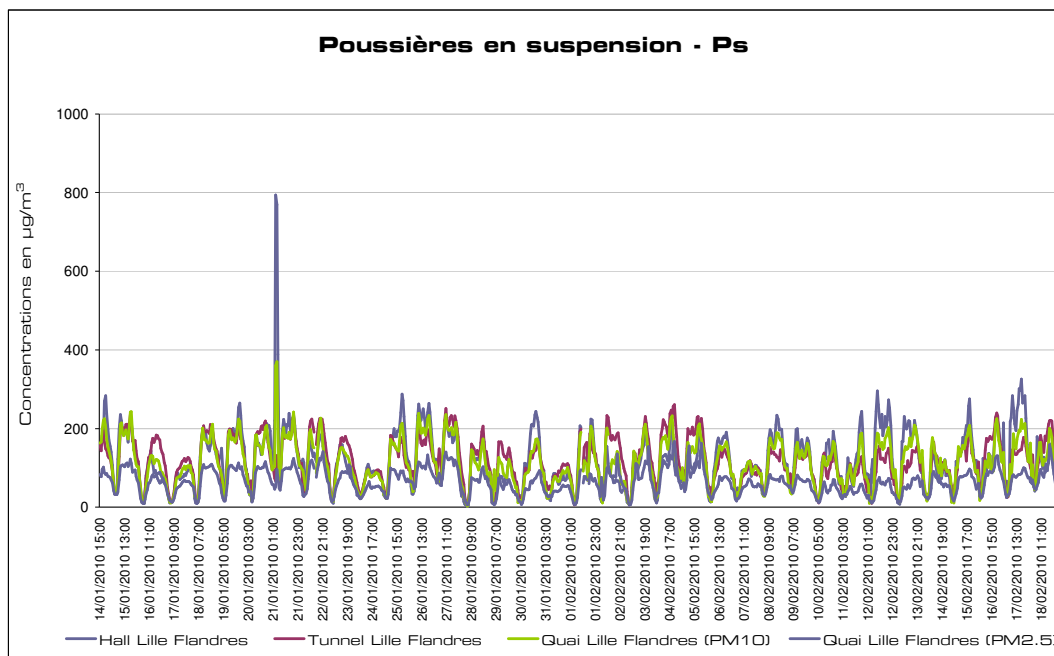


Période du 19/02 au 29/03/2010 :

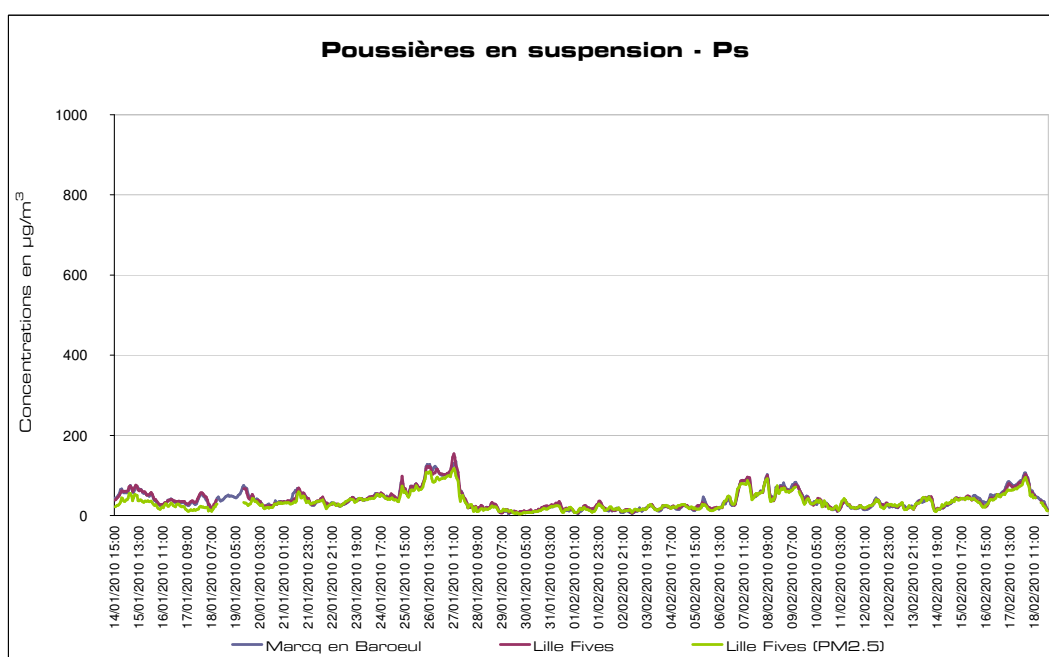
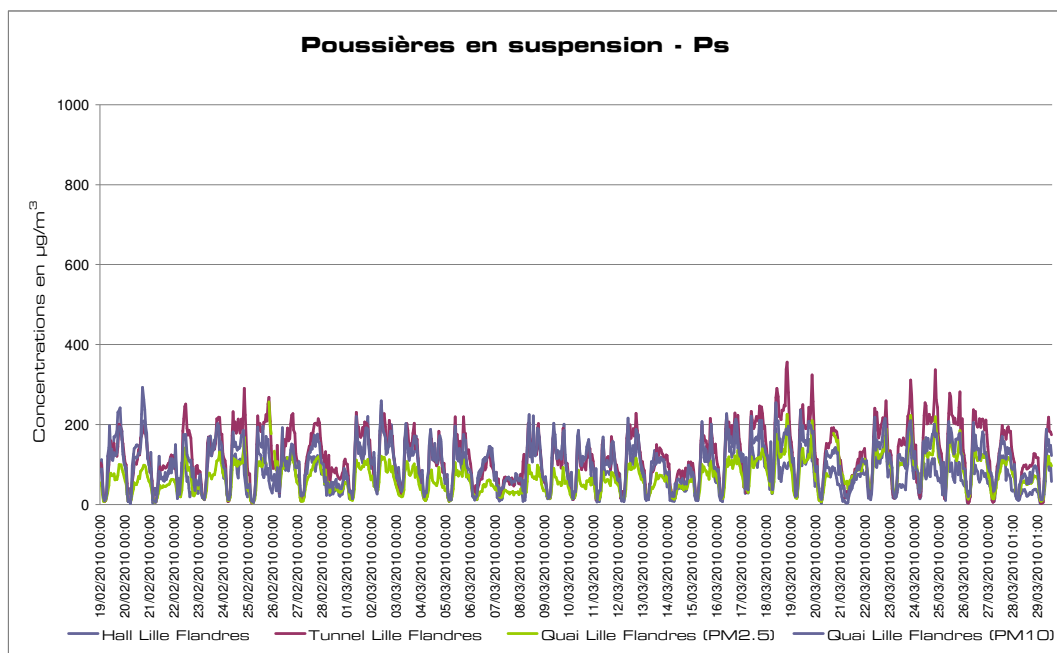


Les poussières en suspension

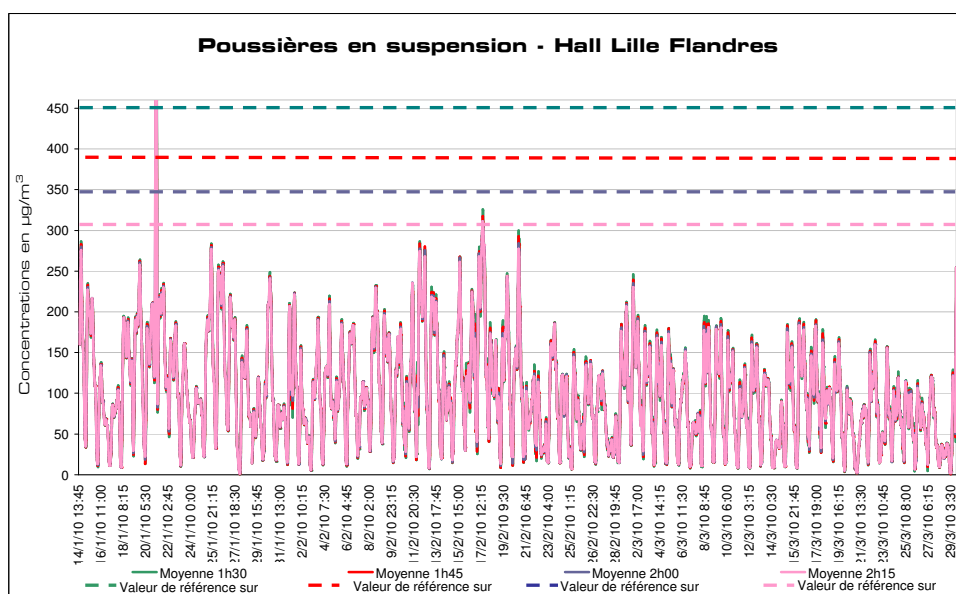
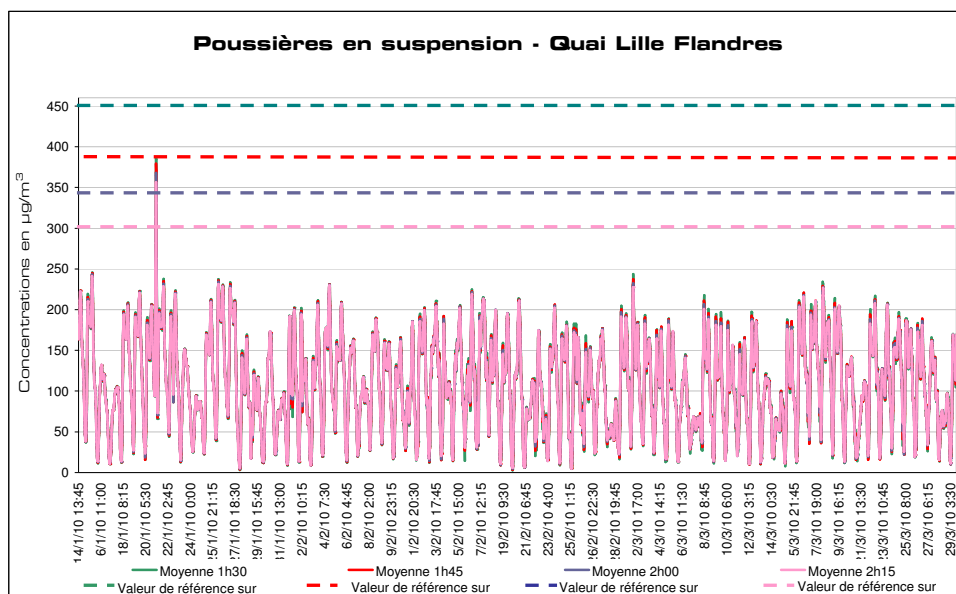
Période du 14/01 au 18/02/2010 :

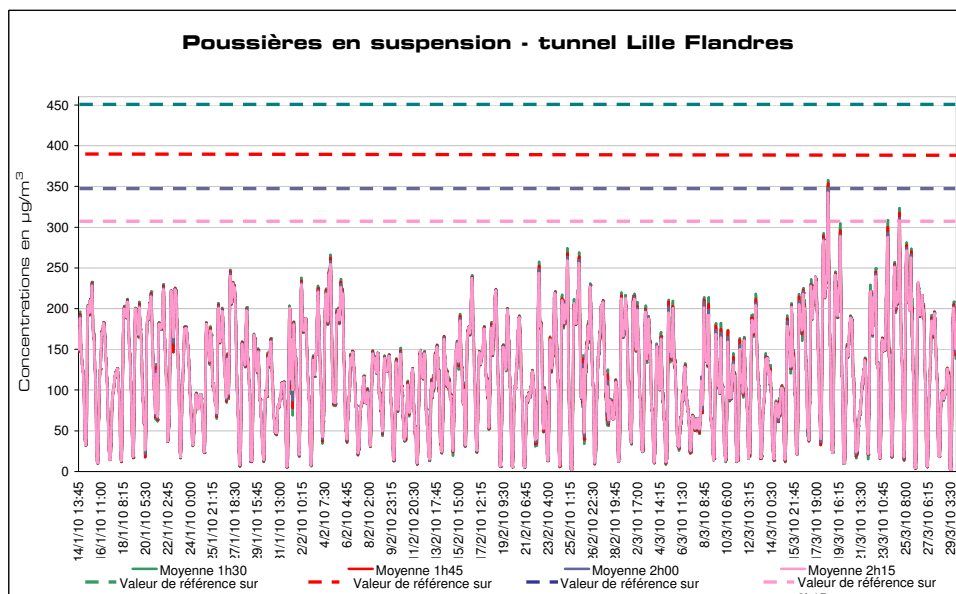


Période du 19/02 au 29/03/2010 :

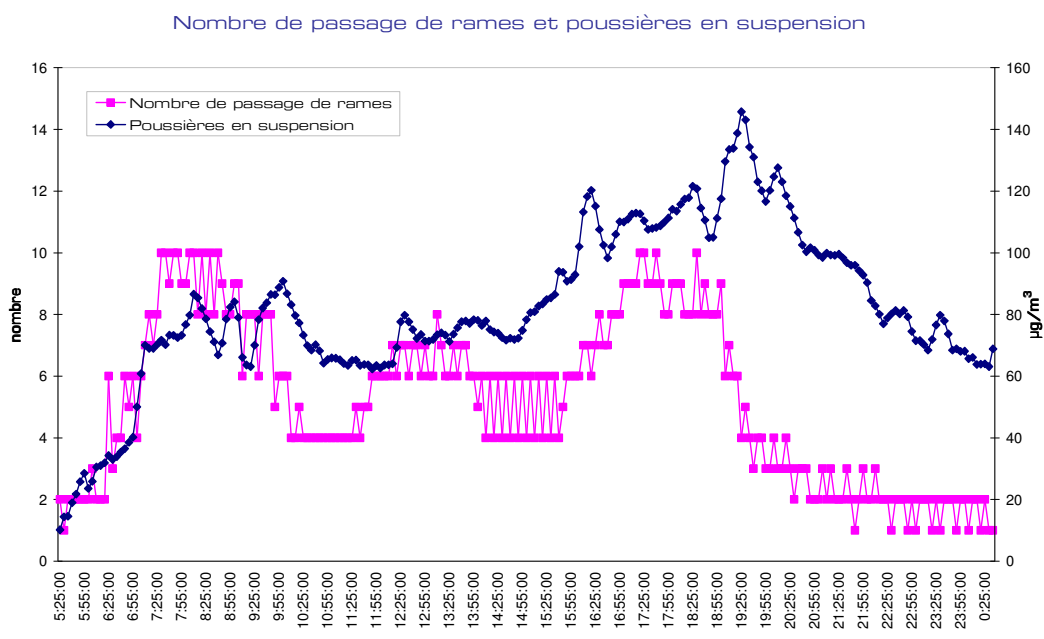


Concentrations en PM10 mesurées sur le quai République sur les temps d'exposition données par le CSHPF



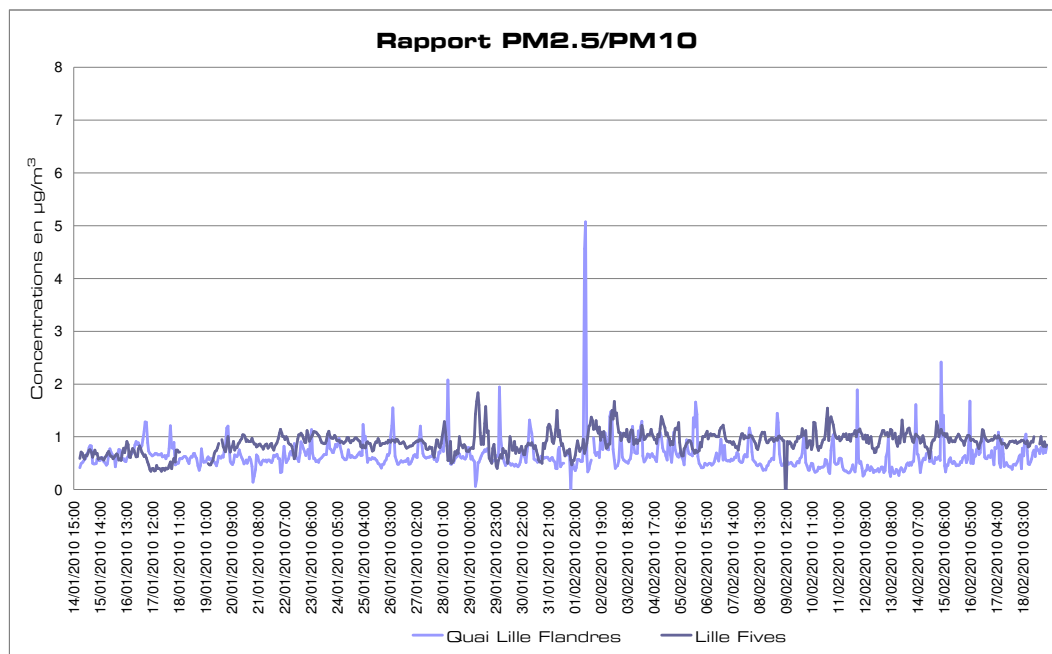


Influence du trafic métro

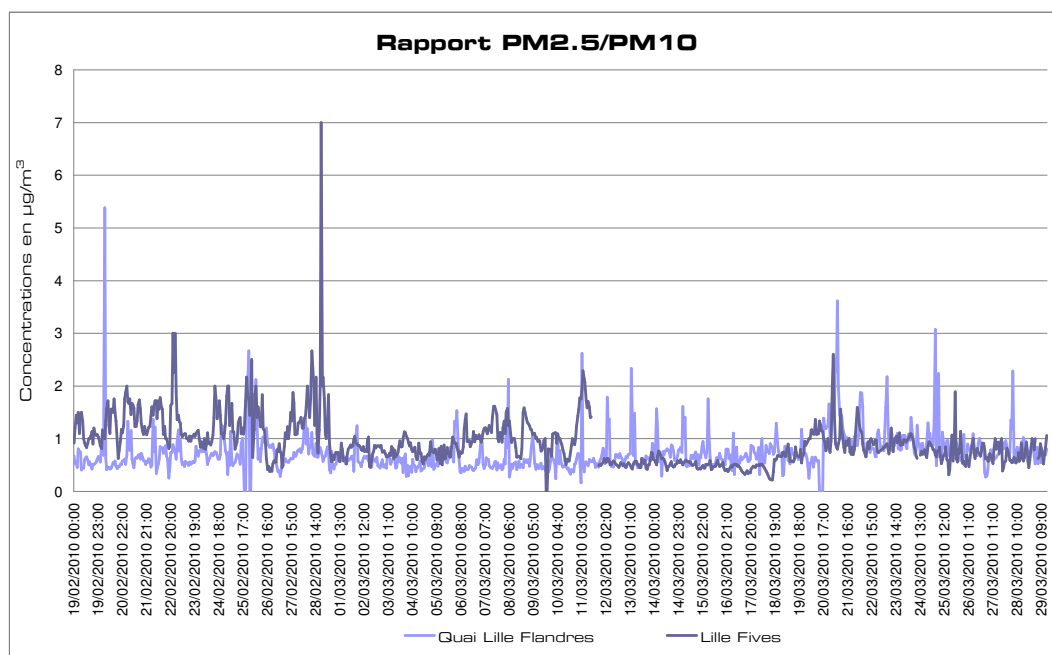


Etude de la répartition des tailles des particules émises dans le tunnel de République

Période du 14/01 au 18/02/2010 :

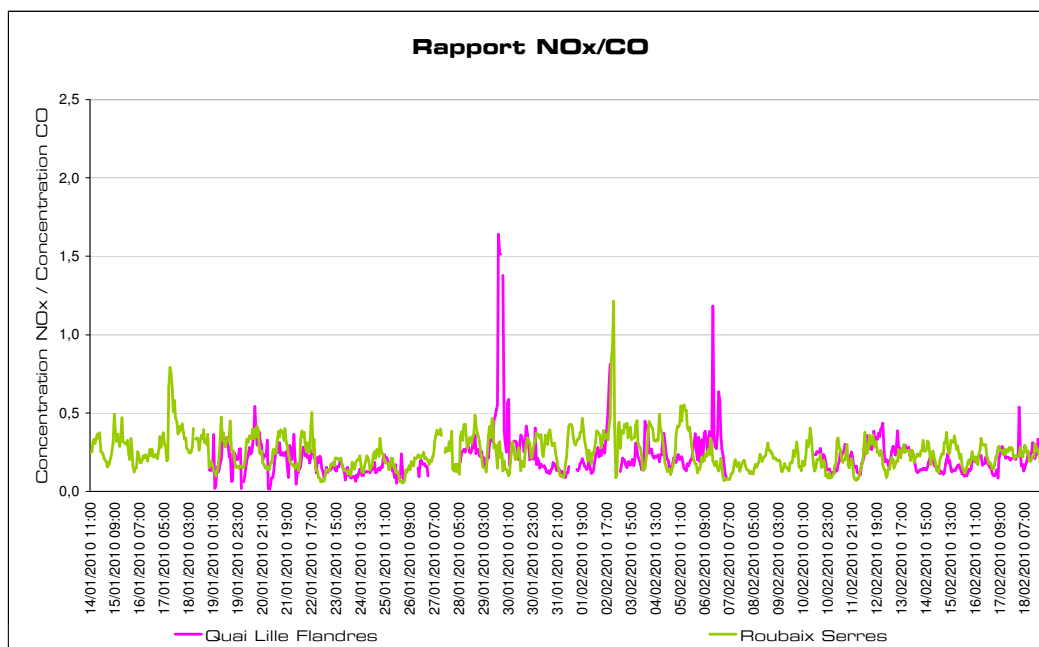


Période du 19/02 au 29/03/2010 :

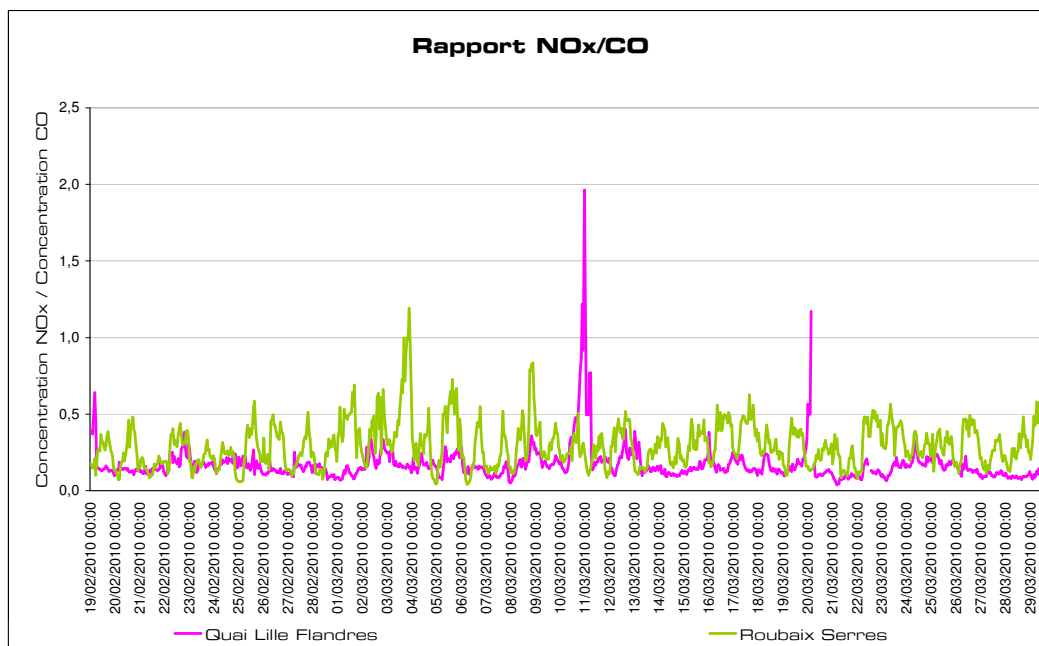


Mise en relation des niveaux de pollution avec le trafic ferroviaire

Période du 14/01 au 18/02/2010 :



Période du 19/02 au 29/03/2010 :





Association régionale Agréée pour la Surveillance de la Qualité de l'Air
55 place Rihour - 59044 Lille cedex

Téléphone 03 59 08 37 30
Fax 03 59 08 37 31

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

