



.....

# RAPPORT D'ETUDE

Evaluation de la qualité de l'air intérieur

## Station du métro de l'agglomération lilloise

Mesures réalisées en 2013 et 2014

NORD - PAS-DE-CALAIS  
**atmo**  
Parten'air climat énergie







Association pour la surveillance  
et l'évaluation de l'atmosphère

55, place Rihour  
59044 Lille Cedex  
Tél. : 03.59.08.37.30  
Fax : 03.59.08.37.31  
contact@atmo-npdc.fr  
www.atmo-npdc.fr

# Campagne d'évaluation de la qualité de l'air à l'intérieur et aux abords d'une station du métro de l'agglomération lilloise du 29/11/2013 au 17/02/2014

Rapport d'étude N°07/2014/SV  
52 pages (hors couvertures)  
Parution : mai 2015

	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
Nom	Sandra Vermeesch	Nathalie Dufour	Hélène Devillers
Fonction	Chargée d'Etudes	Responsable d'Etudes	Directrice

## Conditions de diffusion

Toute utilisation partielle ou totale de ce document doit être signalée par « source d'information : **atmo** Nord - Pas-de-Calais, rapport d'étude N°07/2014/SV ».

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

<b>atmo Nord - Pas-de-Calais</b>	<b>3</b>
Ses missions	3
Stratégie de surveillance et d'évaluation	3
<b>Synthèse de l'étude</b>	<b>4</b>
<b>Contexte et objectifs de l'étude</b>	<b>5</b>
<b>Organisation de l'étude</b>	<b>7</b>
Description du métro de Lille	7
Les sources de pollution liées au métro	8
Paramètres surveillés	9
Les oxydes d'azote (NOx)	9
Les poussières en suspension (PM <sub>10</sub> et PM <sub>2,5</sub> )	9
Le monoxyde de carbone (CO)	10
Le dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> )	10
Les métaux lourds	10
Les paramètres de confort	10
Dispositif de mesures	11
<b>Repères réglementaires</b>	<b>14</b>
Valeurs réglementaires en air extérieur	14
Valeurs guides et de gestion en air intérieur	16
Valeurs repères d'aide à la gestion de l'air dans les espaces clos	17
<b>Résultats de l'étude</b>	<b>18</b>
Contexte météorologique	18
Exploitation des résultats de mesures	19
Valeurs recueillies dans des études similaires	42
<b>Conclusion et perspectives</b>	<b>46</b>
<b>Annexes</b>	<b>47</b>



# atmo Nord - Pas-de-Calais

## Ses missions

L'association régionale pour la surveillance et l'évaluation de l'atmosphère, **atmo Nord - Pas-de-Calais**, est constituée des acteurs régionaux impliqués dans la gouvernance Air Climat Energie (les collectivités, les services de l'Etat, les émetteurs de polluants atmosphériques, les associations...).

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

Intégrée dans un dispositif national composé de 26 Associations Agréées pour la Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA), **atmo Nord - Pas-de-Calais** a pour missions principales de :

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

Dans le cadre de son pacte associatif, **atmo Nord - Pas-de-Calais** mesure les concentrations d'une trentaine de polluants gazeux et particulaires, dont une partie est soumise à des valeurs réglementaires. Cette surveillance est menée en application des exigences européennes, nationales et locales dans le cadre de programmes d'études en air ambiant et en environnements intérieurs, pour les différentes composantes atmosphériques (Air, Climat et Energie).

## Stratégie de surveillance et d'évaluation

Forte de plus de 38 ans d'expertise, **atmo Nord - Pas-de-Calais** ajuste sa stratégie de surveillance et d'évaluation de l'atmosphère en fonction des **enjeux territoriaux et locaux** : la santé et l'environnement, le climat, l'aménagement du territoire, les transports, les activités économiques...



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

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

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

La mise en œuvre de la stratégie de surveillance et d'évaluation concourt à :

- confirmer et compléter la surveillance et l'observation du territoire,
- accompagner nos adhérents (collectivités, industries, services de l'Etat, associations...) dans leurs projets, notamment grâce aux outils d'aide à la décision.
- informer, alerter, sensibiliser les publics aux résultats et aux enjeux de la qualité de l'air, pour une meilleure compréhension des phénomènes de pollution atmosphérique, au service, in fine, de la préservation de la santé des populations et de l'environnement.



## SYNTHESE DE L'ETUDE

En 2013, à la demande de Transpole, **atmo** Nord - Pas-de-Calais a réalisé une campagne de mesures sur la commune de Roubaix afin d'évaluer la qualité de l'air intérieur de la station de métro Eurotéléport (ligne 2). Plusieurs appareils ont été installés sur le site du 29 novembre 2013 au 17 février 2014 pour mesurer les paramètres suivants :

- les paramètres de confort – température, humidité relative et CO<sub>2</sub> – à l'aide d'analyseurs automatiques et de sondes ;
- les métaux lourds (nickel, cuivre, manganèse, chrome, cadmium, fer, plomb, arsenic, zinc), à l'aide de préleveurs passifs puis analyses en laboratoire ;
- les poussières PM<sub>2,5</sub> et PM<sub>10</sub>, à l'aide d'analyseurs automatiques ;
- les polluants gazeux (dioxyde de soufre, monoxyde d'azote, dioxyde d'azote, monoxyde de carbone), à l'aide d'analyseurs automatiques.

Les résultats de mesures ont été comparés aux niveaux enregistrés dans les campagnes réalisées antérieurement pour Transpole, ainsi que dans les études similaires sur d'autres territoires.

Dans ce type d'étude, visant à qualifier l'air intérieur, il peut être nécessaire d'avoir à l'esprit le contexte météorologique, car celui-ci peut influencer la teneur en air intérieur de certains polluants. Ainsi, globalement sur l'ensemble de la période de mesures, les conditions météorologiques ont été favorables à la dispersion des polluants, excepté lors de la première quinzaine où la métropole lilloise a été concernée par des épisodes de pollution dus aux particules en suspension.

Les résultats des mesures de l'ensemble des polluants étudiés sont très encourageants au regard des précédentes campagnes effectuées : les résultats sont en baisse. Certaines tendances se confirment : les concentrations en oxydes d'azote (NO et NO<sub>2</sub>) subissent l'influence de l'air extérieur, notamment en raison de la proximité automobile de la station de métro Eurotéléport ; les particules en suspension (PM<sub>10</sub>), le monoxyde de carbone (CO), l'ensemble des métaux lourds à l'exception du cadmium et du plomb et, dans une moindre mesure, les particules fines (PM<sub>2,5</sub>), révèlent l'existence d'une source propre au métro. Les teneurs observées en dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) sont quant à elles très basses.

Au regard des repères réglementaires existant en air extérieur, les polluants réglementés respectent ces valeurs (les valeurs obtenues pour les PM<sub>2,5</sub> et le SO<sub>2</sub> ne peuvent cependant être comparées aux valeurs réglementaires en raison d'un taux de fonctionnement inférieur à 75%).

Pour les valeurs recommandées en air intérieur, les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) risquent d'être dépassées pour les PM<sub>2,5</sub> et les PM<sub>10</sub> pour une exposition à long terme<sup>1</sup> et ont été dépassées pour ces mêmes polluants sur 24 heures. La valeur indicative pour une exposition supérieure à un an au dioxyde d'azote risque également d'être dépassée.

Globalement, les baisses de concentrations s'expliquent principalement par l'optimisation du freinage électrique à la place du freinage mécanique.

A l'avenir, il serait intéressant d'effectuer une campagne de mesures similaire à celle-ci dans les stations de métro République et Eurotéléport. Les mesures au niveau de la station République permettraient d'évaluer l'impact de l'agrandissement des rames sur la qualité de l'air, et les mesures d'Eurotéléport permettraient d'avoir un point de comparaison vis-à-vis de cette campagne (les campagnes précédentes ayant été réalisées dans des stations de métro différentes, la comparaison ne reste pas stricte au sens scientifique). Au vu des concentrations obtenues, les mesures de dioxyde de soufre pourraient être supprimées.

<sup>1</sup> Le long terme correspond ici à une moyenne sur 3 ou 4 années  
(cf. <https://www.anses.fr/fr/documents/AIR2004etVG007Ra.pdf> page 57)



# CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

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 Ministre 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, **Métropole Européenne de Lille (MEL)**, 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 aux campagnes de mesures réalisées :

- en 2007-2008 dans les stations République (ligne 1) et Eurotéléport (ligne 2),
- en 2010 dans les stations République et Lille Flandres (croisement des lignes 1 et 2).

Les objectifs de cette campagne concernent :

- la mise en œuvre d'une stratégie d'échantillonnage en lien avec les besoins de surveillance dans le métro lillois,
- l'étude et la comparaison des résultats des différents sites de mesures (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 des études de mesure de la qualité de l'air réalisées en 2007-2008 et 2010 par **atmo Nord – Pas-de-Calais** ont permis d'identifier puis de confirmer 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 ayant relevé des concentrations supérieures à celles mesurées dans l'air ambiant sont les particules PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>, ainsi que les métaux lourds (en particulier le fer et principalement le nickel).

**atmo Nord – Pas-de-Calais** a proposé de conduire une nouvelle série de mesures au sein des stations de métro de République et de Roubaix Eurotéléport. Cependant, **en raison de travaux sur la ligne 1**, la station de République n'a pas pu être investiguée (ces travaux risquaient en effet de fausser les résultats en particules et en métaux). La **poursuite des mesures** « poussières » (PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>) et « polluants gazeux » (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO) sur cette station a par conséquent été reportée **sur la seule station de Roubaix Eurotéléport**, en complément du suivi des métaux et des polluants retenus pour leur intérêt suite aux précédentes campagnes. Cependant, cette station ne présente pas la même typologie de voie que celle de République (la piste de roulement est ici une piste métallique et non en béton) et la fréquentation y est moindre (engendrant probablement des niveaux moins importants, en raison de la remise en suspension des particules par les voyageurs).

Les trois sites retenus dans le hall, sur le quai et dans le tunnel en 2007-2008 ont de nouveau été investigués. Des aménagements ont été constatés sur cette station depuis la première campagne, aménagements qui pourraient avoir une incidence sur la circulation de l'air dans la station :

- dans le hall : création de l'espace d'accueil et agrandissement de l'espace client ; mise en place de portes battantes dans la station, afin de limiter les courants d'air ; mise en fonctionnement régulier de la ventilation, sur certains créneaux, afin d'évacuer une partie de la pollution intérieure,
- sur le quai : pas de changement,
- dans le tunnel : pas de changement.

Par contre, concernant la rame en elle-même et les modalités de freinage, une nouvelle procédure a été récemment mise en place, modifiant le mode de freinage des rames : optimisation du freinage électrique au



détriment du freinage mécanique. Cette modification des pratiques pourrait également avoir une incidence sur les émissions propres au fonctionnement du métro.

Les mesures ont été programmées initialement sur une période de 10 semaines, dans l'objectif de 8 semaines de mesures effectives.

**Cette troisième campagne a ainsi été réalisée du 29 Novembre 2013 au 17 Février 2014.** Elle fait l'objet d'une convention entre Transpole et **atmo** Nord – Pas-de-Calais pour l'année 2013.

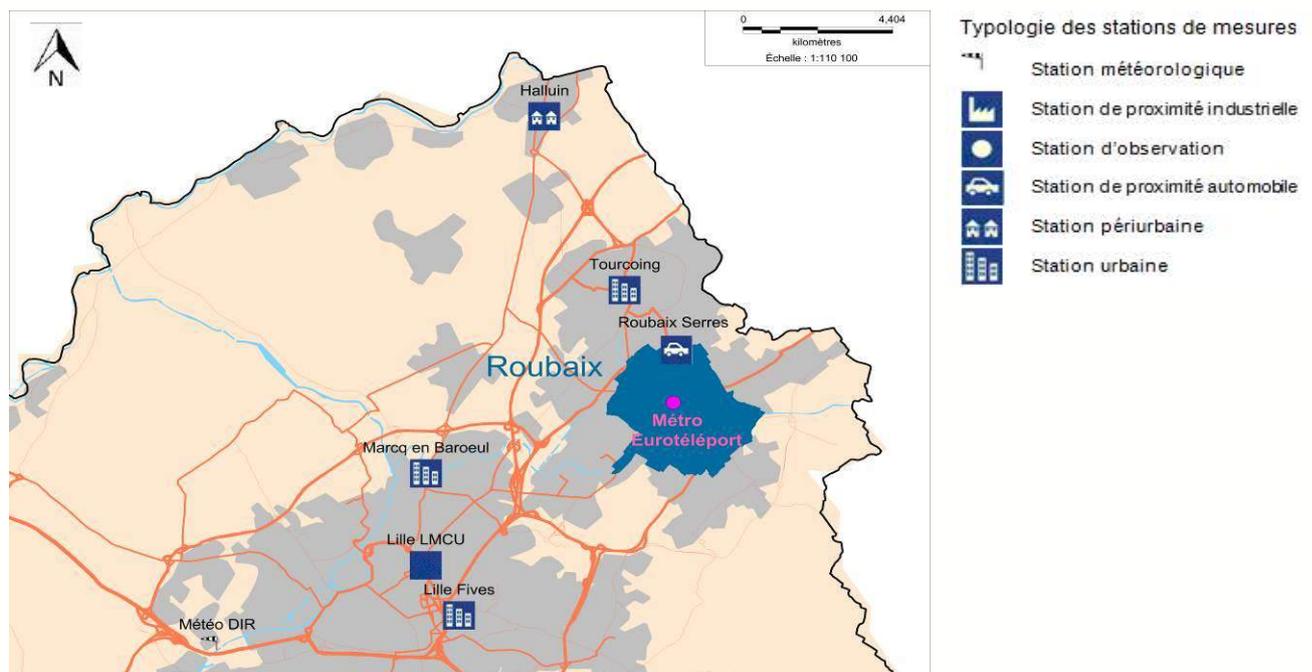
Le projet d'installation d'une surveillance fixe des poussières et métaux n'a pu être étudié à nouveau, en raison des travaux sur la ligne 1. Le quai de la station République avait retenu toute notre attention en 2010, cet endroit étant très fréquenté par les voyageurs et soumis aux concentrations les plus élevées.

Ce rapport présente la synthèse des résultats des mesures réalisées à l'intérieur du métro de Lille, dans le tunnel, le hall et sur le quai de la station de Roubaix Eurotéléport.

L'interprétation des résultats a été complétée par une comparaison des concentrations en polluants recherchés avec les valeurs relevées dans les stations fixes à proximité : Lille-Fives, Marcq-en-Barœul et Roubaix Serres (comparaison des résultats air intérieur / air extérieur).

Les conclusions de ce rapport sont destinées à améliorer le quotidien des usagers et ne concernent pas directement l'exposition des travailleurs aux postes de travail, qui requiert pour sa part un suivi par les services de la Médecine du Travail.

La carte ci-dessous localise les différents sites de mesures concernés par l'étude.



*Localisation de la zone d'étude*

Lille Fives : mesure des polluants  $SO_2$  et  $PM_{2,5}$ .

Marcq-en-Barœul : mesure des  $NO_x$ . Des mesures de  $PM_{10}$  et de métaux lourds ont également été réalisées sur cette station fixe, spécifiquement pour cette campagne.

Roubaix Serres : mesure des polluants  $NO_x$ ,  $CO$ ,  $PM_{10}$  et  $PM_{2,5}$ .

Sequedin (« Météo DIR ») : mesure de la météo.



# ORGANISATION DE L'ETUDE

## 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 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 :

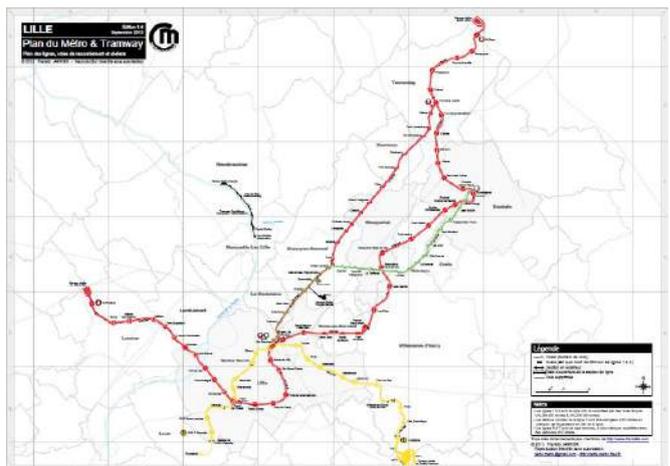
- La ligne 1, reliant Villeneuve d'Ascq à Lille depuis respectivement les arrêts 4 Cantons (devenu 4 Cantons - stade Pierre-Mauroy en 2012) et CHR B Calmette (la ligne 4 Cantons – Lille République a été ouverte en 1983 et prolongée jusqu'au CHR l'année suivante)<sup>1</sup>,
- La ligne 2, reliant Lomme à Tourcoing depuis respectivement les arrêts Saint Philibert et CH Dron (la ligne Lomme – Lille a été ouverte en 1989, et a été étendue en 2000 aux frontières de la Belgique, jusque Dron).

Ces lignes desservent 60 stations. 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<sup>er</sup> 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.

Inaugurée en 1999 dans la ville de Roubaix, la station de **Roubaix Eurotéléport** est de type souterraine et se situe sur la ligne 2, entre les stations de Roubaix Charles de Gaulle et Roubaix Grand Place. Ses niveaux souterrains sont les suivants :

- Niveau -1 : salle des billets (-8m),
- Niveau -3 : quais ligne 2 (-16m),
- Niveau tunnel : voies ligne 2 (-17m).

Cette station a été réaménagée en 2012 afin d'accueillir un nouvel Espace Vente et Relation Clientèle. S'agissant désormais d'une station commerciale, elle n'est plus « ouverte », mais fermée par des portes battantes, rajoutées depuis la campagne de mesure d'atmo Nord – Pas-de-Calais en 2007/2008.



Tracé des lignes du réseau (source : <http://carto.metro.free.fr>)

<sup>1</sup> La ligne 1 est actuellement en travaux (agrandissement des quais) afin d'accueillir d'ici 2017 des rames de métro deux fois plus longues, répondant ainsi à la hausse du trafic.



## Les sources de pollution liées au métro

Trois sources de pollution sont identifiées au sein du métro : les usagers, les activités des 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 les matériels roulants tels que le système de freinage, l'usure des voies, 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, principalement issu du freinage. Ce dernier accompagné du cuivre, du chrome et du manganèse représentent les principaux composants des aciers constituant les rails et les roues<sup>1</sup>. De plus, le système de freinage et les roues constituent une source importante de carbone organique et de soufre.

Les rames du métro de Lille 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 maintenance 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.

---

<sup>1</sup> Source : *Pollution de l'air dans les enceintes souterraines de transport ferroviaire et santé*, Observatoire régional de santé Île-de-France



## Paramètres 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 la station de Roubaix Eurotéléport. 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 <sub>x</sub> )	Combustions (engins à moteur et industries)	Activités de travaux de nuit Diesel
Poussières en suspension (PM <sub>10</sub> et PM <sub>2,5</sub> )	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 <sub>2</sub> )	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<sub>x</sub>)

Les oxydes d'azote rassemblent le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>). 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 poussières en suspension (PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>)

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.



## 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/m<sup>3</sup> (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 concentrations plus faibles et répétées, il peut entraîner des maladies cardio-vasculaires ou relatives au système nerveux.

## Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)

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.

## 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, du transport... 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...

## Les paramètres de confort

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 (CO<sub>2</sub>), pourront être pris en compte sur le quai de la station Eurotéléport.



## Dispositif de mesures

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 PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, CO, NO<sub>x</sub> et SO<sub>2</sub>, et d'identifier d'éventuels pics de pollution. Elles nécessitent l'installation de matériels assez encombrants et une alimentation électrique.

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

Pour les poussières, 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).

La mesure du monoxyde de carbone se fait par absorption IR (infrarouge).

L'analyse du dioxyde de soufre s'effectue par fluorescence du rayonnement UV (ultraviolet).

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 CO<sub>2</sub>, 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 poussières de diamètre inférieur à 10 µm (PM<sub>10</sub>) sont recueillies sur un filtre en fibre de quartz, et sont analysées en laboratoire par spectrométrie d'absorption four. 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.

Cette année, à la différence des campagnes réalisées par le passé, les analyseurs installés dans le tunnel ont transmis les résultats de mesures via une connexion radio.

En règle générale, les analyseurs automatiques sont reliés au Système d'Acquisition de Mesures (SAM) par des câbles électriques et les données sont récupérées à distance par nos équipes techniques. Dans cette campagne, la configuration de la station de métro Eurotéléport ne permettait pas le passage de câbles électriques dans le tunnel (distance trop importante entre le préleveur et le SAM). De ce fait, il a été nécessaire d'envisager une nouvelle façon de procéder et la connexion radio s'est avérée la plus techniquement faisable et intéressante. Un modem émetteur a alors été installé sur chaque appareil du tunnel : un pour les PM<sub>10</sub>, un pour les PM<sub>2,5</sub> et un dernier pour les métaux. Pour la réception, trois modems ont été installés sur le SAM.

L'inconvénient principal de cette méthode par radio est le fait que les données ne soient pas accessibles à distance : de ce fait, il est donc moins aisé de détecter d'éventuels problèmes liés aux mesures, et ce d'autant plus que les équipes techniques pouvaient intervenir uniquement pendant la nuit.



## Localisation des points de mesures



Mesures des  $PM_{10}$  et des métaux lourds dans le hall de la station Eurotéléport.



Mesures du  $SO_2$ , des  $NO_x$ , du  $CO$ , des  $PM_{10}$  et  $PM_{2,5}$ , des métaux lourds, et des paramètres de confort (température, humidité relative, teneur en  $CO_2$ ) sur le quai de la station Eurotéléport.



Mesures des  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$ , et métaux lourds dans le tunnel de la station Eurotéléport.



## Synthèse des mesures déployées

Site	Polluant mesuré	Matériel	Nombre	Durée des mesures
Hall Eurotéléport	PM <sub>10</sub>	Analyseur TEOM	1	10 semaines en continu
	Métaux lourds	MCZ	1	10 prélèvements d'une semaine sur filtres en fibre de quartz
Quai Eurotéléport	SO <sub>2</sub> , NO <sub>x</sub> , CO	Analyseur	3	10 semaines en continu
	PM <sub>10</sub> PM <sub>2.5</sub>	Analyseur TEOM	2	10 semaines en continu
	Métaux lourds	MCZ remplacé ensuite par un MicroVol	1	10 prélèvements d'une semaine sur filtres en fibre de quartz
	Paramètres de confort	Q-Trak	1	10 semaines en continu
Tunnel Eurotéléport	PM <sub>10</sub> PM <sub>2.5</sub>	Analyseur TEOM	2	10 semaines en continu
	Métaux lourds	Partisol+	1	10 prélèvements d'une semaine sur filtres en fibre de quartz

Le MCZ, initialement placé au niveau du quai afin de mesurer les métaux lourds, a été remplacé en cours de campagne parce qu'il faisait disjoncter la baie. Il a été remplacé par un MicroVol. Le principe de mesure reste toutefois équivalent.

Les 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.



# REPERES REGLEMENTAIRES

## Valeurs réglementaires en air extérieur

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

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

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

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

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

Les tableaux suivants regroupent les valeurs pour chaque polluant réglementé et surveillé pendant l'étude :

Polluant	Normes en 2014		
	Valeur limite	Objectif de qualité / Objectif à long terme	Valeur cible
Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> )	125 µg/m <sup>3</sup> <i>en moyenne journalière, à ne pas dépasser plus de 3 jours/an</i> 350 µg/m <sup>3</sup> <i>en moyenne horaire, à ne pas dépasser plus de 24 heures/an</i>	50 µg/m <sup>3</sup> <i>en moyenne annuelle</i>	-
Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	40 µg/m <sup>3</sup> <i>en moyenne annuelle</i> 200 µg/m <sup>3</sup> <i>en moyenne horaire, à ne pas dépasser plus de 18 heures/an</i>	-	-
Particules en suspension (PM <sub>10</sub> )	40 µg/m <sup>3</sup> <i>en moyenne annuelle</i> 50 µg/m <sup>3</sup> <i>en moyenne journalière, à ne pas dépasser plus de 35 jours/an</i>	30 µg/m <sup>3</sup> <i>en moyenne annuelle</i>	-
Particules en suspension (PM <sub>2,5</sub> )	26 µg/m <sup>3</sup> <i>en moyenne annuelle</i>	10 µg/m <sup>3</sup> <i>en moyenne annuelle</i>	20 µg/m <sup>3</sup> <i>en moyenne annuelle</i>



Polluant	Normes en 2014		
	Valeur limite	Objectif de qualité / Objectif à long terme	Valeur cible
Monoxyde de carbone (CO)	10 mg/m <sup>3</sup> <i>pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures glissantes</i>	-	-
Plomb (Pb)	0,5 µg/m <sup>3</sup> <i>en moyenne annuelle</i>	0,25 µg/m <sup>3</sup> <i>en moyenne annuelle</i>	-
Arsenic (As)	-	-	6 ng/m <sup>3</sup> <i>en moyenne annuelle</i>
Cadmium (Cd)	-	-	5 ng/m <sup>3</sup> <i>en moyenne annuelle</i>
Nickel (Ni)	-	-	20 ng/m <sup>3</sup> <i>en moyenne annuelle</i>

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

Etant donné qu'à ce jour il n'existe pas de valeurs réglementaires définies en air intérieur pour les polluants mesurés dans cette étude, les résultats seront comparés aux valeurs réglementaires définies pour l'air extérieur (ceci afin d'avoir un ordre d'idée des niveaux de polluants pouvant être rencontrés et exigés).

Pour l'interprétation des données en air intérieur, il existe :

- des valeurs guides concernant le monoxyde de carbone établies en 2007 par l'Agence Nationale de Sécurité Sanitaire de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail (ANSES),
- des valeurs guides élaborées pour les PM<sub>10</sub> par le Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF),
- des 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.



## Valeurs guides et de gestion en air intérieur

### Valeurs guides de l'air intérieur

Les valeurs guides de l'air intérieur (VGAI) ont pour objectif de fournir une base pour protéger la population des effets sanitaires liés à une exposition à différents polluants de l'air, et d'éliminer ou de réduire les contaminants ayant un effet néfaste pour la santé humaine.

Le tableau ci-dessous regroupe les VGAI pour les polluants en disosant et surveillés pendant la campagne :

Polluant	VGAI		
	A court terme	Intermédiaire	A long terme
<b>Monoxyde de carbone (CO)</b>	10 mg/m <sup>3</sup> <i>pour une exposition de 8 heures</i> 30 mg/m <sup>3</sup> <i>pour une exposition de 1 heure</i> 60 mg/m <sup>3</sup> <i>pour une exposition de 30 minutes</i> 100 mg/m <sup>3</sup> <i>pour une exposition de 15 minutes</i>	-	-
<b>Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)</b>	200 µg/m <sup>3</sup> <i>pour une exposition de 1 heure</i>	-	20 µg/m <sup>3</sup> <i>pour une exposition supérieure à 1 an</i>
<b>Particules (PM<sub>2,5</sub> et PM<sub>10</sub>)</b>	Pas de VGAI proposées		

(Source : Agence Nationale de Sécurité Sanitaire (ANSES) de l'Alimentation, de l'Environnement et du Travail)

Pour les poussières en suspension PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>, l'ANSES ne propose pas de VGAI et recommande la mise en œuvre par les politiques publiques des recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) :

- **Sur 24 heures : 25 µg/m<sup>3</sup> pour les PM<sub>2,5</sub> et 50 µg/m<sup>3</sup> pour les PM<sub>10</sub>**
- **Sur le long terme : 10 µg/m<sup>3</sup> pour les PM<sub>2,5</sub> et 20 µg/m<sup>3</sup> pour les PM<sub>10</sub>**



## Valeurs repères d'aide à la gestion de l'air dans les espaces clos

Valeurs guides issues du Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France (CSHPF) pour les poussières en suspension dans les enceintes ferroviaires souterraines :

Durée d'exposition	Valeurs guides des PM <sub>10</sub> en µg/m <sup>3</sup>	
	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 <sup>3</sup>	
	Sur 1 heure	Sur 1 semaine
Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	200	40

Le projet IndEx (Indoor Exposure) 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.



# RESULTATS DE L'ETUDE

## Contexte météorologique

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 données météorologiques inscrites dans le tableau sont issues de la station de **Sequedin**.

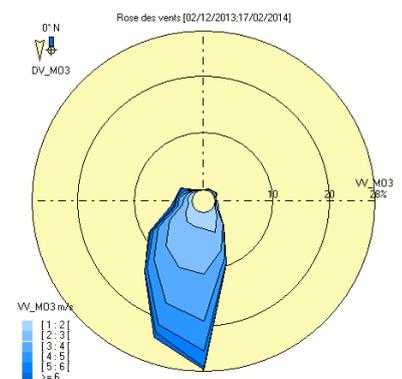
Les courbes des données météorologiques sont présentées en grand format en annexe 1.

		Du 02/12/2013 au 17/02/2014
Température (°C)	Moyenne :	7,1
	Minimum :	-0,8
	Maximum :	15,1
Pression atmosphérique (hPa)	Moyenne :	1007,4
Vent (m/s)	Vitesse moyenne :	3,1
	Minimum :	0,2
	Maximum :	8,4
Humidité relative (%)	Moyenne :	86,2

Sur l'ensemble de la période de mesures, du 2 décembre 2013 au 17 février 2014, les vents les plus fréquents ont été de secteur sud, avec une vitesse moyenne de 3,1 m/s (les vents les plus forts ont atteints 8,4 m/s). L'humidité relative moyenne était de 86% (soit assez élevée) et la température moyenne de 7°C.

Les conditions météorologiques ont ainsi été globalement stables, hormis lors de la première quinzaine de mesures, où elles ont été marquées par une pression atmosphérique élevée et une vitesse de vent faible, d'où de mauvaises conditions de dispersion.

Lors de cette quinzaine, des épisodes de poussières en suspension ont eu lieu concernant la métropole lilloise, du 3/12/13 au 5/12/13 et du 11/12/13 au 14/12/13.





# Exploitation des résultats de mesures

## Bilan métrologique

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

**Concernant les paramètres mesurés par les appareils automatiques**, trois niveaux de validation sont effectués en application des règles et recommandations du guide relatif à la méthodologie à suivre pour une conforme surveillance de la qualité de l'air, rédigé par l'ADEME et plusieurs AASQA<sup>1</sup> :

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

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

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

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

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

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

La période de mesures s'est déroulée du 29 Novembre 2013 au 17 Février 2014. Cependant, des problèmes de mise en route de certains appareils, ainsi que des problèmes de réception par modems radio ont occasionné des pertes de données importantes en début de campagne de mesures.

**Les appareils de mesures installés n'ont pas été tous opérationnels au démarrage de la campagne le 29/11/2013. Les différentes coupures et réglages occasionnés conduisent à une date de démarrage de l'ensemble des mesures au 12/12/2013. Les mesures de métaux ont quant à elles été moins impactées et des données sont disponibles sur une plage plus longue, qui débute le 02/12/2013.**

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



Pour cette raison, on distingue 2 périodes d'exploitation des données :

 1<sup>ère</sup> période du 02/12/2013 au 17/02/2014 pour les métaux lourds

La 1<sup>ère</sup> période de mesures s'est déroulée du 02/12/2013 au 17/02/2014, uniquement pour les prélèvements de métaux (soit 11 semaines).

Polluant	Site de mesures	Typologie	Taux de fonctionnement en %
Métaux lourds	- Hall Eurotéléport	station de métro	100
	- Quai Eurotéléport	station de métro	82
	- Tunnel Eurotéléport	station de métro	100
	- Marcq-en-Barœul	urbaine	100

Le site de mesures fixes de Marcq-en-Barœul ne mesure plus les métaux en continu depuis 2009. Un préleveur métaux a par conséquent été réinstallé spécifiquement sur ce site de surveillance fixe d'**atmo** Nord – Pas-de-Calais, afin de mesurer les teneurs dans l'air ambiant, en parallèle avec les mesures réalisées dans la station Eurotéléport, sur toute la durée de la campagne.

 2<sup>ème</sup> période du 12/12/2013 au 17/02/2014 pour les autres paramètres surveillés

La 2<sup>ème</sup> période de mesures s'est déroulée du 12/12/2013 à 17h au 17/02/2014 à 23h, pour les mesures en continu (soit environ 9 semaines ½).

Polluant	Site de mesures	Typologie	Taux de fonctionnement en %
Paramètres de confort (CO <sub>2</sub> , T° et HR)	- Quai Eurotéléport	station de métro	75,0
Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> )	- Quai Eurotéléport	station de métro	70,5
	- Lille Fives	urbaine	94,7
Monoxyde d'azote (NO)	- Quai Eurotéléport	station de métro	86,9
	- Roubaix Serres	trafic	99,9
	- Marcq-en-Barœul	urbaine	99,7
Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	- Quai Eurotéléport	station de métro	86,9
	- Roubaix Serres	trafic	99,9
	- Marcq-en-Barœul	urbaine	99,7
Monoxyde de carbone (CO)	- Quai Eurotéléport	station de métro	85,5
	- Roubaix Serres	trafic	97,5
Poussières en suspension (PM <sub>10</sub> )	- Hall Eurotéléport	station de métro	97,5
	- Quai Eurotéléport	station de métro	87,1
	- Tunnel Eurotéléport	station de métro	97,9
	- Roubaix Serres	trafic	95,4
	- Marcq-en-Barœul	urbaine	99,1
Poussières en suspension (PM <sub>2,5</sub> )	- Quai Eurotéléport	station de métro	73,2
	- Tunnel Eurotéléport	station de métro	98,7
	- Roubaix Serres	trafic	99,3
	- Lille Fives	urbaine	99,1

Le site de mesures fixe de Marcq-en-Barœul ne mesure plus les PM<sub>10</sub> en continu depuis 2011. Un préleveur pour les PM<sub>10</sub> a par conséquent été réinstallé spécifiquement sur ce site de surveillance fixe d'**atmo** Nord –



Pas-de-Calais, afin de mesurer les teneurs dans l'air ambiant, en parallèle avec les mesures réalisées dans la station Eurotéléport, sur toute la durée de la campagne.

Le taux de fonctionnement représente le nombre de prélèvements effectifs sur le nombre de prélèvements prévus. Si ce taux est inférieur à 75% alors les comparaisons avec les valeurs réglementaires respectives ne sont pas possibles. Ici, pour toutes les stations et pour les deux périodes, le taux de fonctionnement est toujours supérieur à 75%, sauf pour le quai Eurotéléport, concernant les mesures de dioxyde de soufre et de poussières en suspension PM<sub>2,5</sub> (taux respectifs de 70,5% et 73,2%). Les mesures de SO<sub>2</sub> et de PM<sub>2,5</sub> de cette campagne de mesures ne pourront donc pas être totalement exploitées et seront communiquées à titre indicatif.

## 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 (CO<sub>2</sub>) 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 le quai de la station Eurotéléport.

Les valeurs moyennes relevées sont présentées dans les tableaux suivants :

	Température (°C)	Humidité relative (%)	Dioxyde de carbone (ppm)
Du 12/12/2013 au 15/12/2013 <sup>1</sup>	13,9	46,0	308,3
Du 16/12/2013 au 22/12/2013	15,3	50,2	288,1
Du 23/12/2013 au 29/12/2013	14,7	52,0	251,4
Du 30/12/2013 au 05/01/2014	-	-	-
Du 06/01/2014 au 12/01/2014	15,2	51,9	287,1
Du 13/01/2014 au 19/01/2014	15,0	53,0	276,4
Du 20/01/2014 au 26/01/2014	14,5	47,3	277,2
Du 27/01/2014 au 02/02/2014	13,9	47,8	254,0
Du 03/02/2014 au 09/02/2014	14,4	49,0	244,0
Du 10/02/2014 au 17/02/2014 <sup>2</sup>	14,4	48,9	242,4
<b>Minimum</b>	<b>11,8</b> le 13/12/2013 à 03h37	<b>37,7</b> le 12/01/2014 à 07h00	<b>185</b> le 15/02/2014 à 02h25
<b>Moyenne</b>	<b>14,6</b>	<b>49,3</b>	<b>268,8</b>
<b>Maximum</b>	<b>16,9</b> le 13/01/2014 à 10h40	<b>71,5</b> le 08/01/2014 à 19h31	<b>454</b> le 13/01/2014 à 16h55

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.

<sup>1</sup> Semaine de 4 jours

<sup>2</sup> Semaine de 8 jours



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

Les paramètres de confort (humidité relative, température et teneur en dioxyde de carbone) mesurés sur le quai, respectent ainsi les recommandations, excepté pour la température où l'on est en-dessous de ce qui est préconisé.

Pour l'ensemble des polluants mesurés lors de cette campagne 2013-2014, les résultats des mesures des campagnes précédentes (2007-2008 et 2010) ont été repris afin d'avoir une idée de ce qui a pu être observé par le passé. Cependant, la comparaison doit rester délicate puisque les différentes études ont été réalisées sur des stations de métro différentes pour lesquelles des facteurs propres à chacune comme le trafic de voyageurs, le matériau de la piste utilisée, le brassage de l'air, le confinement, la proximité de la station vis-à-vis d'une voie de circulation dense, etc. peuvent influencer les résultats.



## Les oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>)

Sur le quai Eurotéléport, l'analyseur a permis de mesurer en continu l'évolution de la concentration des oxydes d'azote : NO et NO<sub>2</sub> durant la période de mesures.

### Le monoxyde d'azote

 [Concentrations pendant la campagne](#)

Monoxyde d'azote (NO)			
Campagne 2013-2014	Concentration moyenne (µg/m <sup>3</sup> )	Valeur horaire maximale (µg/m <sup>3</sup> )	Valeur journalière maximale (µg/m <sup>3</sup> )
Quai Eurotéléport	13	264 le 19/01/2014	49 le 19/01/2014
Marcq-en-Barœul (station fixe)	8	254 le 12/01/2014 à 04h00	55 le 12/01/2014
Roubaix Serres (station fixe)	15	369 le 19/01/2014 à 22h00	73 le 19/01/2014

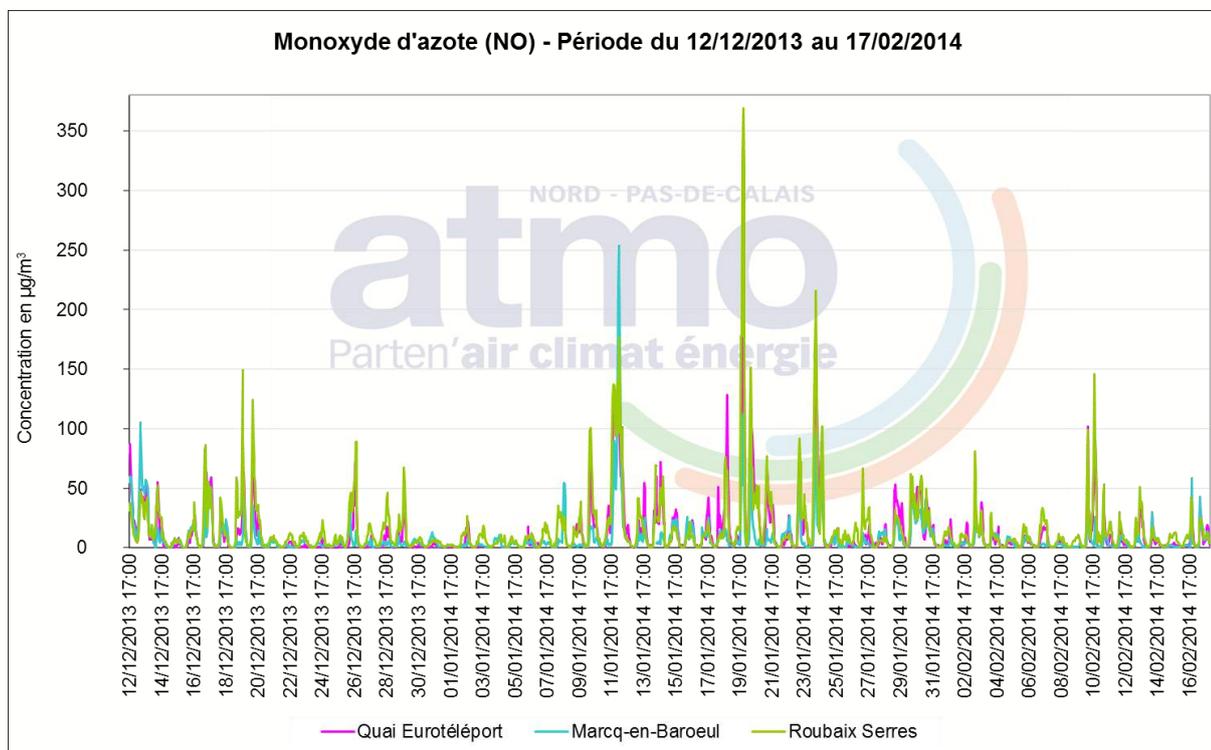
Historique		Concentration moyenne (µg/m <sup>3</sup> )	Valeur horaire maximale (µg/m <sup>3</sup> )	Valeur journalière maximale (µg/m <sup>3</sup> )
2007-2008	Quai République (été)	22	1688	214
	Quai République (hiver)	14	418	63
2010	Quai Lille Flandres	14	356	86

La concentration moyenne relevée en monoxyde d'azote, au niveau du quai, lors de la dernière campagne de mesures est similaire à celle rencontrée en proximité automobile, légèrement moins élevée. Les trains de travaux sont passés dans le tunnel la nuit du 9 au 10 février 2014. Les concentrations horaires maximales observées ne sont donc pas corrélées avec les activités de maintenance.

Au regard des campagnes précédentes, la moyenne obtenue sur le quai de la station Eurotéléport est du même ordre de grandeur que celle obtenue à Lille Flandres en 2010, et inférieure à celle observée à République en 2007-2008.

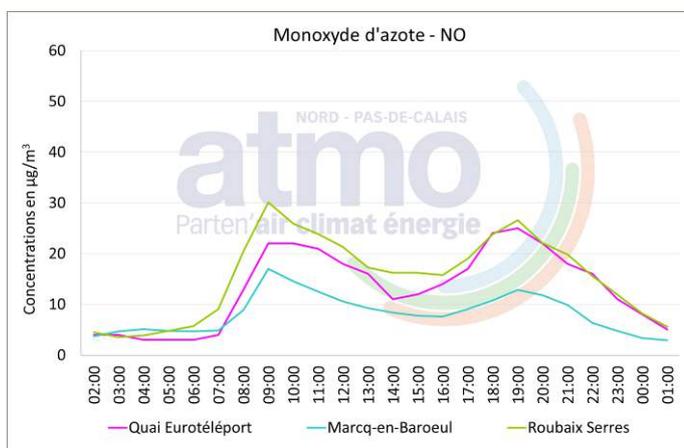


## Evolution des concentrations horaires



Les concentrations en monoxyde d'azote évoluent de façon similaire entre les trois sites de mesures. Les niveaux sont restés globalement très bas, une augmentation est visible du 17 au 21 janvier sur l'ensemble des sites de mesures.

## Profils journaliers



Le profil journalier des concentrations relevées en monoxyde d'azote au niveau du quai suit une tendance similaire aux profils des stations fixes extérieures de Marcq-en-Barœul et Roubaix Serres. Ces profils montrent des pics de concentrations aux heures de pointe du trafic routier. Les concentrations de ce polluant au niveau du quai sont donc fortement influencées par le milieu extérieur.



## Le dioxyde d'azote

Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )			
Campagne 2013-2014	Concentration moyenne (µg/m <sup>3</sup> )	Valeur horaire maximale (µg/m <sup>3</sup> )	Valeur journalière maximale (µg/m <sup>3</sup> )
Quai Eurotéléport	35	85 le 19/01/2014 à 22h00	65 le 12/12/2013
Marcq-en-Barœul (station fixe)	27	90 le 19/12/2013 à 20h00	51 le 24/01/2014
Roubaix Serres (station fixe)	32	121 le 19/01/2014 à 21h00	61 le 24/01/2014
Valeur réglementaire à ne pas dépasser (air extérieur)	40 (moyenne annuelle)	200 (à ne pas dépasser plus de 18h par an)	-

Historique		Concentration moyenne (µg/m <sup>3</sup> )	Valeur horaire maximale (µg/m <sup>3</sup> )	Valeur journalière maximale (µg/m <sup>3</sup> )
2007-2008	Quai République (été)	12	576	57
	Quai République (hiver)	14	418	63
	Quai Eurotéléport (hiver)*	42	-	-
2010	Quai Lille Flandres	29	91	43

\* Mesures par tubes passifs en 2007-2008 sur Eurotéléport. Par conséquent, pas de valeurs de comparaison disponibles en NO, ni de valeurs horaire et journalière maximales pour le NO<sub>2</sub>. A noter également l'absence de résultat en NO<sub>2</sub> sur le quai Eurotéléport en été 2007, en raison d'un vol du tube passif.

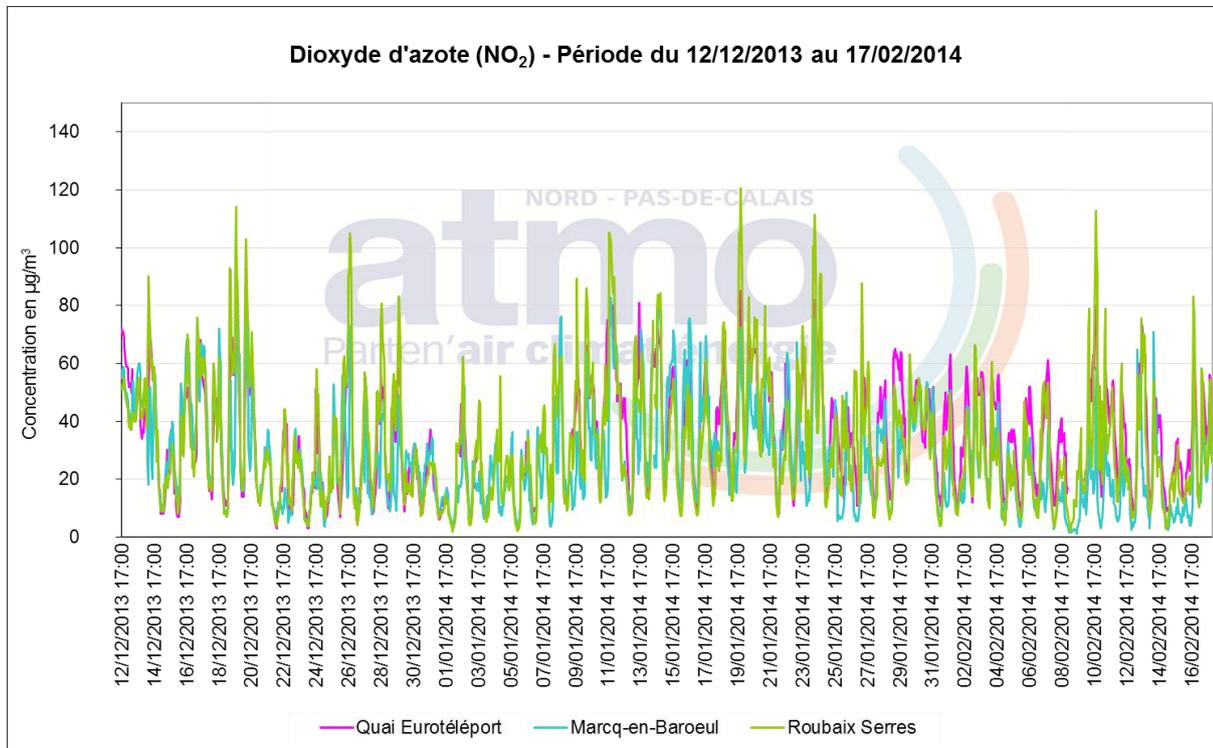
La concentration moyenne relevée en dioxyde d'azote, au niveau du quai, lors de la dernière campagne de mesures est similaire à celle rencontrée en proximité automobile, légèrement plus élevée. Les trains de travaux, passés dans le tunnel la nuit du 9 au 10 février 2014 et les concentrations horaires maximales observées ne sont pas corrélées et la source n'est donc pas identifiée. Les mesures n'ont pas dépassé le seuil réglementaire en air ambiant fixé à 200 µg/m<sup>3</sup>.

Au regard des valeurs recommandées en air intérieur, la valeur préconisée par l'ANSES risque d'être dépassée pour le dioxyde d'azote sur une exposition supérieure à un an. La valeur préconisée pour une exposition d'une heure n'a quant à elle pas été atteinte lors de cette campagne.

Au regard des campagnes précédentes, la moyenne obtenue sur le quai de la station Eurotéléport est inférieure à celle observée sur le quai de la même station 2007-2008. Ceci pourrait en partie s'expliquer par la création récente d'une agence commerciale avec des portes limitant l'influence automobile extérieure. La moyenne est cette fois supérieure à celle obtenue à République en 2007-2008.

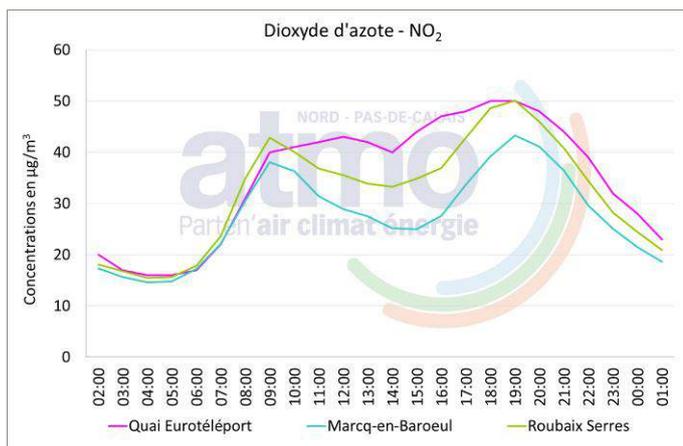


## Evolution des concentrations horaires



Les concentrations en dioxyde d'azote relevées sur le quai ont évolué de façon similaire à celles relevées en extérieur (les courbes des trois sites se confondent). Il n'y a pas de pic significatif figurant lors de cette campagne au niveau de ce point de mesures, pour lequel les concentrations n'ont jamais dépassé les 90 µg/m<sup>3</sup>.

## Profils journaliers



Au regard du profil journalier, les concentrations en dioxyde d'azote ont tendance à suivre une évolution similaire à celle des concentrations relevées en extérieur, même si celle-ci est moins marquée : hausse des concentrations aux alentours de 9h et de 18-19h, soit aux heures de pointe du trafic routier. Cela corréle l'hypothèse selon laquelle les teneurs en dioxyde d'azote présentes au niveau du quai sont influencées par le trafic automobile ayant lieu à proximité de la station de métro.

Le profil des concentrations observées sur le quai, légèrement supérieur aux deux autres profils issus du milieu extérieur, indique qu'une exposition propre au métro n'est pas à écarter. D'autre part, comparé au profil journalier du monoxyde d'azote, le profil

des concentrations relevées en dioxyde d'azote est ici beaucoup plus lisse (les pics relatifs aux heures de pointes sont moins francs) et les concentrations sont supérieures à celles observées en proximité trafic.

A température ambiante, le monoxyde d'azote est instable dans l'air, et se transforme rapidement en dioxyde d'azote. Ce phénomène, associé au confinement de la station, pourrait expliquer l'accumulation éventuelle de dioxyde d'azote au niveau du quai (et donc la concentration supérieure à celle de proximité trafic).



## Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)

 [Concentrations pendant la campagne](#)

Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> )			
Campagne 2013-2014	Concentration moyenne (µg/m <sup>3</sup> )	Valeur horaire maximale (µg/m <sup>3</sup> )	Valeur journalière maximale (µg/m <sup>3</sup> )
Quai Eurotéléport	1	56 le 05/02/2014 à 15h00	12 le 04/02/2014
Lille Fives (station fixe)	7	55 le 17/01/2014 à 06h00	26 le 17/01/2014
Valeur réglementaire à ne pas dépasser (air extérieur)	50 (moyenne annuelle)	350 (à ne pas dépasser plus de 24h/an)	125 (à ne pas dépasser plus de 3j/an)

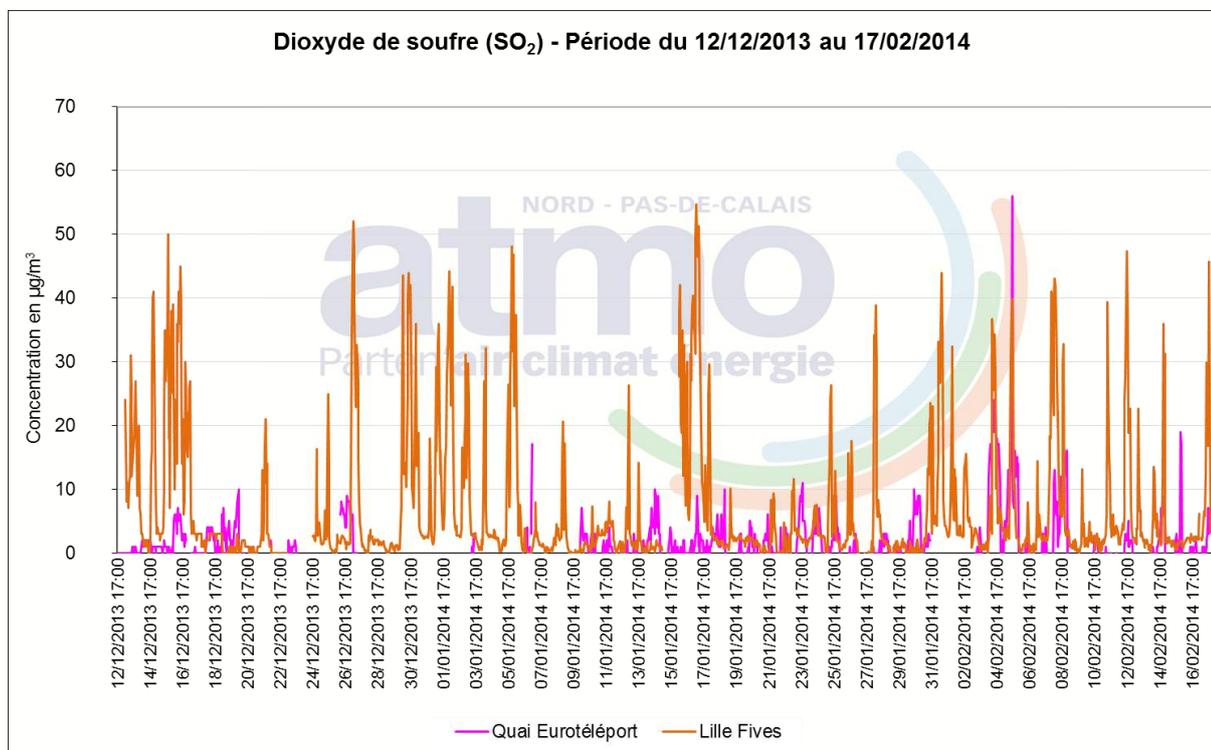
Historique		Concentration moyenne (µg/m <sup>3</sup> )	Valeur horaire maximale (µg/m <sup>3</sup> )	Valeur journalière maximale (µg/m <sup>3</sup> )
2007-2008	Quai République (été)	2	68	9
2010	Quai Lille Flandres	2	69	32

Parmi les mesures relevées, la concentration moyenne de dioxyde de soufre est particulièrement basse : 1 µg/m<sup>3</sup> et est plus faible que celle recensée à Lille Fives. Cependant, en raison d'un taux de fonctionnement égal à 70,5%, la concentration moyenne relevée en dioxyde de soufre n'est pas considérée comme représentative.

Au regard des campagnes précédentes, la moyenne obtenue sur le quai de la station Eurotéléport est du même ordre de grandeur que celles observées sur le quai des stations République et Lille Flandres.



## [Evolution des concentrations horaires](#)



Les concentrations en dioxyde de soufre relevées à Eurotéléport sont particulièrement basses et suivent globalement les mêmes tendances d'évolution que celles rencontrées à Lille Fives.

## [Profil journalier](#)

En raison d'un manque de données trop important, le profil journalier des concentrations en dioxyde de soufre n'a pas pu être réalisé.



## Le monoxyde de carbone (CO)

 [Concentrations pendant la campagne](#)

Monoxyde de carbone (CO)			
Campagne 2013-2014	Concentration moyenne (mg/m <sup>3</sup> )	Valeur horaire maximale (mg/m <sup>3</sup> )	Valeur journalière maximale (mg/m <sup>3</sup> )
Quai Eurotéléport	0,36	3,12 le 20/01/2014 à 17h00	1,22 le 20/01/2014
Roubaix Serres (station fixe)	0,28	2,53 le 19/01/2014 à 23h00	0,80 le 19/01/2014
Valeur réglementaire (air extérieur)	-	-	10 (pour le maximum journalier de la moyenne sur 8h glissantes)

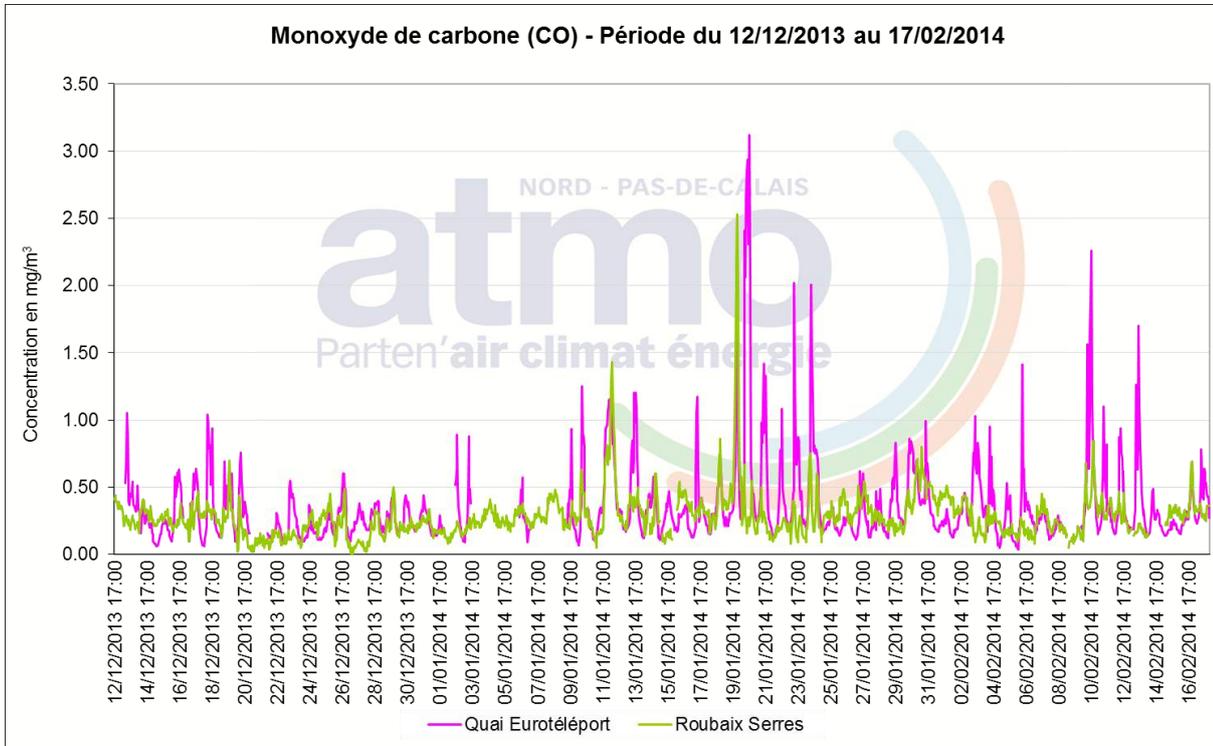
Historique		Concentration moyenne (mg/m <sup>3</sup> )	Valeur horaire maximale (mg/m <sup>3</sup> )	Valeur journalière maximale (mg/m <sup>3</sup> )
2007-2008	Quai République (été)	0,52	14,19	1,17
	Quai République (hiver)	0,97	1,54	1,12
2010	Quai Lille Flandres	0,39	19,20	2,36

Les concentrations (moyenne, horaire maximale et journalière maximale) relevées en monoxyde de carbone en 2013-2014 sont supérieures à celles rencontrées en proximité automobile. Cependant, la valeur observée reste bien en-dessous des 10 mg/m<sup>3</sup> à ne pas dépasser pour le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures glissantes, en air ambiant.

Comparée aux campagnes précédentes, la valeur est similaire à celle obtenue sur le quai de Lille Flandres en 2010, et inférieure aux valeurs relevées sur le quai de République en 2007-2008.

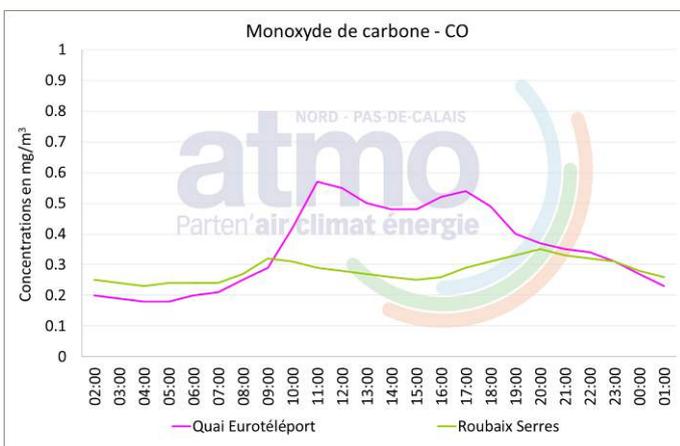


 [Evolution des concentrations horaires](#)



Même si les valeurs restent très faibles, l'évolution des concentrations en monoxyde de carbone montre la présence de pics liés à des sources locales (propres au métro car non visibles en extérieur). La source reste cependant non identifiée (à noter que le monoxyde de carbone provient de combustion incomplète).

 [Profil journalier](#)



Le profil journalier des concentrations en monoxyde de carbone montre une élévation de celles-ci de 9h à 19h sur le quai de la station de métro uniquement. Ceci exclut un impact éventuel des travaux de maintenance ayant lieu la nuit.

Une source locale de monoxyde de carbone (du chauffage ? de la fumée de cigarette ? appareillages nécessitant une combustion ?) est ici à envisager.



## Les poussières en suspension (PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>)

### Les PM<sub>10</sub>

#### Concentrations pendant la campagne

Particules en suspensions (PM <sub>10</sub> )			
Campagne 2013-2014	Concentration moyenne (µg/m <sup>3</sup> )	Valeur horaire maximale (µg/m <sup>3</sup> )	Valeur journalière maximale (µg/m <sup>3</sup> )
Hall Eurotéléport	28	113 le 09/01/2014 à 13h00	55 le 09/01/2014
Quai Eurotéléport	23	101 le 09/01/2014 à 13h00	53 le 09/01/2014
Tunnel Eurotéléport	27	194 le 15/02/2014 à 19h00	69 le 09/01/2014
Marcq-en-Barœul (station fixe)	16	84 le 12/01/2014 à 04h00	44 le 13/12/2013
Roubaix Serres (station fixe)	19	110 le 19/01/2014 à 23h00	47 le 20/01/2014
Valeur réglementaire (air extérieur) à ne pas dépasser	40 (moyenne annuelle)	-	50 (à ne pas dépasser plus de 35 j/an)

Historique		Concentration moyenne (µg/m <sup>3</sup> )	Valeur horaire maximale (µg/m <sup>3</sup> )	Valeur journalière maximale (µg/m <sup>3</sup> )
2007-2008	Hall République	68	271	107
	Quai République	115	542	190
	Tunnel République	137	357	232
2010	Hall Lille Flandres	101	794	236
	Quai Lille Flandres	108	370	176
	Tunnel Lille Flandres	120	356	194

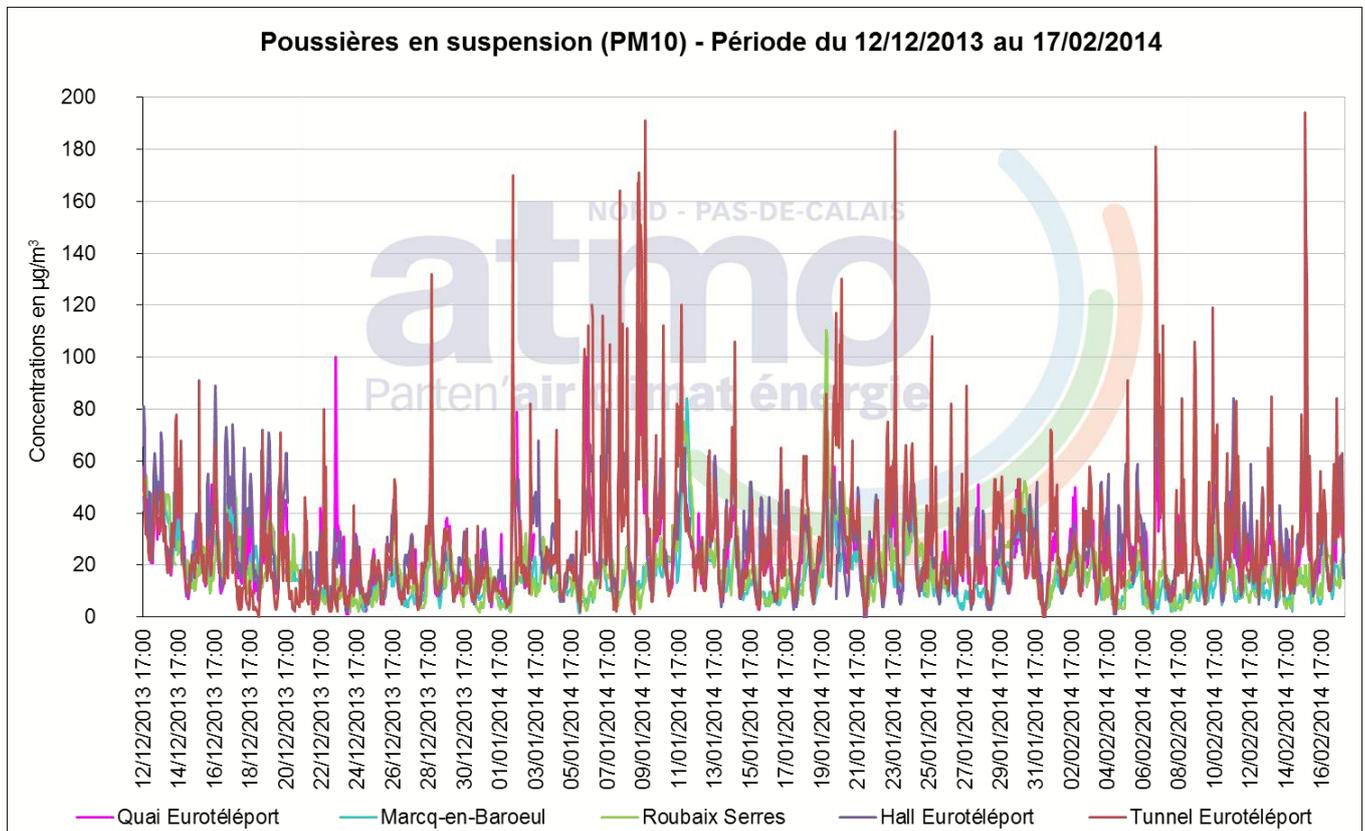
Les concentrations moyennes relevées dans le métro (hall, quai, tunnel) sont supérieures aux concentrations relevées en air extérieur. La valeur horaire maximale a été identifiée au niveau du tunnel, le 15 février 2014, à 19h00 avec une concentration égale à 194 µg/m<sup>3</sup>. La moyenne journalière maximale a quant à elle été relevée le 9 janvier 2014, toujours au niveau du tunnel.

Au regard des valeurs réglementaires à ne pas dépasser en air extérieur, la moyenne annuelle est respectée sur l'ensemble des sites d'études ; en revanche, le seuil des 50 µg/m<sup>3</sup> de la moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 j/an, a été dépassé au niveau des trois points de mesure de la station de métro, et n'a pas été atteint par les stations fixes. Au regard des valeurs recommandées en air intérieur, les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) risquent d'être dépassées pour les PM<sub>10</sub> sur une exposition à long terme et ont été dépassées sur 24 heures.



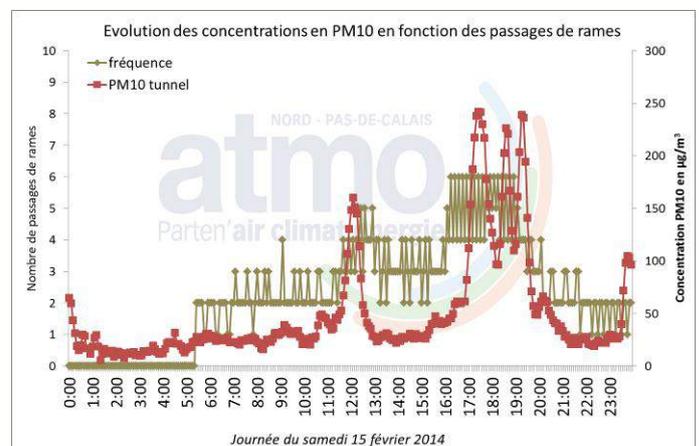
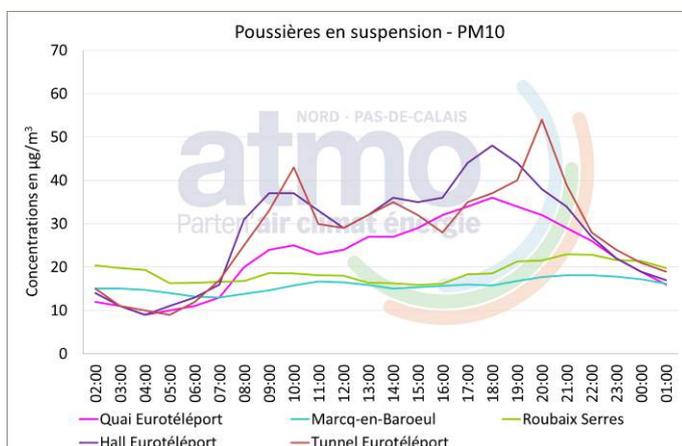
Comparées aux campagnes précédentes, les concentrations (moyennes, horaires et journalières) relevées sont nettement inférieures à ce qui a pu être observées en 2007-2008 et 2010, sur les stations République et Lille Flandres.

[Evolution des concentrations horaires](#)



L'évolution des concentrations horaires en PM<sub>10</sub> montre une évolution similaire entre les différents points de mesures, avec toutefois des amplitudes de concentrations plus marquées au niveau du tunnel (présence de nombreux pics tout au long de la campagne de mesures).

[Profils journaliers](#)





L'étude du profil journalier des concentrations en PM10 est très révélatrice.

Les concentrations en milieu extérieur sont stables tout au long de la journée et proches entre-elles malgré la différence de typologie entre les deux stations fixes.

Les concentrations relevées au niveau des trois sites de la station de métro s'élèvent globalement vers 7h00 et se stabilisent de nouveau vers 22h : une source interne au métro est de nouveau confirmée pour les PM<sub>10</sub> puisque les concentrations s'élèvent en parallèle des horaires de fonctionnement du métro.

Trois pics de concentrations se distinguent depuis le tunnel : un premier à 10h, un autre à 14h et un dernier à 20h. Les concentrations du hall suivent une tendance similaire (mais moins marquée : pas de pics nets) avec cependant une dernière hausse à 18h au lieu de 20h. Il est fortement possible que le hall subisse également l'influence de l'extérieur : au regard des concentrations relevées au niveau des trois points intérieurs de mesures, le quai est le site qui semble être le moins exposé, or, il est davantage confiné comparé au hall.

L'évolution des concentrations en PM<sub>10</sub> dans le tunnel par rapport aux passages des rames, corréle l'hypothèse d'une source de poussières en suspension propre au métro. Ainsi, plus la fréquence de passages augmente, plus les concentrations s'élèvent. Les tendances d'évolution sont tout à fait similaires entre les deux courbes observées.



## Les PM<sub>2,5</sub>

Particules fines (PM <sub>2,5</sub> )			
Campagne 2013-2014	Concentration moyenne (µg/m <sup>3</sup> )	Valeur horaire maximale (µg/m <sup>3</sup> )	Valeur journalière maximale (µg/m <sup>3</sup> )
Quai Eurotéléport	15	64 le 09/01/2014 à 12h00	29 le 09/01/2014
Tunnel Eurotéléport	15	101 le 09/01/2014 à 20h00	35 le 09/01/2014
Lille Fives (station fixe)	11	49 le 12/01/2014 à 01h00	40 le 13/12/2013
Roubaix Serres (station fixe)	14	88 le 19/01/2014 à 23h00	41 le 13/12/2013
Valeur réglementaire (air extérieur) à ne pas dépasser	26 (moyenne annuelle)	-	-

Historique		Concentration moyenne (µg/m <sup>3</sup> )	Valeur horaire maximale (µg/m <sup>3</sup> )	Valeur journalière maximale (µg/m <sup>3</sup> )
2007-2008	Tunnel République	86	244	147
2010	Quai Lille Flandres	68	257	119

La concentration moyenne relevée dans le tunnel est légèrement supérieure à celle relevée en fond urbain, et est du même ordre de grandeur que ce qui peut être observé en proximité automobile. La valeur horaire maximale a été identifiée au niveau du tunnel, le 9 janvier 2014, à 20h00 avec une concentration égale à 101 µg/m<sup>3</sup>. La moyenne journalière maximale a quant à elle été relevée le 13 décembre 2013, au niveau de la station fixe de Roubaix Serres (proximité automobile).

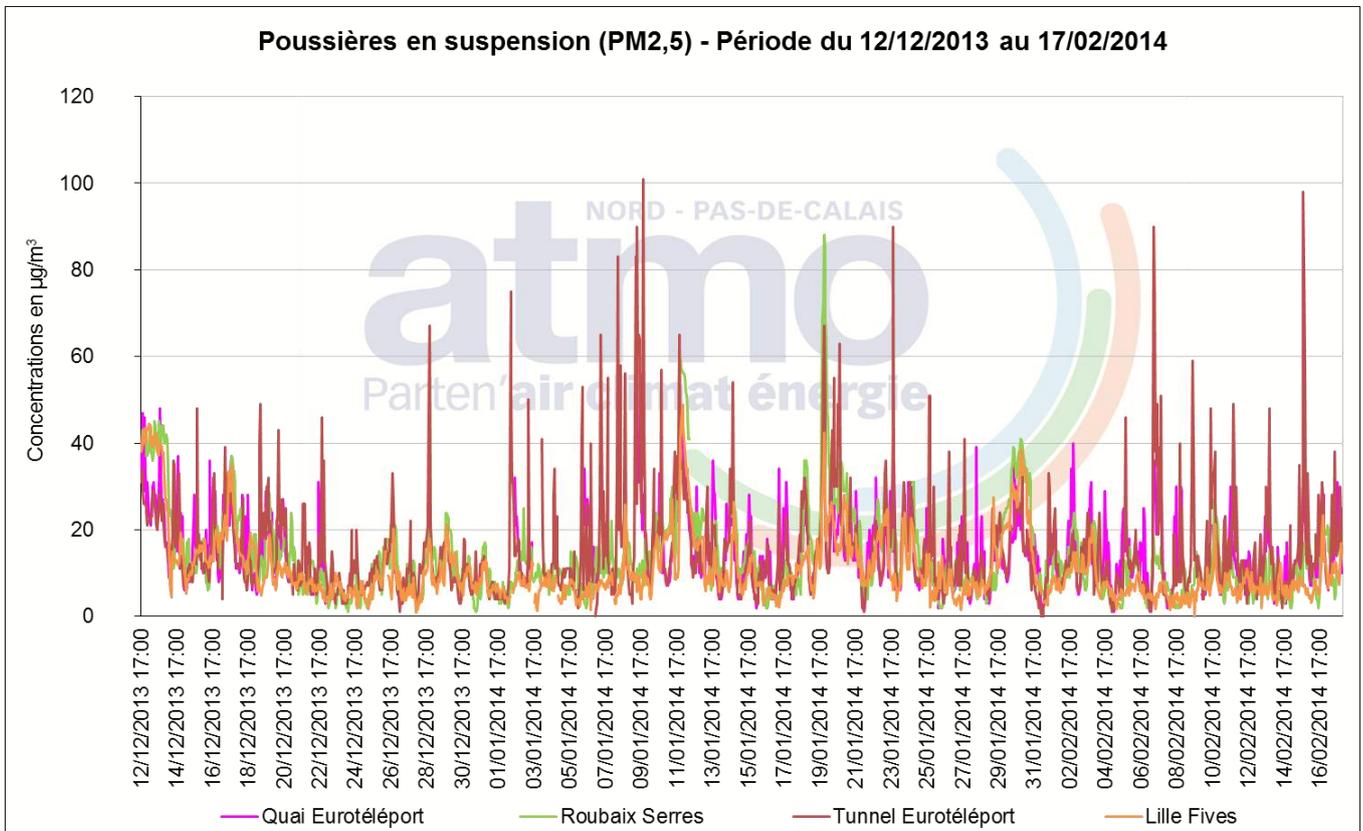
Au regard des valeurs réglementaires à ne pas dépasser en air extérieur, la moyenne annuelle est respectée sur l'ensemble des sites d'études. En ce qui concerne les valeurs recommandées en air intérieur, les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) risquent d'être dépassées pour les PM<sub>2,5</sub> sur une exposition à long terme et ont été dépassées sur 24 heures.

Le taux de fonctionnement étant inférieur à 75% pour l'observation des concentrations en PM<sub>2,5</sub> sur le quai, les mesures sont considérées comme non représentatives et ne peuvent donc être comparées à une valeur réglementaire. Elles figureront sur le graphe suivant, à titre indicatif.

Comparée aux campagnes précédentes, les concentrations (moyennes, horaires et journalières) relevées sont nettement inférieures à ce qui a pu être observées en 2007-2008 et 2010, sur les stations République et Lille Flandres.

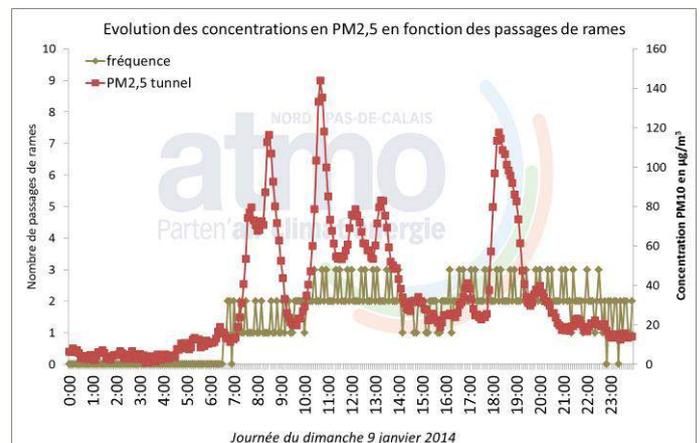
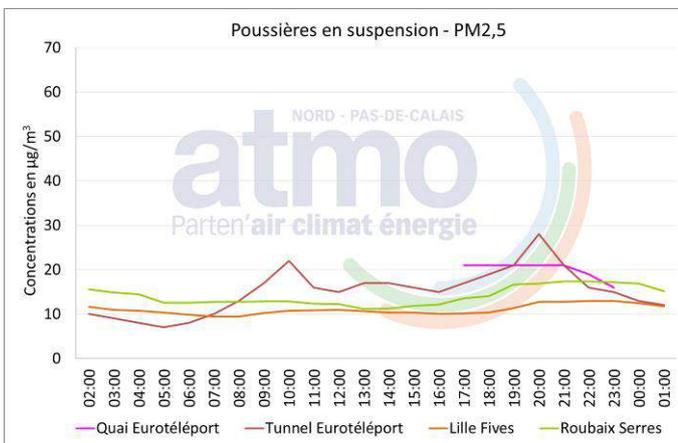


[Evolution des concentrations horaires](#)



L'évolution des concentrations horaires en PM<sub>2,5</sub> montre une évolution similaire entre les différents points de mesures, avec, comme pour les PM<sub>10</sub>, des amplitudes de concentrations plus marquées au niveau du tunnel (présence de nombreux pics tout au long de la campagne de mesures). Des pics sont également visibles depuis le quai, dans une moindre mesure.

[Profils journaliers](#)

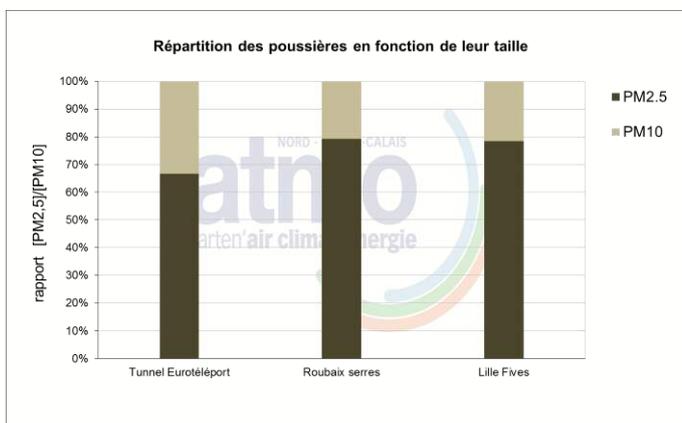




L'étude du profil journalier des concentrations en  $PM_{2,5}$  montre des niveaux plus élevés au niveau du tunnel, en particulier de 8h00 à 22h00. Une source de  $PM_{2,5}$  propre au métro est ici également identifiée. Le profil journalier des concentrations issues du quai n'est ici pas exploitable.

L'évolution des concentrations de  $PM_{2,5}$  dans le tunnel en fonction des horaires de passages de rames, montre, comme pour les  $PM_{10}$ , une évolution globalement similaire entre les deux courbes : lorsque la fréquence augmente, les concentrations s'élèvent, et lorsque la fréquence diminue, les concentrations diminuent également. Les amplitudes de concentrations en  $PM_{2,5}$  sont très marquées : les augmentations ne sont pas progressives mais soudaines, de même que les diminutions. La source pourrait être différente de celle émettant des  $PM_{10}$ , mais reste néanmoins propre au métro.

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



La part des  $PM_{2,5}$  dans les particules en suspension ( $PM_{10}$ ) est d'environ 67% au niveau du tunnel, tandis qu'en extérieur elle est respectivement de 79% et 78% à Roubaix Serres et Lille Fives.

Au regard des campagnes précédemment effectuées, ces résultats se rapprochent davantage de ce qui a pu être observé au niveau de la station de métro République, que des observations liées à la station de métro Lille Flandres (pour cette dernière, la part des  $PM_{10}$  était prépondérante).

Il semblerait donc, de part ce constat, que le matériau de roulement utilisé n'ait pas d'influence sur le type de poussières que l'on retrouve en majorité.

- Pour rappel :
- Station République : ligne 1 : piste de roulement en béton
  - Station Eurotéléport : ligne 2 : piste de roulement en métal
  - Station Lille Flandres : ligne 1 ET ligne 2 : les deux pistes sont présentes.



## Les métaux lourds

 Concentrations moyennes en ng/m<sup>3</sup> pendant la campagne

Campagne 2013-2014	As	Cd	Ni	Pb	Cr	Cu	Fe	Mn	Zn
Hall Eurotéléport	0,4	0,2	3,7	5,7	13,4	196,2	3 122	27,6	44,1
Quai Eurotéléport	0,4	0,3	5,2	7,9	<LD <sup>1</sup>	164,9	2 296	24,9	47,5
Tunnel Eurotéléport	1,1	0,3	12,7	7,4	42,0	610,6	10 427	82,9	83,3
Marcq-en-Barœul	0,4	0,2	1,3	6,1	<LD	10,4	251	3,7	31,0
Valeur réglementaire (air extérieur)	6	5	20	500	-	-	-	-	-

Historique		As	Cd	Ni	Pb	Cr	Cu	Fe	Mn	Zn
2007-2008	Quai République (été)	9,6	0,7	50,0	28,0	160,0	3 600	49 002	430,0	270,0
	Quai Eurotéléport (été)	1,3	0,3	12,2	8,2	49,6	731,5	11 431	95,7	152,3
	Quai République (hiver)	5,4	0,3	42,6	19,5	81,1	834,9	14 605,0	137,9	180,1
	Quai Eurotéléport (hiver)	2,2	0,3	9,8	12,8	25,9	533,8	7 277	66,3	137,4
2010	Hall République	1,4	0,5	21,0	19,1	32,4	375,9	6 502	64,8	106,9
	Quai République	4,3	0,5	45,5	17,9	58,2	688,1	11 983	111,0	139,8
	Tunnel République	7,8	0,7	86,5	23,6	83,7	1 274	22 783	239,1	244,2
	Quai Lille Flandres	4,8	0,5	26,3	17,3	69,9	993,7	22 231	255,5	139,7

Si l'on compare les valeurs obtenues lors de la dernière campagne de mesures aux valeurs réglementaires en air ambiant, l'arsenic, le cadmium, le nickel et le plomb<sup>2</sup> affichent des moyennes bien en dessous des valeurs réglementaires à ne pas dépasser,

Vis-à-vis des campagnes de mesures réalisées précédemment dans le métro lillois, les résultats obtenus sont nettement plus faibles lors de cette campagne 2013-2014. La piste de roulement métallique (et non béton), l'optimisation du freinage électrique au détriment du mécanique, peuvent ainsi être des premiers éléments de réponse quant à la baisse significative des concentrations observées, notamment dans le tunnel. Cependant, comme précisé pour les polluants gazeux et les poussières, les stations étudiées n'étant pas les mêmes au fil des années, la comparaison est à prendre avec du recul puisque d'autres facteurs propre à une station de métro donnée peuvent influencer les résultats.

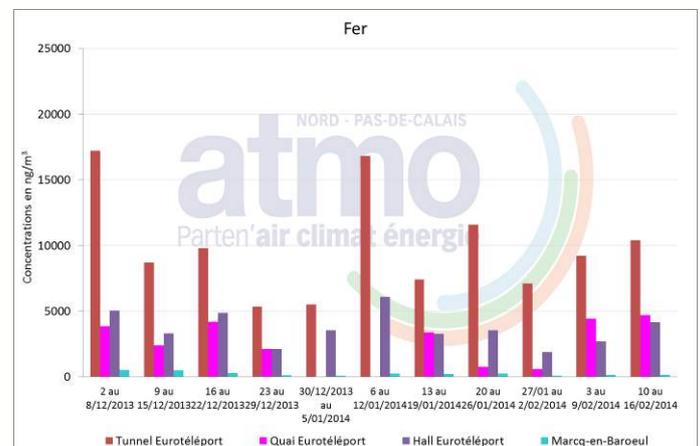
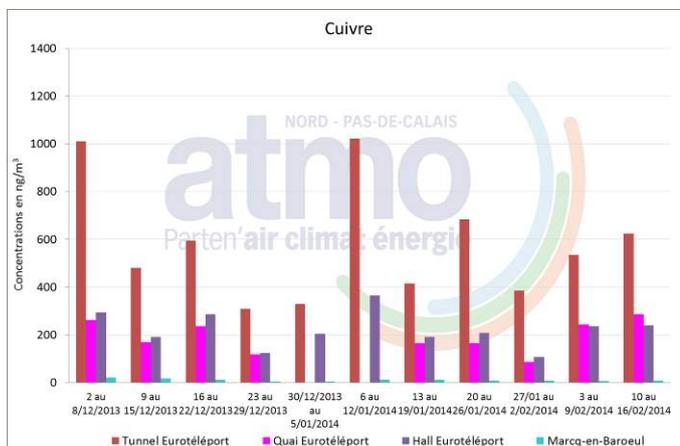
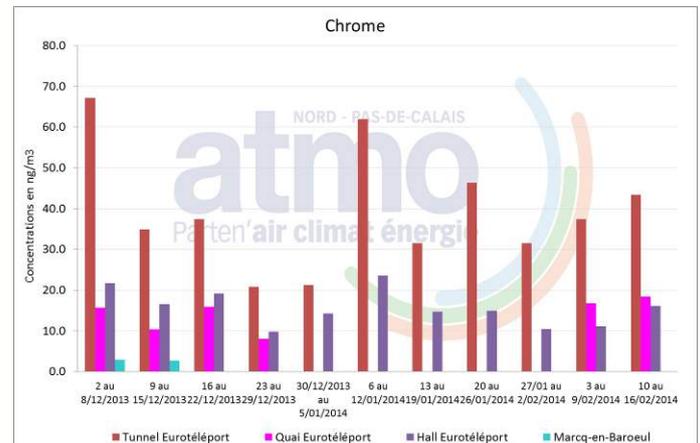
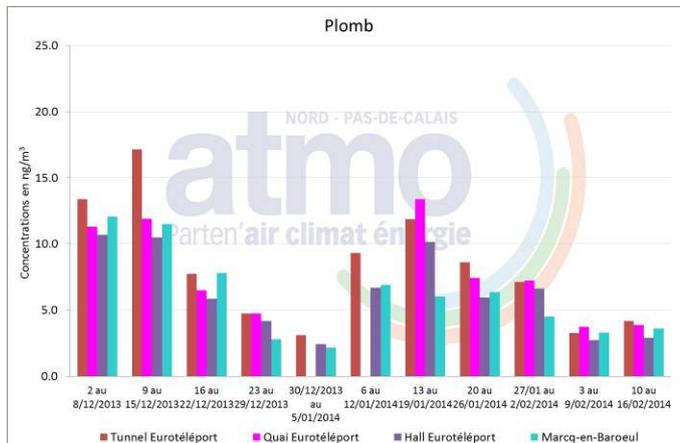
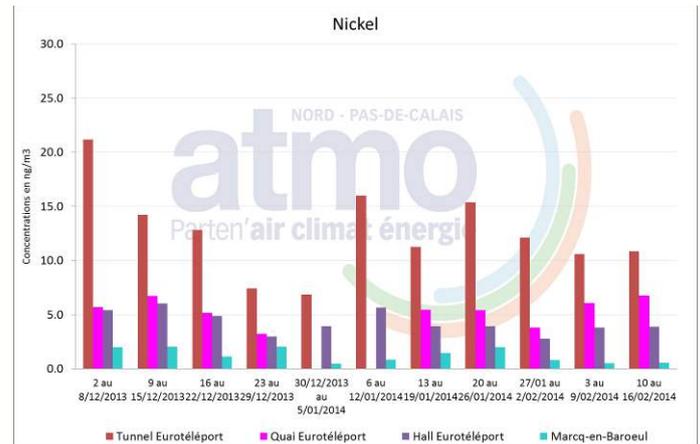
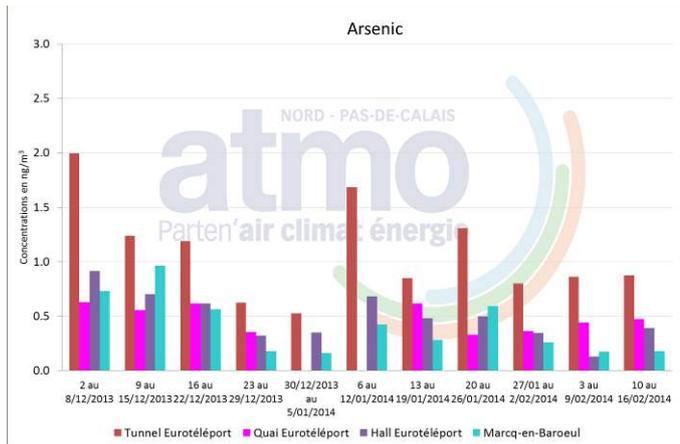
<sup>1</sup> Inférieur à la limite de détection

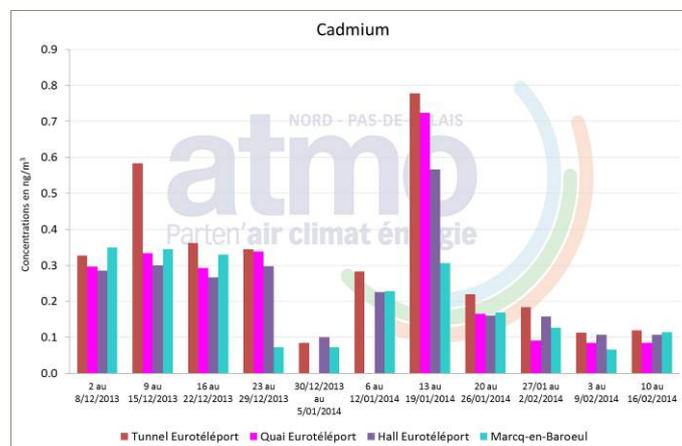
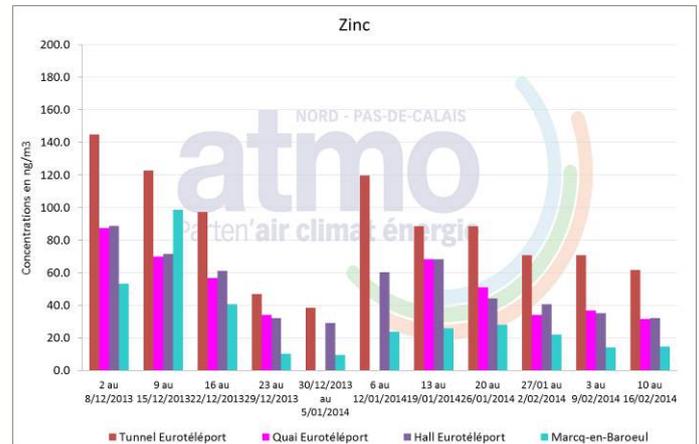
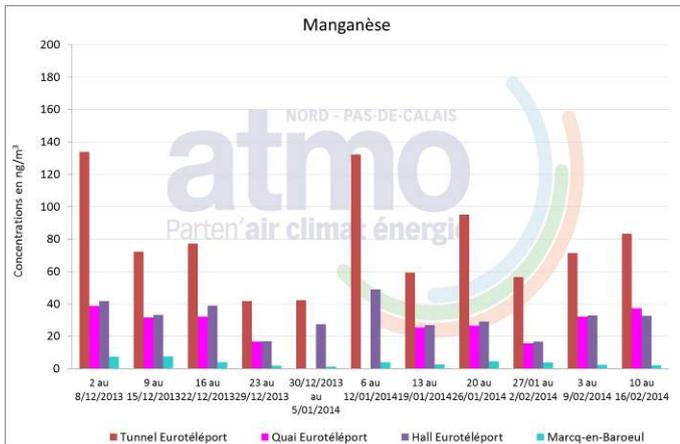
<sup>2</sup> Pour les autres métaux lourds, il n'existe pas à ce jour de valeur réglementaire en air ambiant



## Evolution des concentrations hebdomadaires

Les mesures effectuées au niveau du quai lors des semaines du 30/12/2013 et du 06/01/2014 n'apparaissent pas sur les graphes suivant : les mesures de métaux n'ont pas pu être faites durant ces deux semaines en raison de problèmes de coupures électriques. Néanmoins, le taux de fonctionnement égal à 82% (9 semaines effectives sur 11 prévues) reste suffisamment élevé pour que les mesures soient considérées comme représentatives.





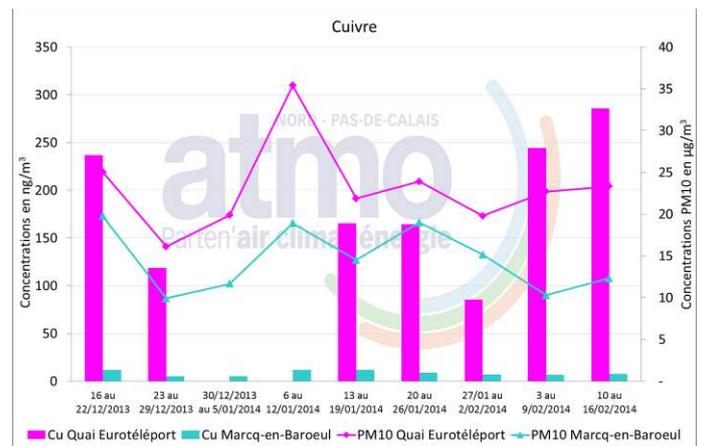
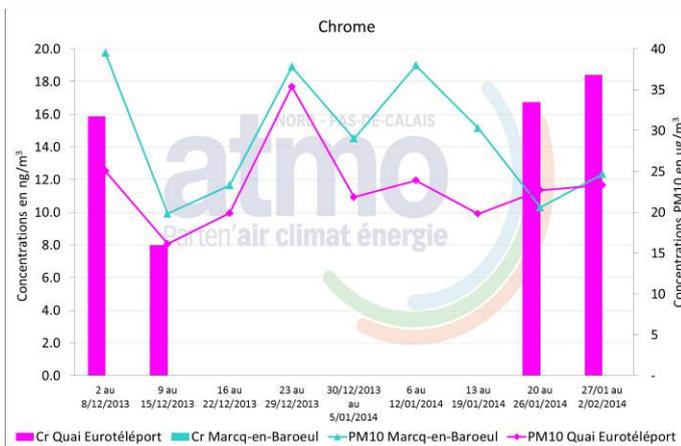
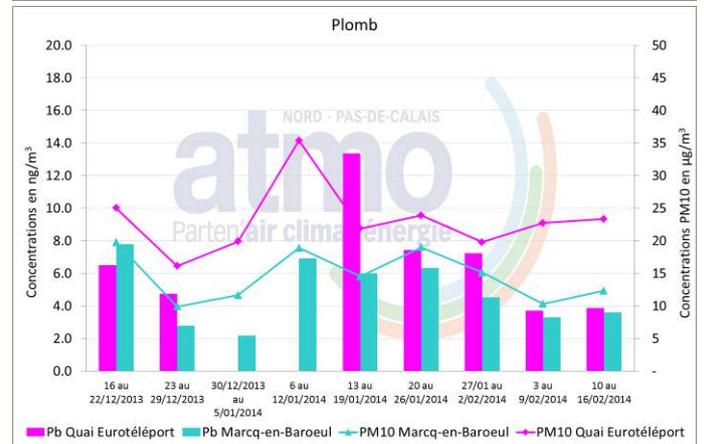
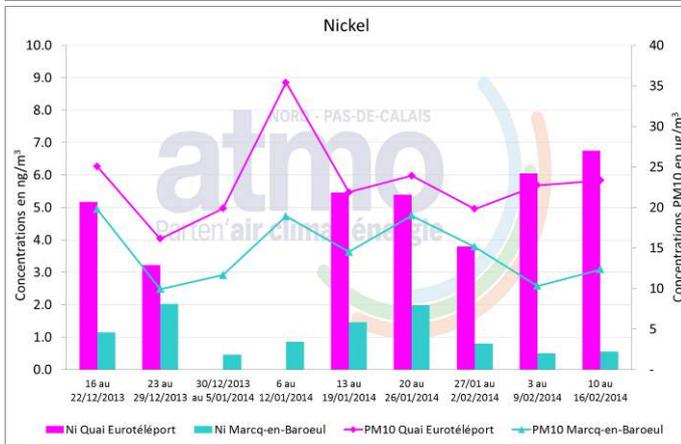
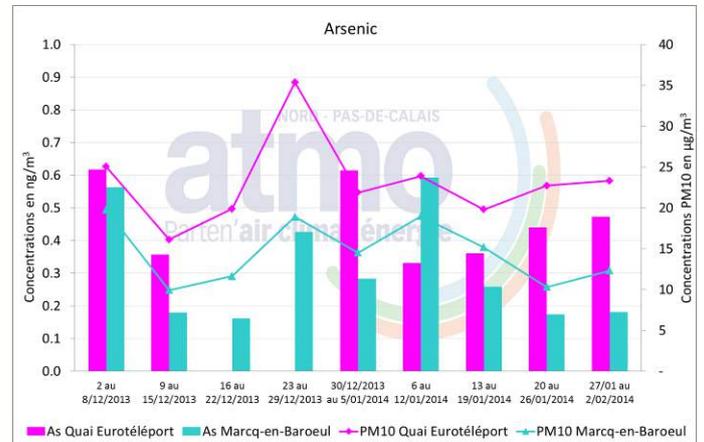
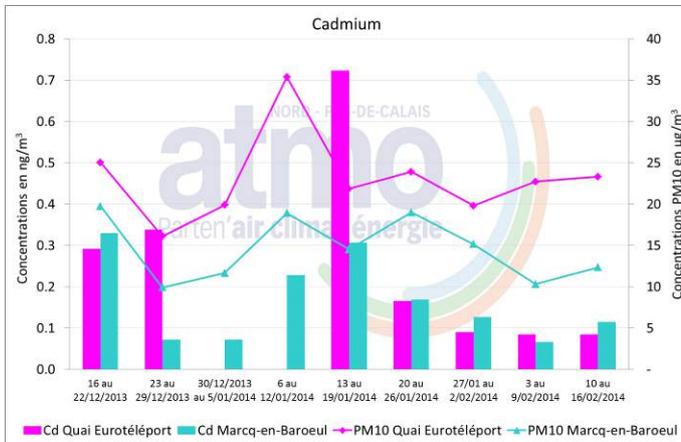
**Pour tous les métaux lourds mesurés, mis à part le cadmium et le plomb**, les concentrations observées sont toutes largement supérieures à ce qui peut être relevé en extérieur (via notamment la station fixe de proximité urbaine de Marcq-en-Barœul). Parmi les trois points de mesures de la station de métro, le site qui recense la valeur la plus élevée, et souvent de loin, est **le tunnel**. Les mesures effectuées sur le quai et dans le hall, sont en revanche similaires entre-elles. L'analyse non exhaustive de la composition chimique des particules relevées dans le métro montre que les constituants majeurs sont **le fer et le cuivre**, avec respectivement des valeurs 42 et 59 fois plus élevées qu'en extérieur.

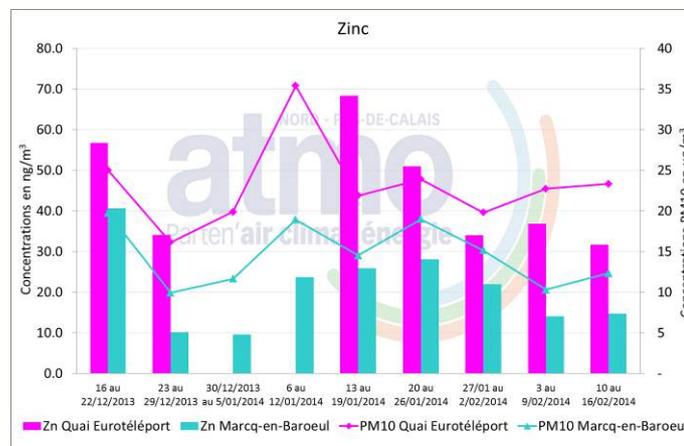
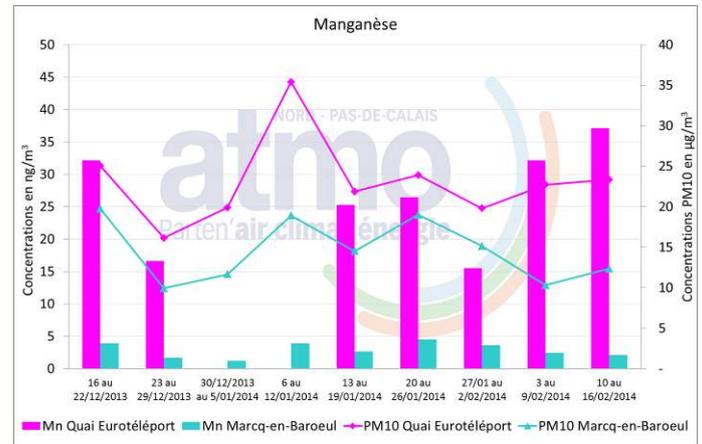
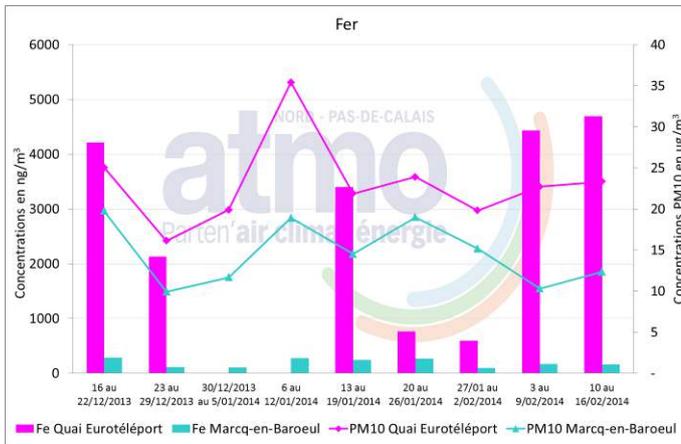
Quelques particularités sont notables lors de cette campagne :

- Sur l'ensemble de la période de mesures, deux semaines se démarquent avec des valeurs particulièrement élevées au niveau du tunnel pour l'ensemble des métaux (sauf le cadmium et le plomb) : les semaines du 02/12 et du 06/01. Lors de ces semaines, il n'y a pas eu de travaux ni d'augmentation spécifique du trafic du métro.
- Le cadmium se démarque quant à lui avec une élévation des concentrations, visible en particulier au niveau du tunnel, lors des semaines du 9 décembre et du 13 janvier (soit en décalage d'une semaine vis-à-vis de la remarque précédente),
- Les concentrations relevées en nickel évoluent quant à elles de façon croissante entre le point extérieur de mesures (c'est-à-dire la station fixe de Marcq-en-Barœul) et le point le plus confiné du métro (le tunnel), Cette observation est valable pour chaque semaine étudiée.



## Evolution de la part des métaux lourds vis-à-vis des poussières en suspension





Globalement, les composés métalliques relevés à Eurotéléport ne suivent pas systématiquement la même dynamique que les poussières en suspension. Il peut ainsi arriver que d'une semaine à l'autre, lorsque les concentrations en PM<sub>10</sub> augmentent, les concentrations en métaux lourds baissent. La part des métaux lourds dans les PM<sub>10</sub> n'est alors pas proportionnelle aux concentrations pouvant être observées. La charge des PM<sub>10</sub> en métaux lourds varie et les poussières sont composées de multiples polluants (carbone, suie, etc.), cela explique que le rapport métaux lourds / PM<sub>10</sub> ne soit pas identique mais évolue au fil du temps.



## Valeurs recueillies dans des études similaires

Etude préliminaire de la qualité de l'air dans le métro lyonnais<sup>1</sup>  
Air Rhône-Alpes

Année	Polluant	Valeur moyenne	Valeur horaire maximale	Unités
2002	CO	0,88	2,93	mg/m <sup>3</sup>
	NO <sub>2</sub>	39	82	µg/m <sup>3</sup>
	PM <sub>2,5</sub>	80	252	µg/m <sup>3</sup>
	PM <sub>10</sub>	123 - 171 (ligne D)	469 (ligne D)	µg/m <sup>3</sup>
		58 - 67 (ligne A)	192 (ligne A)	µg/m <sup>3</sup>

Etude préliminaire de la qualité de l'air dans le métro rennais<sup>2</sup>  
Air Breizh – Quai de la station Triangle pour CO, le NO<sub>2</sub> et les PM<sub>10</sub>, et quai de la station République pour les métaux

Année	Polluant	Valeur moyenne	Valeur horaire maximale	Unités
2004 (été)	CO	0,231	0,654	mg/m <sup>3</sup>
	NO <sub>2</sub>	16	61	µg/m <sup>3</sup>
	PM <sub>10</sub>	-	-	µg/m <sup>3</sup>
	Plomb	4,8	-	ng/m <sup>3</sup>
	Nickel	8,2	-	ng/m <sup>3</sup>
	Manganèse	105,5	-	ng/m <sup>3</sup>
	Chrome	61,8	-	ng/m <sup>3</sup>
	Fer	11350,3	-	ng/m <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Lien vers l'étude :

[file:///C:/Users/svermeesch/Downloads/etude\\_preliminaire\\_de\\_la\\_qualite\\_de\\_lair\\_dans\\_le\\_metro\\_lyonnais\\_2002\\_synthes\\_e%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/svermeesch/Downloads/etude_preliminaire_de_la_qualite_de_lair_dans_le_metro_lyonnais_2002_synthes_e%20(2).pdf)

<sup>2</sup> Lien vers l'étude : [http://www.airbreizh.asso.fr/uploads/media/rapport\\_Rennes\\_Metro\\_V4.pdf](http://www.airbreizh.asso.fr/uploads/media/rapport_Rennes_Metro_V4.pdf)



Année	Polluant	Valeur moyenne	Valeur horaire maximale	Unités
2005 (hiver)	CO	0,381	2,126	mg/m <sup>3</sup>
	NO <sub>2</sub>	28	84	µg/m <sup>3</sup>
	PM <sub>10</sub>	16	77	µg/m <sup>3</sup>
	Plomb	11,6	-	ng/m <sup>3</sup>
	Nickel	5,4	-	ng/m <sup>3</sup>
	Manganèse	55,8	-	ng/m <sup>3</sup>
	Chrome	28,4	-	ng/m <sup>3</sup>
	Fer	5878,2	-	ng/m <sup>3</sup>

Les résultats obtenus pour les métaux lourds sont des concentrations moyennes journalières.

## Etude de la qualité de l'air de la gare SNCF de Rouen<sup>1</sup>

### Air Normand – Quai central de la gare

Année	Polluant	Valeur moyenne	Valeur horaire maximale	Unités
2004-2005	NO <sub>2</sub>	81	425	µg/m <sup>3</sup>
	PM <sub>10</sub>	42	-	µg/m <sup>3</sup>
	Plomb	35,4	-	ng/m <sup>3</sup>
	Nickel	16,7	-	ng/m <sup>3</sup>
	Arsenic	3,4	-	ng/m <sup>3</sup>
	Cadmium	0,5	-	ng/m <sup>3</sup>
	Manganèse	49,2	-	ng/m <sup>3</sup>
	Chrome	41,5	-	ng/m <sup>3</sup>
	Fer	4115,0	-	ng/m <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Source : [http://www.atmo-alsace.net/medias/produits/Campagne\\_de\\_mesure\\_de\\_l.pdf](http://www.atmo-alsace.net/medias/produits/Campagne_de_mesure_de_l.pdf)



## Etude de la qualité de l'air dans le métro de Rouen<sup>1</sup> Air Normand – Station de tramway Gare Rue Verte

Année	Polluant	Valeur moyenne	Valeur horaire maximale	Unités
2005	PM <sub>10</sub>	94	246	µg/m <sup>3</sup>
	Plomb	30,8	-	ng/m <sup>3</sup>
	Nickel	27,4	-	ng/m <sup>3</sup>
	Arsenic	2,8	-	ng/m <sup>3</sup>
	Cadmium	0,4	-	ng/m <sup>3</sup>
	Manganèse	49,2	-	ng/m <sup>3</sup>
	Chrome	222,6	-	ng/m <sup>3</sup>
	Fer	29160	-	ng/m <sup>3</sup>

## Etude de la qualité de l'air dans le métro de Toulouse<sup>2</sup> Oramip – Quai de la station Compans Caffarelli

Année	Polluant	Valeur moyenne	Valeur horaire maximale	Unités
2012	PM <sub>10</sub>	42	396	µg/m <sup>3</sup>
	PM <sub>2,5</sub>	28	117	µg/m <sup>3</sup>
	NO <sub>2</sub>	52	158	µg/m <sup>3</sup>
	Plomb	8,1	–	ng/m <sup>3</sup>
	Arsenic	0,6	–	ng/m <sup>3</sup>
	Cadmium	2,5	–	ng/m <sup>3</sup>
	Nickel	8,1	–	ng/m <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Source : [http://www.atmo-alsace.net/medias/produits/Campagne\\_de\\_mesure\\_de\\_l.pdf](http://www.atmo-alsace.net/medias/produits/Campagne_de_mesure_de_l.pdf)

<sup>2</sup> Source : <http://www.oramip.org/backoffice/classeur/showCarte.php?id=671&bugMoz=0>



➤ Résultats obtenus sur le quai du métro lillois au regard de valeurs recueillies dans des études similaires

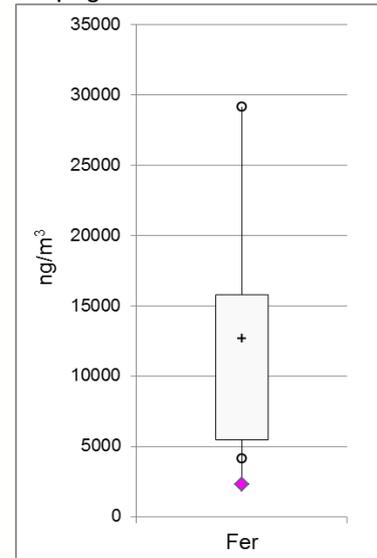
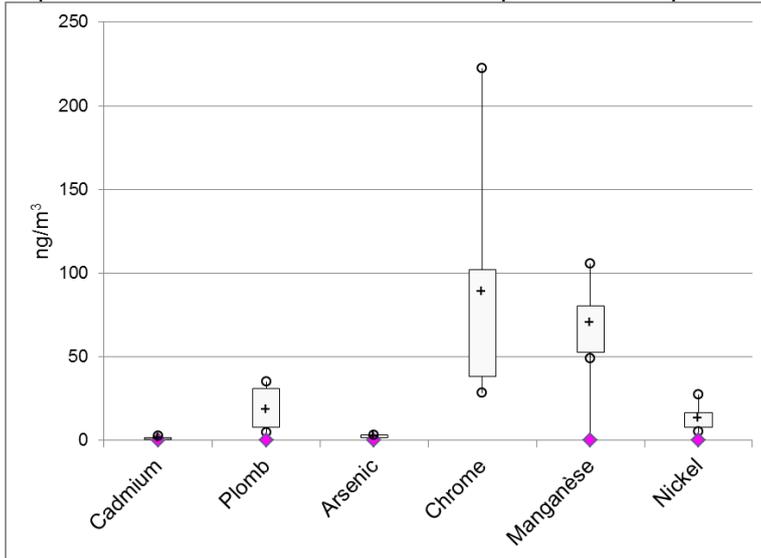
Les valeurs moyennes des différentes études présentées ci-dessus ont été reprises dans les « boîtes à moustaches » suivantes.

Les cercles (°) représentent la valeur minimale et la valeur maximale recueillies dans les différentes études.

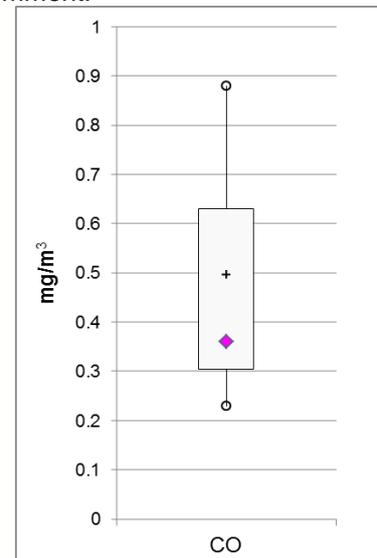
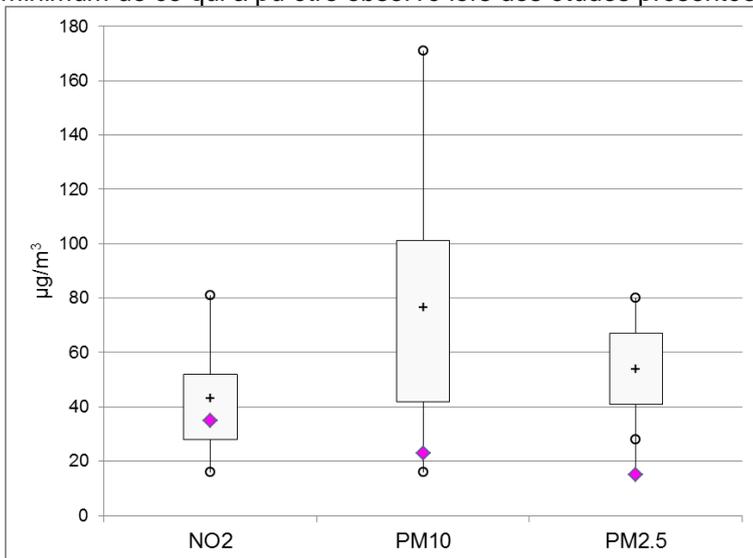
Le (+) représente la moyenne de toutes les valeurs.

Les bords inférieur et supérieur des rectangles (=boîtes) représentent respectivement les premier et troisième quartiles (représentation du quart et des ¾ de chaque échantillon).

Le point rose est la valeur obtenue sur le quai d'Eurotéléport lors de cette campagne.



Pour les métaux lourds, les résultats obtenus sur le quai de la station Eurotéléport représentent à chaque fois le minimum de ce qui a pu être observé lors des études présentées précédemment.



La concentration obtenue à Lille pour les PM<sub>2,5</sub> est la valeur minimale observée parmi les autres études.

Pour le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) et le monoxyde de carbone (CO), les concentrations sont inférieures aux moyennes respectives observées pour les deux polluants.

La concentration obtenue en PM<sub>10</sub> est proche du minimum ayant pu être observé, bien en-dessous de la moyenne générale. Globalement les résultats obtenus lors de cette étude sont plus faibles que ceux obtenus en moyenne dans les autres études du même type.



## CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Dans le cadre de la circulaire DGS/SD 7B N°2003-314 du 30 juin 2003, Transpole a sollicité l'association atmo Nord-Pas-de-Calais afin d'effectuer une nouvelle campagne de mesures de la qualité de l'air dans le métro lillois. Cette étude fait suite à deux précédentes campagnes : la première a été effectuée en 2007-2008 au niveau des stations République et Eurotéléport ; la seconde a été réalisée en 2010, au niveau des stations République et Lille Flandres.

Cette année, à la différence des deux précédentes études, la campagne de mesures (ayant eu lieu du 12 décembre 2013 au 17 février 2014) a porté sur une seule station de métro, la station Roubaix-Eurotéléport (ligne 2), en raison de travaux de longue durée portant sur la ligne 1 du métro.

En cette 3<sup>ème</sup> campagne de mesures, **les conditions météorologiques** ont été globalement stables, hormis lors de la première quinzaine de mesures, où elles ont été marquées par une pression atmosphérique élevée et une vitesse de vent faible, d'où de mauvaises conditions de dispersion. Des épisodes de poussières en suspension ont notamment eu lieu concernant la métropole lilloise, du 3/12/13 au 5/12/13 et du 11/12/13 au 14/12/13.

**Les paramètres de confort** (humidité relative, température et teneur en dioxyde de carbone) mesurés sur le quai, respectent les valeurs conseillées par la norme AFNOR XP X 43-401 (audit de la qualité de l'air dans les locaux non industriels-1998), excepté pour la température où l'on est en-dessous de ce qui est préconisé.

Les concentrations en **oxyde d'azotes** relevées lors de cette campagne, confirment une nouvelle fois les tendances déjà observées auparavant : les teneurs présentes dans la station de métro restent majoritairement liées à l'influence du trafic automobile ayant lieu à proximité extérieure de la station.

Pour ce qui est du **dioxyde de soufre** et malgré un nombre insuffisant de données pour ce polluant, les mesures recensées restent bien en-dessous de ce qui peut être observé en air extérieur. Les valeurs observées ne permettent pas de conclure quant à l'existence d'une source éventuelle propre au métro.

Les concentrations en **monoxyde de carbone** sont en revanche plus élevées que les valeurs obtenues en proximité automobile. Une source propre au métro est envisagée. Ce constat est également valable pour les **particules en suspension (PM<sub>10</sub>) et les particules fines (PM<sub>2,5</sub>)**.

En ce qui concerne les concentrations en **métaux lourds, cadmium et plomb mis à part**, les teneurs observées sont toutes largement supérieures à ce qui peut être relevé en extérieur. L'analyse non exhaustive de la composition chimique des particules relevées dans le métro montre que les constituants majeurs sont **le fer et le cuivre**. Une source propre au métro est avérée.

Globalement, au regard des paramètres étudiés, la qualité de l'air observée au niveau de la station Roubaix-Eurotéléport lors de cette campagne apparaît comme étant bien meilleure que celle ayant pu être observée précédemment à Lille Flandres ou République. De plus, les résultats obtenus sont en moyenne plus faibles que dans d'autres études du même type réalisées sur le territoire français.

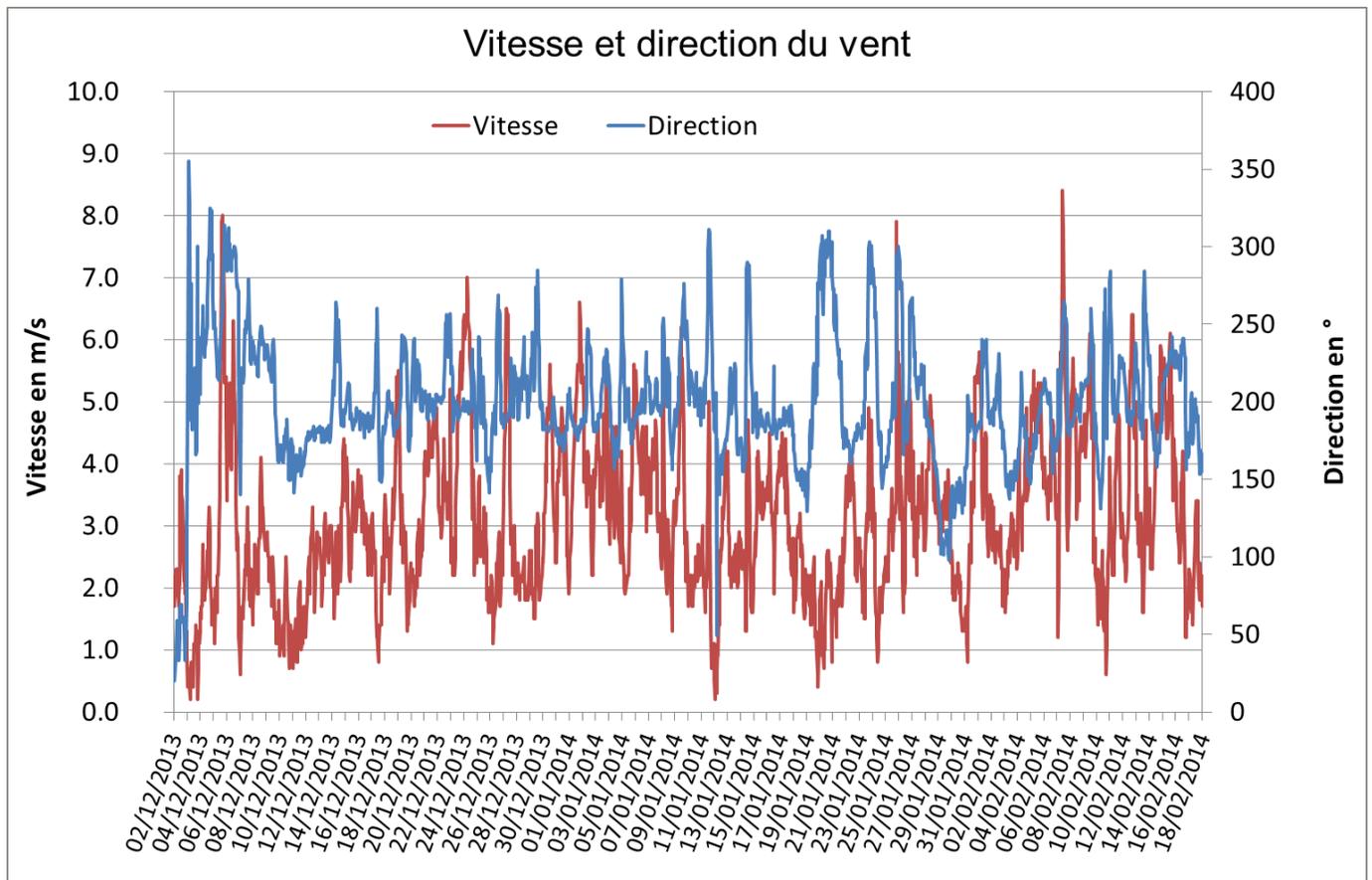
A l'avenir, il serait intéressant d'effectuer une campagne de mesures similaire à celle-ci dans les stations de métro République et Eurotéléport. Les mesures au niveau de la station République permettraient d'évaluer l'impact de l'agrandissement des rames sur la qualité de l'air, et les mesures d'Eurotéléport permettraient d'avoir un point de comparaison vis-à-vis de cette campagne (les campagnes précédentes ayant été réalisées dans des stations de métro différentes, la comparaison ne reste pas stricte au sens scientifique). Au vu des concentrations obtenues, les mesures de dioxyde de soufre pourraient être supprimées.

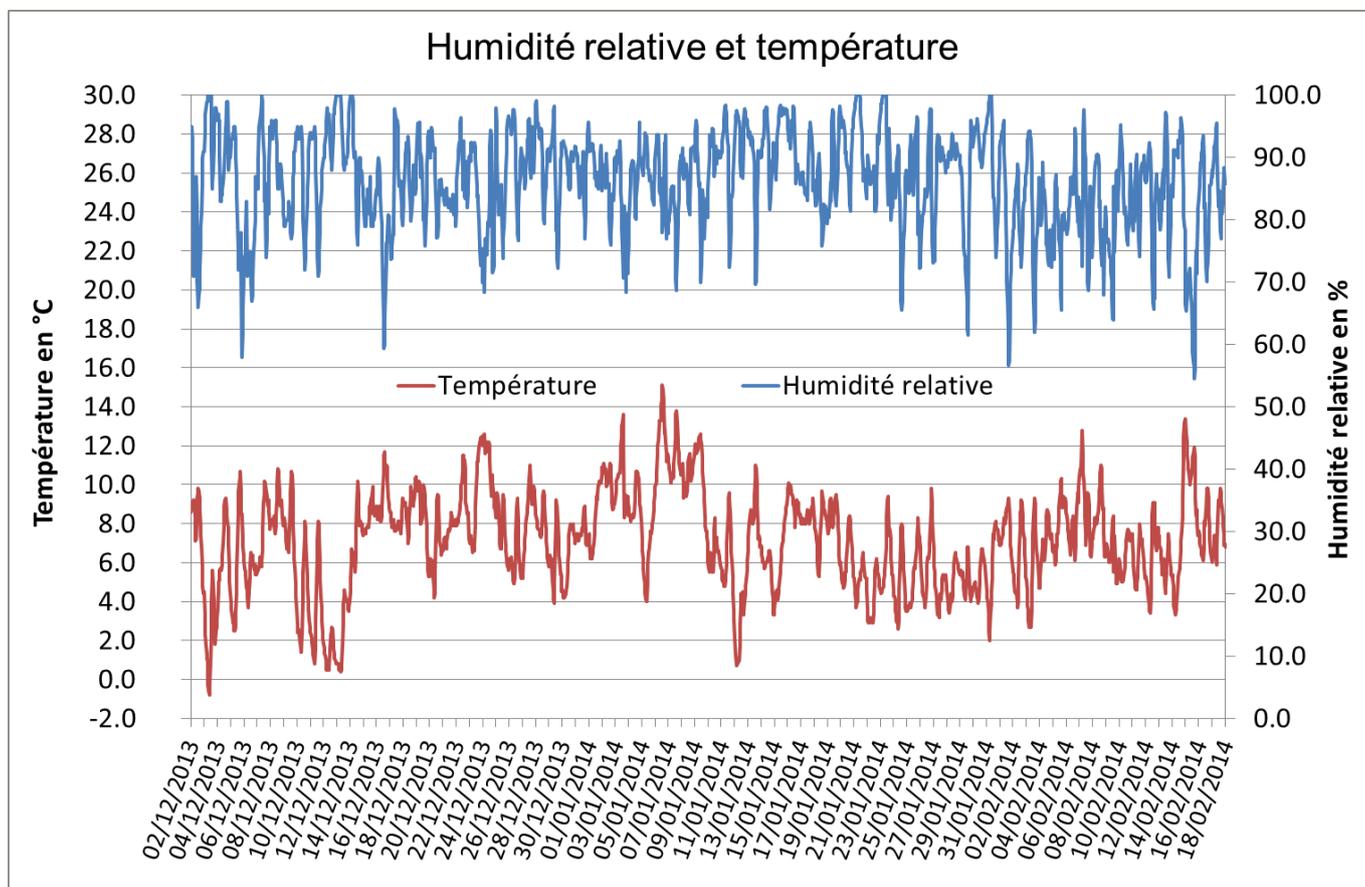


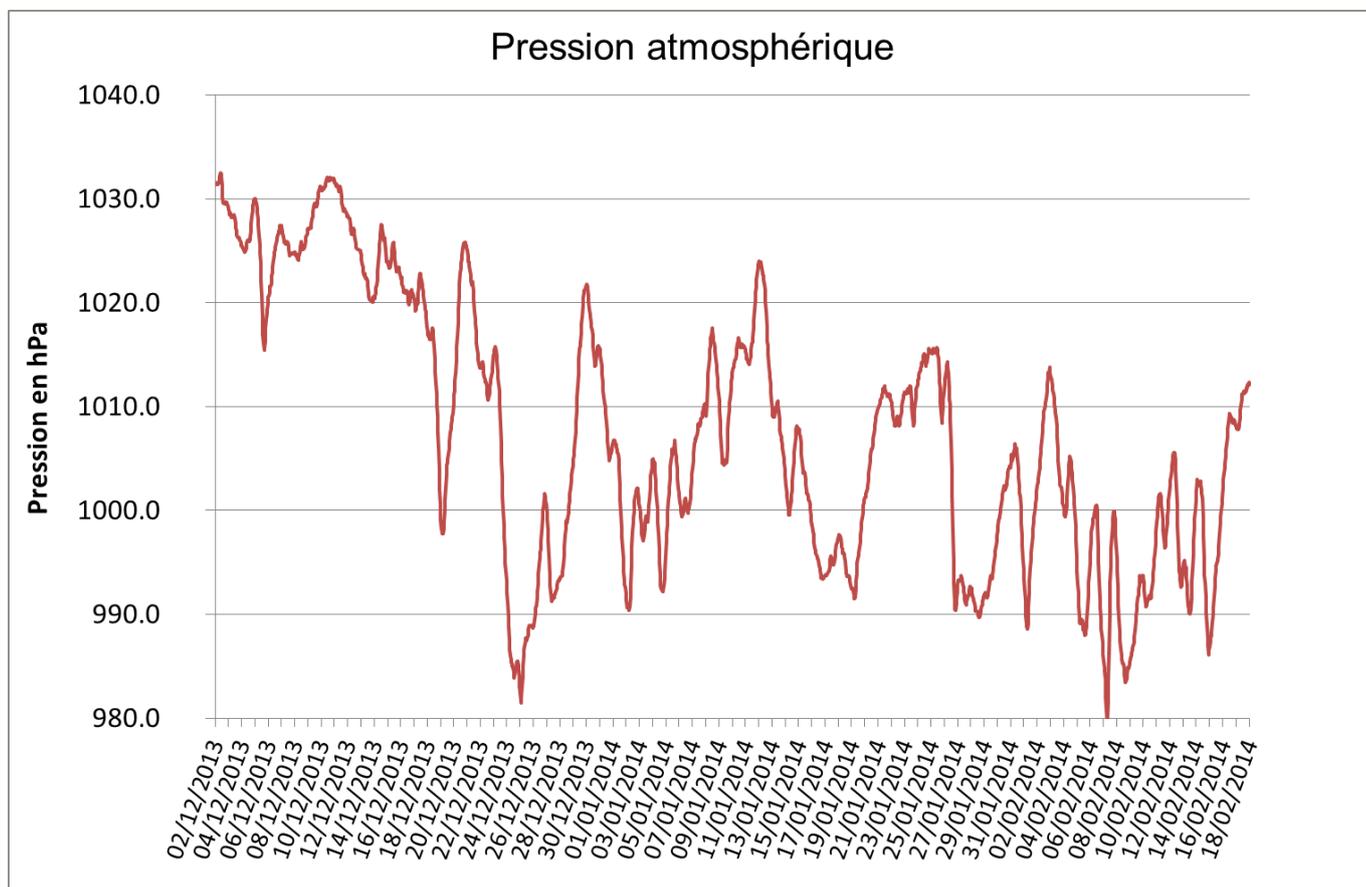
# ANNEXES



## Annexe 1 : Courbes des données météorologiques









## Annexe 2 : Activités de travaux (Diesel)

Le train de travaux affecté à cette portion de ligne est un ancien train de travaux,

Passage du train de travaux de nuit :

- La nuit du 9 au 10/02/2014



## Annexe 3 : Interruption du trafic sur la ligne 2, entre le 29 novembre 2013 et le 17 février 2014

Ne sont conservées par TRANSPOLE que les interruptions de trafic supérieures à 10 minutes :

- Le 30/11/2013 de 16h53 à 17h08
- Le 03/12/2013 de 15h55 à 16h05
- Le 05/12/2013 de 13h47 à 14h27
- Le 08/12/2013 de 19h35 à 20h00
- Le 10/12/2013 de 05h22 à 05h52
- Le 14/12/2013 de 20h40 à 20h55
- Le 17/12/2013 de 20h00 à 20h10
- Le 19/12/2013 de 15h38 à 15h58
- Le 21/12/2013 de 23h10 à 23h20
- Le 23/12/2013 de 18h36 à 18h46
- Le 07/01/2014 de 04h32 à 09h02
- Le 14/01/2014 de 07h08 à 07h23
- Le 16/01/2014 de 16h34 à 16h59
- Le 17/01/2014 de 14h30 à 14h45
- Le 20/01/2014 de 06h46 à 06h56
- Le 22/01/2014 de 18h03 à 19h03
- Le 23/01/2014 de 07h07 à 08h07





Association  
pour la surveillance  
et l'évaluation  
de l'atmosphère  
en Nord - Pas-de-Calais

55 place Rihour  
59044 Lille Cedex  
Tél. : 03 59 08 37 30  
Fax : 03 59 08 37 31  
contact@atmo-npdc.fr  
www.atmo-npdc.fr

surveiller  
accompagner informer