

Surveillance de la qualité de l'air dans le métro de l'agglomération lilloise en 2021

Surveillance sur les quais et dans les rames (12 janvier au 23 mars 2021)

Atmo Hauts-de-France a réalisé en 2021 une étude sur les niveaux de concentrations en poussières (particules en suspension PM10 et particules fines PM2.5) et en métaux sur 3 quais : Gare Lille Flandres, Porte des Postes et Mairie d'Hellemmes et pour la 1^{ère} fois dans les rames de la ligne 1 et de la ligne 2.

Atmo Hauts-de-France

L'Observatoire de l'Air, agréé par le Ministère en charge de l'Ecologie, est constitué des acteurs régionaux et locaux (les collectivités, les services de l'État, les acteurs économiques, les associations) mobilisés sur les enjeux de la qualité de l'Air, en lien avec la Santé, le Climat et l'Énergie.

L'Observatoire de l'Air surveille les polluants atmosphériques, **informe, alerte, sensibilise** et met à la disposition de ses adhérents des outils d'aide à la décision pour les **accompagner** dans la mise en œuvre de leurs projets.

DANS CETTE SYNTHÈSE

- P1 : Contexte et objectifs
- P2 : Sites étudiés
- P3-5 : Résultats
- P6 : Conclusion et perspectives



Contexte

Le temps passé par un voyageur dans les Enceintes Ferroviaires Souterraines (EFS) est souvent court (trajet dans la rame inférieur à 2 heures et attente de quelques minutes sur les quais).

Atmo a mené plusieurs campagnes d'observation au sein du métro lillois (2007-2008, 2010 et 2013-2014). Pour 2021, Atmo a proposé à la Métropole Européenne de Lille (MEL), avec le soutien de l'exploitant du réseau ilévia, de s'appuyer sur le guide de recommandations de l'INERIS dans les EFS publié en 2020, afin de mener à bien cette nouvelle campagne de mesures.

En l'absence de valeurs réglementaires dans les EFS, ce guide permet d'acquérir des données sur les niveaux de pollution dans le métro lillois, selon une approche commune, afin de comparer les résultats à d'autres métros français.

Objectifs

Cette 4^{ème} campagne de mesures dans le métro lillois vise à caractériser les niveaux des concentrations de certains polluants auxquels les voyageurs sont exposés. **L'exposition des usagers a été évaluée sur 3 quais et pour la 1^{ère} fois dans les habitacles des rames.**

Observatoire de l'Air des Hauts-de-France

Bâtiment Douai

199 rue Colbert

59800 Lille

Tél. : 03 59 08 37 30

contact@atmo-hdf.fr

Surveillance de la qualité de l'air dans le métro de l'agglomération lilloise en 2021

SITES ETUDIÉS



Carte des stations des Ligne 1 (jaune) et Ligne 2 (rouge)

Choix des 3 quais instrumentés

Conformément au guide INERIS, une étude préalable menée en 2020, sur les 50 stations souterraines du métro lillois, a permis de hiérarchiser les stations selon leur concentration en particules PM10 et de sélectionner les 3 quais qui ont fait l'objet de mesures fixes en 2021 (2 quais présentant les concentrations les plus importantes en PM10 et quai le plus fréquenté) : Gare Lille Flandres (GLF), Mairie d'Hellemmes (HEL) et Porte des Postes (PDP).

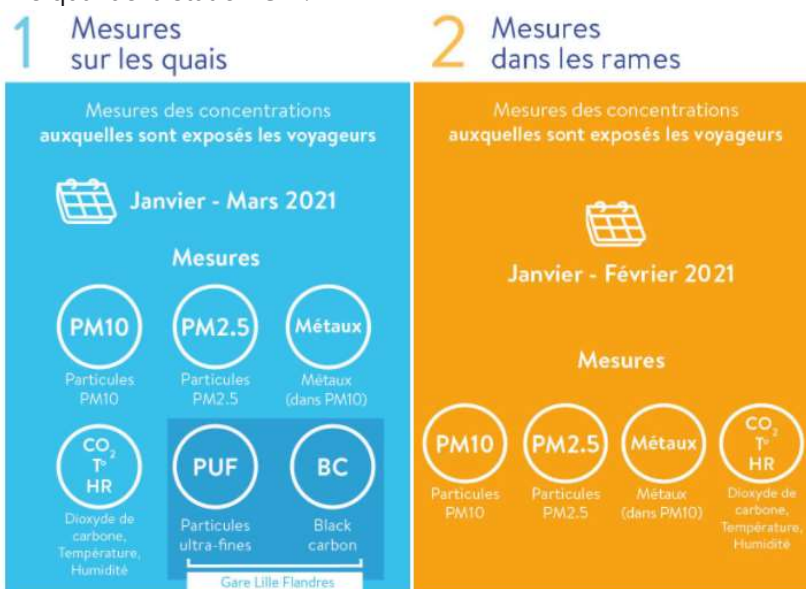
66 Hiérarchisation PM10 préalable des 50 stations souterraines du réseau du métro lillois en 2020

Méthodologie, techniques utilisées

Selon le guide INERIS, les particules en suspension PM10 et PM2.5, ainsi que 11 métaux présents dans les particules PM10 ont été mesurés en continu sur les quais à l'aide d'analyseurs fixes installés dans une enceinte grillagée au milieu du quai à 1,8 mètre du sol (Cf. page 3). Le confort des voyageurs a également été évalué, au travers de la mesure du dioxyde de carbone (CO₂), en tant qu'indicateur de confinement en lien avec le renouvellement d'air, de la température (T°) et de l'humidité relative (HR).

Ces mêmes polluants ont été surveillés dans les habitacles des rames, à l'aide d'analyseurs portatifs, sur 18 séquences de mesures de 1h30 à 2h (9 sur la ligne 1 et 9 sur la ligne 2), lors d'allers-retours du début jusqu'à la fin de la ligne.

Au-delà du guide, Atmo Hauts-de-France a également mesuré les Particules Ultrafines (PUF) et le Black Carbon (BC), spécifiquement sur le quai de la station GLF.



Surveillance de la qualité de l'air dans le métro de l'agglomération lilloise en 2021

RESULTATS SUR LES 3 QUAIS

66 Campagne de mesures de 15 jours sur chacun des 3 quais



PERIODES DE MESURES
(hors vacances scolaires, week-ends et jours fériés)
entre le 12 janvier et le 23 mars 2021

- **GLF** du 12 au 28/01/2021
- **PDP** du 1^{er} au 16/02/2021
- **HEL** du 8 au 23/03/2021

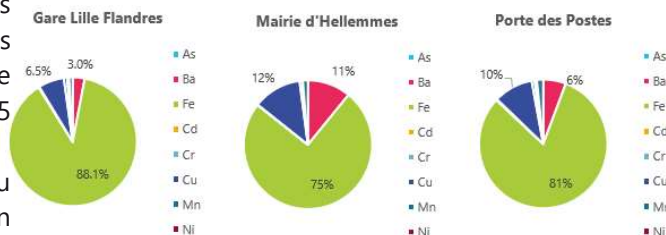
Installation des mesures sur les quais de Gare Lille Flandres (GLF), Porte des Postes (PDP) et Mairie d'Hellemmes (HEL)

Comparaison entre les 3 quais

L'évolution des concentrations horaires montre que les concentrations **en particules (PM10 et PM2.5)** ont les mêmes tendances sur les 3 quais, en semaine et en week-end, avec des concentrations plus élevées aux heures de pointe et en période d'ouverture du métro. Pour HEL, les concentrations en PM2.5 sont plus élevées en période d'ouverture.

Pour les **métaux**, le fer est l'élément prépondérant. Le profil du quai HEL se distingue par de plus grandes proportions en baryum et en cuivre.

Pour ces 3 polluants, les concentrations relevées à HEL sont globalement supérieures à GLF, elles-mêmes supérieures à PDP.



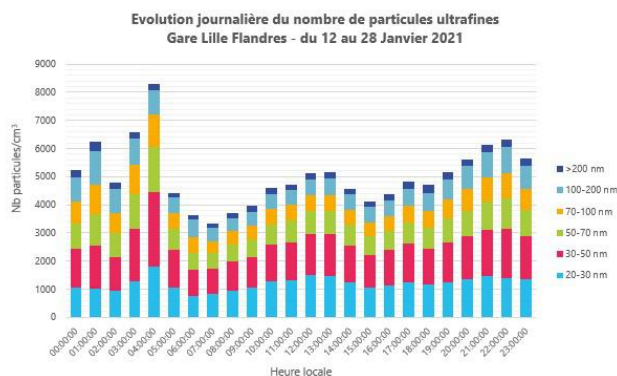
Contribution relative de chaque métal dans l'ensemble des métaux sur les quais

Zoom sur les mesures spécifiques sur le quai GLF

Pour les particules ultrafines (PUF), ce sont les plus petites (taille comprise entre 20 et 50 nm) qui sont les plus nombreuses (52% des particules comptées). Les concentrations entre 21h et 4h du matin sont généralement plus élevées qu'en journée. Les interventions de nuit pourraient en être à l'origine.

Les concentrations en PUF sont plus élevées à l'extérieur, en proximité automobile, que dans la station de métro.

Le Black Carbon (BC) est environ 4 fois plus élevé à GLF que sur les 2 stations de mesures en air ambiant, avec une concentration en semaine 2 fois plus élevée que le week-end.



Evolution journalière des particules ultrafines à la station Gare Lille Flandres

Au regard de l'historique et des autres EFS

Les concentrations en particules ont diminué sur GLF entre 2010 et 2021 (-40% en PM10 et -54% en PM2.5). Les concentrations en métaux sur GLF ont également diminué, hormis pour le zinc.

Le métro lillois présente des résultats inférieurs ou similaires aux autres EFS françaises, hormis sur Mairie d'Hellemmes (HEL) pour le cuivre (+3% par rapport à la valeur maximale des autres EFS). Sur GLF, les concentrations moyennes en BC sont proches de la valeur maximale observée dans le guide de l'INERIS.

Surveillance de la qualité de l'air dans le métro de l'agglomération lilloise en 2021

RESULTATS DANS LES RAMES

L'exposition des usagers a été évaluée pour la 1ère fois dans les habitacles des rames

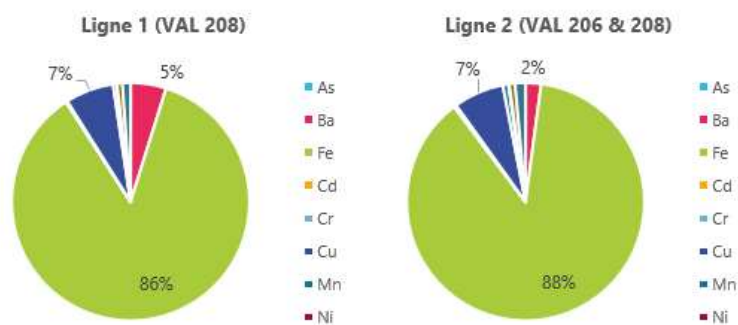
66 18 séquences de mesures (1h30 à 2h) dans les habitacles des rames **dd**

Résultats et comparaison entre les 2 types de rames

Dans les rames, l'exposition des usagers aux **particules en suspension PM10** et aux **particules fines PM2.5** est plus élevée sur la ligne 1 que sur la ligne 2 (facteur de 1.45).

La ligne 1 présente également des concentrations moyennes en **métaux** plus élevées que sur la ligne 2, à l'exception du chrome et du manganèse.

S'agissant de ces 3 polluants pour la ligne 2, qui présente 2 types de matériels roulants, il n'est pas observé de différence entre les concentrations mesurées dans les rames VAL 206 et les rames VAL 208.



Contribution relative de chaque métal dans l'ensemble des métaux dans les rames de métro



Equipement de mesures dans les habitacles des rames

Tout comme les quais, le fer domine également dans les rames (88% pour la ligne 2 et 86% pour la ligne 1), suivi du cuivre et du baryum (6,6% et 4,8% pour la ligne 1 et 6,9% et 2,1% pour la ligne 2).

Le baryum est près de 2 fois plus élevé sur la ligne 1 (5% contre 2%).

Zoom sur les paramètres de confort

Les niveaux de confinement (concentration en dioxyde de carbone - CO₂ -) mesurés dans les rames du métro lillois sont inférieurs aux seuils recommandés par le RSD (Règlement Sanitaire Départemental) de 1 000 ppm et du HCSP (Haut Conseil de Santé Publique) à 800 ppm dans les environnements intérieurs (avec port du masque).

La température moyenne sur la ligne 2 est plus élevée que sur la ligne 1, et inversement pour l'humidité relative, qui reste correcte (entre 40% et 60%).

Au regard des autres EFS

Les niveaux observés dans le métro lillois en particules PM10 et PM2.5 sont inférieurs à ceux de Marseille. Pour les 3 principaux métaux (fer, cuivre, baruyum), ils sont supérieurs.

PERIODES DE MESURES
(hors vacances scolaires, week-ends et jours fériés)
entre le 25 janvier et le 12 février 2021
aux heures de pointe le matin (7h-9h)
et l'après-midi (17h-19h)

Surveillance de la qualité de l'air dans le métro de l'agglomération lilloise en 2021

COMPARAISON ENTRE LES QUAIS ET LES RAMES

	Quai GLF	Quai PDP	Quai HEL	Rames Ligne 1	Rames Ligne 2	Facteur entre les rames et les quais
Concentration moyenne en PM10 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	68.1	47.1	123.5	46.6	32.1	2
Concentration moyenne en PM2.5 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	32.5	30.6	85.6	35.0	24.2	1.7
Concentration moyenne en CO ₂ (en ppm)	542	NC	NC	787	764	1.4
Concentration moyenne en T° (en °C)	17.5	8.8	15.3	14.2	16.6	1.1
Concentration moyenne en HR (en %)	46.6	NC	NC	56.0	43.1	1.1

Les concentrations sont plus élevées sur les quais que dans les rames pour les particules : 2 fois plus pour les PM10 et 1,7 fois pour les PM2.5.

Les rames sont quant à elles plus confinées, en lien avec des volumes plus petits que ceux des quais, conduisant à une accumulation du CO₂ plus rapide et en conséquence à l'augmentation des niveaux relevés. Cette observation est cohérente avec la présence des usagers dans un espace réduit, plus confiné. Les recommandations du RSD et du HCSP dans les environnements intérieurs sont cependant respectées.

Il n'est pas observé de différence significative pour la température et l'humidité relative.

Concentration moyenne des métaux (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	As	Ba	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Sb	Zn
Ligne 1	0.003	2.4	0.090	3.3	43	0.23	0.046	0.37	0.55
Ligne 2	0.002	0.7	0.105	2.3	30	0.26	0.040	0.27	0.48
Gare Lille Flandres	0.003	0.7	0.045	1.5	20.3	0.20	0.018	0.09	0.21
Mairie d'Hellemmes	0.007	5.1	0.036	5.8	35.2	0.29	0.031	0.06	0.61
Porte des Postes	0.003	0.6	0.025	1.1	9	0.08	0.015	0.04	0.18
Facteur entre les rames et les quais	0.6	0.7	2.8	1.0	1.7	1.3	2.0	5.1	1.5

*Campagne sur les quais : Cadmium (Cd) LQ < 0.1 ng/m³

**Campagne dans les rames : Cadmium (Cd) & Plomb (Pb) < LQ = 3,5 ng/m³

A l'inverse pour les métaux, les concentrations sont plus élevées dans les rames que sur les quais : entre 0,6 fois pour l'arsenic et jusqu'à 5,1 fois pour l'antimoine.

Surveillance de la qualité de l'air dans le métro de l'agglomération lilloise en 2021

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

66 Concentration en particules
à Gare Lille Flandres divisée
par 2 en 10 ans 88

L'exposition des usagers a été évaluée pour la 1ère fois dans les habitacles des rames

Des concentrations plus élevées sur les quais que dans les rames pour les particules PM10 et PM2.5
Sur les quais, les concentrations en particules PM10 et PM2.5 sont les plus importantes à HEL, puis GLF et enfin PDP.
Pour les particules en suspension PM10, les valeurs guides sur 1 heure (533 µg/m³) et sur 15 minutes (2 045 µg/m³) du CSHPF (Conseil supérieur d'hygiène publique de France) sont respectées pour les 3 stations du métro lillois.

Des concentrations plus élevées dans les rames que sur les quais pour les métaux et le CO₂

Les métaux prépondérants retrouvés sont le fer, le cuivre et le baryum, comme pour les autres EFS françaises. Le confinement est plus élevé dans les rames (facteur de 1,43), en lien avec des volumes plus petits pour les usagers. On n'observe pas de différence significative pour la température et l'humidité relative entre les quais et les rames (valeurs légèrement supérieures dans les rames).

Globalement, les concentrations sont plus élevées sur la ligne 1 que sur la ligne 2

A l'exception du chrome et du manganèse, ce constat est valable aussi bien pour les quais que pour les rames, sans différence entre les 2 types de matériels roulants.

Regard sur les polluants hors protocole

Sur le quai GLF, les particules ultrafines sont 20% moins élevées qu'en extérieur (influence du trafic automobile) et 4 fois plus élevées pour le Black Carbon (en lien avec le freinage du métro).

Perspectives

L'influence des interventions de nuit (hors période de service), le roulement des rames sur la voie, le système de freinage, les profils de voies en amont et en aval des quais, la ventilation et le renouvellement d'air... sont des pistes à approfondir pour expliquer les valeurs observées, notamment les valeurs plus importantes enregistrées sur Mairie d'Hellemmes par rapport aux quais de Gare Lille Flandres (22% du trafic annuel de voyageurs) et Porte des Postes (8% du trafic).

L'origine de l'augmentation des concentrations en particules sur Mairie d'Hellemmes de 20h à minuit, en semaine et le week-end, reste à clarifier.

Les mesures seront reconduites sur les quais en 2022, au regard de la nouvelle hiérarchisation menée en 2021 sur l'ensemble des stations souterraines. 3 quais seront ainsi investigués : Gambetta, Wazemmes et Gare Lille Flandres.

Le rapport complet est disponible en ligne sur le site d'Atmo Hauts-de-France.

Conditions de diffusion :

Synthèse extraite du rapport d'étude n°01/2021/PDES/V0

Résultats analysés selon les objectifs de l'étude, le contexte et le cadre réglementaire des différentes phases de mesures et les connaissances météorologiques disponibles. Atmo Hauts-de-France ne peut en aucun cas être tenu responsable des interprétations et travaux intellectuels, des publications diverses et de toute œuvre utilisant ses mesures pour lesquels elle n'aura pas donné d'accord préalable.

Le respect des droits d'auteur s'applique à l'utilisation et à la diffusion de ce document. Les données présentées restent la propriété d'Atmo Hauts-de-France et peuvent être diffusées à d'autres destinataires. Toute utilisation partielle ou totale de ce document doit être signalée par « source : Atmo Hauts-de-France ». L'association vous fournira sur demande de plus amples précisions ou informations complémentaires dans la mesure de ses possibilités.