

FACTEURS INFLUENÇANT L'AÉROSOL DE PARTICULES DANS LES STATIONS DE MÉTRO

Vol. 14, n° 4, juillet-août 2015

Cette étude dans le métro de la ville de Séoul enrichit les connaissances relatives à la qualité de l'air à l'intérieur des stations souterraines. Les particules y sont principalement composées d'une fraction métallique provenant des tunnels où circulent les rames. L'importance de leur mise en suspension et de leur dissémination dépend du vent induit par le déplacement des rames.

This study in the Seoul subway adds to the knowledge of air quality inside underground stations. Particulates found there are made up of a mainly metal fraction from the tunnels where the trains pass. Their suspension and dissemination vary with the train-induced wind.

Neuf lignes de métro souterraines fréquentées par 7,2 millions de passagers chaque jour sont en fonction à Séoul où plusieurs mesures ont été prises pour améliorer la qualité de l'environnement à l'intérieur des stations. Des portes palières ont ainsi été installées en 2009 le long des quais pour éviter les chutes prioritairement, mais aussi pour diminuer le niveau du bruit et des particules en suspension générés par le trafic des rames. Des graisseurs de rails ont été placés dans les virages serrés afin de réduire la poussière d'abrasion et le bruit dus au frottement des roues sur les rails. Des systèmes de ventilation qui renouvellent l'air par apport d'air frais extérieur ont été

installés, le passage d'un train laveur de rails à haute pression a été programmé quatre fois par an et les rames ont été équipées d'aimants pour récupérer les particules métalliques présentes dans les tunnels.

Ces efforts n'ont cependant pas permis de réduire de manière significative la concentration atmosphérique des PM10. Il s'est révélé nécessaire d'identifier plus précisément leurs sources d'émission et les facteurs qui déterminent leur propagation dans les stations, ce qui a été l'objet de cette étude.



ORIGINE DES PARTICULES

Les PM10 ont été mesurées et analysées en différentes zones de deux stations de deux lignes différentes : le hall d'accès aux voies situé un étage au-dessus, le quai et le tunnel. L'échantillonnage a été effectué à une hauteur de 1,5 m toutes les 30 minutes du lundi au vendredi, entre le 7 et le 11 septembre 2009 dans la première station, et du 28 février au 3 mars 2011 dans la seconde.

La concentration atmosphérique moyenne des PM10 est élevée dans les tunnels (270 µg/m³ dans celui de la première station et 191 µg/m³ dans celui de la seconde), intermédiaire sur les quais (124 et 119 µg/m³) et relativement basse dans les halls (61 et 74 µg/m³). L'analyse heure par heure montre que la concentration des PM10 dans les tunnels varie proportionnellement à la fréquence du passage des rames, les pics étant observés le matin

et en fin de journée. Pendant ces heures de pointe, la concentration des PM10 dans l'air du tunnel est 10 à 16 fois plus élevée que dans l'air extérieur, selon les données de mesure horaires fournies par le système de surveillance de la qualité de l'air de la ville. L'importance du trafic influence également la concentration des PM10 dans l'air des quais et, dans une moindre mesure, dans celui des halls.

La composition chimique est dominée par le fer, qui représente le principal composant des particules collectées dans les trois zones, mais la proportion de fer diminue du tunnel (en moyenne 43,5 %) au hall (34,6 %), tandis que la part des composés organiques volatils (COV) augmente (de 12,09 à 33,7 %), la composition des particules de l'air du quai étant intermédiaire (42,1 % de fer et 27,9 % de COV). Le cuivre est également plus présent dans les particules du tunnel (2,44 %) que dans celles du quai (0,5 %) et du hall (0,26 %), tandis que la proportion des éléments terrigènes (silice, aluminium, calcium, etc.) est plus élevée dans les particules du hall (3,26 %) que dans celles du quai (2,44 %) et du tunnel (2,13 %).

L'ensemble de ces données suggère que les poussières métalliques, qui s'accumulent dans les tunnels, où elles sont produites par la friction entre les roues et les rails, entre les disques et les semelles des freins, et entre les pantographes et les caténaires, sont mises en suspension sous l'effet du vent généré par le déplacement des rames, puis transportées vers le quai et le hall. L'importance du facteur « force du vent », dépendant de la fréquence des passages et de la vitesse des rames, a été vérifiée expérimentalement.

EFFET D'UNE DIMINUTION DE LA VITESSE

Les concentrations de PM10 mesurées dans la seconde station au cours de la période allant du 28 février au 3 mars 2011 dans les conditions habituelles (vitesse de pointe des rames égale à 75 km/h) ont été comparées aux concentrations, mesurées, au cours de la semaine du 7 au 11 mars avec une vitesse maximale limitée à 45 km/h, sauf aux heures de pointe (7h30-10h30 et 17h30-21h) où les conditions normales étaient maintenues. La vitesse moyenne des rames entre deux stations, habituellement égale à 45 km/h, a été ramenée à 40 km/h, et la vitesse du vent a été réduite de 18 % dans le tunnel et de 7 % sur le quai.

Les concentrations moyennes de PM10, qui étaient respectivement de 191, 119 et 74 µg/m³ dans le tunnel, sur le quai et dans le hall au cours de la première période, ont été réduites à 172 µg/m³ (tunnel), 98 µg/m³ (quai) et 70 µg/m³ (hall). Tenant compte de la concentration des PM10 dans l'air extérieur (en moyenne 31 µg/m³ au cours de la première période et 49 µg/m³ au cours de la seconde), l'expérience s'est traduite par une diminution de 43 % du rapport des concentrations (air intérieur sur air extérieur) dans le tunnel,

qui est passé de 6,2 à 3,5. Ce rapport a baissé de 3,8 à 2 sur le quai (- 48 %) et de 2,4 à 1,4 dans le hall (- 40 %).

Les résultats de cette étude ont permis de mettre en œuvre des moyens ayant un meilleur rapport coût/efficacité que ceux qui avaient été développés initialement, ce qui a abouti à une diminution de près de 23 % de la concentration annuelle moyenne des PM10 mesurée dans 125 stations de quatre lignes.

Park JH¹, Woo HY, Park JC. Major factors affecting the aerosol particulate concentration in the underground stations. *Indoor and Built Environment* 2014; 23: 629-39.

doi: 10.1177/1420326X12466875

¹ Department of Railroad Drive and Control, Dongyang University, Corée.