

Recherche à l'IRSST

DANS CE NUMÉRO

- 17 **Vibrations et manque d'espace**
Les loges des opérateurs
du métro sous observation
- 21 **Du formaldéhyde dans l'air ?**
Pas facile à évaluer
- 22 **Guide de conception
des circuits de sécurité**
Comprendre et améliorer
la sécurité des machines
- 24 **Réadaptation**
Un portrait des travailleurs
- 26 **La réadaptation au travail,
un champ de recherche
pertinent et prioritaire**
- 27 **Monoxyde de carbone**
Estimer les effets des conditions
d'exposition
- 28 **Boursier : Houcine Ayari**
École de technologie supérieure
de Montréal
Deux passions : la biomécanique
et la santé des travailleurs
- 29 **Nouvelles publications**
- 30 **Recherches en cours**
- 31 **Une nouvelle structure
pour l'IRSST**

Cliquez recherche
www.irsst.qc.ca



Vibrations et manque d'espace

Les loges des opérateurs du métro sous observation

L'USAGER DU MÉTRO de Montréal sait qu'il sera peut-être soumis à des secousses intermittentes et saccadées au cours de son trajet. Comme il n'est que de passage, il s'agit pour lui de quelques moments d'inconfort. Par contre, l'opérateur, lui, peut être exposé à ces vibrations plusieurs fois par jour, pendant des années.

Les sièges des postes de travail du métro ne sont pas conçus pour absorber les vibrations et les loges exigües des opérateurs augmentent les contraintes du travail. À la longue, ces facteurs peuvent avoir une incidence sur la santé de ces travailleurs.

C'est dans ce contexte que la Société de transport de Montréal (STM), qui souhaitait améliorer les loges de conduite du métro, s'est adressée à l'IRSST. Sa demande était très précise : trouver un siège antivibratoire et confortable, qui conviendrait à l'ensemble des opérateurs du métro. Au moment de déposer la demande, les lieux ne convenaient ni aux travailleurs de petite taille, ni à ceux de grande taille.

Illustration : Philippe Béha

Point de départ

La Société de transport de Montréal (STM) a sollicité l'expertise de l'IRSSST afin que celui-ci lui recommande un siège antivibratoire et confortable pour les opérateurs exposés aux secousses intermittentes des rames du métro. L'exiguïté des loges de conduite demandait également un réaménagement des lieux. L'Institut a proposé une approche ergonomique, en relation avec l'étude de l'exposition des opérateurs aux vibrations et du comportement vibratoire des voitures du métro sur la surface de roulement.

Responsables étude ergonomique

Marie Bellemare¹, de l'Université Laval ; Sylvie Beaugrand², Danielle Champoux, Christian Larue, Paul Massicotte et Maud Gonella, de l'IRSSST.

Responsables étude des vibrations

Paul-Émile Boileau³ et Jérôme Boutin⁴, de l'IRSSST ; Marc J. Richard, de l'Université Laval ; Subbash Rakheja et Harry Politis, de l'Université Concordia.

Partenaires

La STM, le Syndicat canadien de la fonction publique (SCFP), local 1983 (chauffeurs d'autobus, opérateurs de métro et services connexes), et l'Association sectorielle paritaire pour la santé et la sécurité Affaires municipales (APSAM).

Résultats

Des améliorations ergonomiques ont été apportées au poste de conduite. La possibilité de munir les loges d'un nouveau siège adapté aux contraintes vibratoires sera investiguée pour remplacer le strapontin actuel. La démarche d'ergonomie participative utilisée pour réaliser ce projet pourrait être appliquée à la détermination du choix des prochaines voitures de métro.

Utilisateurs

La direction de la STM et celle du SCFP, local 1983, ainsi que les opérateurs du métro de Montréal.



Photo: Mario Béjise

Les résultats des mesures réalisées sur quelques pistes de roulement permettent de conclure que les défauts de planéité sont très faibles et contribuent peu aux vibrations ressenties par les usagers et les opérateurs.



1



2



3



4

Une première étude s'est intéressée au profil des surfaces de roulement des voitures du métro. Quelques pistes des tunnels ont donc été auscultées pour déterminer la qualité de leur surface de roulement. Une autre étude a établi le niveau de vibrations auquel les opérateurs sont soumis. Enfin, une équipe s'est penchée sur l'ensemble de la problématique de santé et de sécurité ainsi que sur les possibilités de réaménagement des loges de conduite.

D'ABORD, UN PORTRAIT

Pour mieux connaître les problèmes en cause, les ergonomes Sylvie Beaugrand et Marie Bellemare ont d'abord proposé à la STM de dresser un portrait de la population des opérateurs du métro pour connaître les symptômes qu'ils ressentent sur le plan musculo-squelettique. « L'objectif était de documenter la perception du problème auprès de l'ensemble des personnes concernées », explique Marie Bellemare. La cueillette d'informations a été effectuée à l'aide d'un questionnaire et de discussions avec les travailleurs.

QUI SONT LES OPÉRATEURS ?

La population des opérateurs du métro est composée majoritairement d'hommes, les femmes comptant pour 11% de l'effectif. La moyenne d'âge de ces travailleurs est de 50 ans et 67% d'entre eux comptent plus de 20 ans de service à la STM. Ces nombres élevés s'expliquent par le mode de recrutement qui prévaut à la Société de transport : ce sont les chauffeurs d'autobus comptant plusieurs années d'expérience qui comblent ces postes. « La connaissance des parcours professionnels contribue à mieux comprendre l'état de santé des opérateurs », affirme Marie Bellemare.

QUELLES SONT LEURS PERCEPTIONS ?

Selon la majorité des opérateurs, plusieurs contraintes physiques sont présentes dans leur travail. Ils considèrent comme « spécialement difficile ou pénible » le fait d'être exposé à une qualité d'air déficiente (72%), à des secousses ou à des vibrations (64%) et à des postures inconfortables (54%). Lorsqu'ils conduisent, la plupart d'entre eux alternent entre les positions assise et debout afin de « changer le mal de place ». Par ailleurs, les opérateurs rapportent certains symptômes musculo-squelettiques, soit douleurs,

courbatures et gênes, particulièrement au bas du dos, à la nuque et aux épaules. Par exemple, au cours de l'année précédant l'enquête, près d'un opérateur sur cinq affirme avoir consulté un professionnel de la santé pour des symptômes au bas du dos (18%), à la nuque (19%) et, dans une moindre mesure, aux épaules (16%). Les analyses statistiques suggèrent un lien entre le fait d'adopter des postures inconfortables et les symptômes de TMS. Ce lien peut être interprété de deux façons : soit les opérateurs qui sont affectés par de tels troubles rapportent dans une plus grande proportion des postures inconfortables; soit ce sont les postures inconfortables qui occasionnent leurs symptômes. Dans l'un ou l'autre cas, le fait d'améliorer le poste de conduite devrait permettre aux opérateurs de ne pas développer ou aggraver ces problèmes musculo-squelettiques.

Les TMS peuvent être causés par de multiples facteurs, dont des contraintes physiques comme les vibrations ou les postures contraignantes. Il est par contre difficile d'en attribuer la cause directement au poste de travail, la corrélation n'étant pas clairement établie. « En France et en Allemagne, les maux de dos occasionnés par des vibrations sont reconnus comme des maladies professionnelles indemnisables. Que cela ne soit pas le cas dans notre réglementation ne signifie pas qu'il ne peut y avoir des atteintes vertébrales à cause des vibrations », affirme Paul-Émile Boileau. Le cas n'est pas simple, en fait. Lesquelles, des vibrations ou des mauvaises postures de travail, sont responsables des maux de dos? Est-ce la combinaison de ces deux facteurs? « Nous n'avons pas encore apporté de réponses à ces questions, mais des études épidémiologiques démontrent que le taux d'incidence de troubles lombaires est plus élevé chez des populations qui sont exposées à des vibrations », ajoute le chercheur.

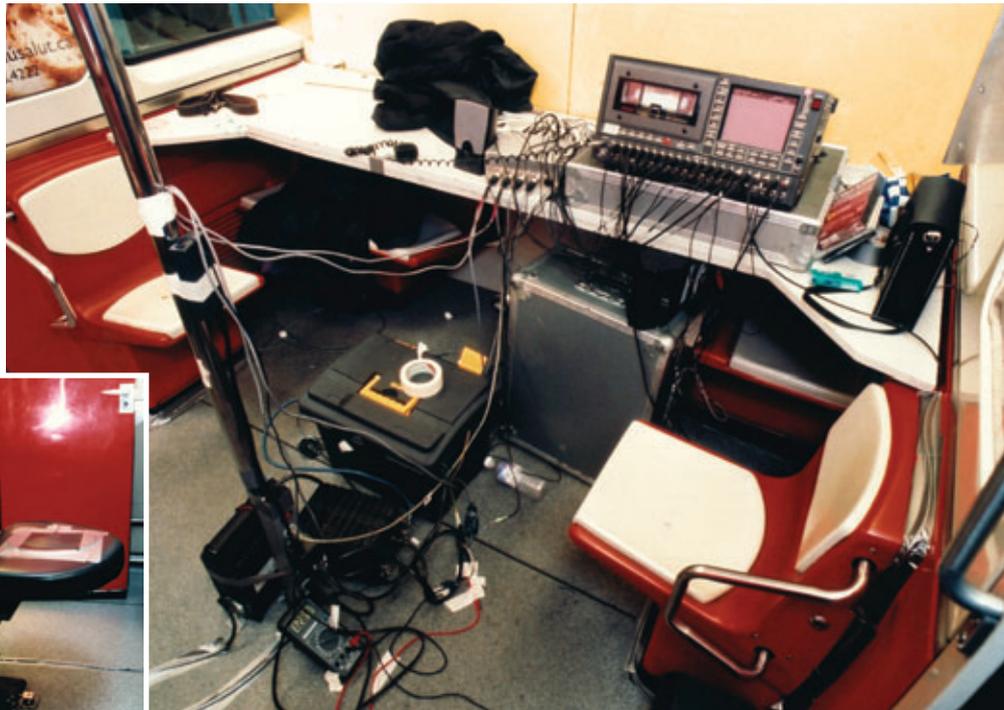
Le métro de Montréal a été inauguré en 1966. Il compte quelque 760 voitures réparties sur 4 lignes. Deux types de motrices sont utilisés, soit les MR-63 et les MR-73. Mises en service en 1966 et renouvelées en 1990, les MR-63 sont employées exclusivement sur la ligne verte. Sur les autres lignes, les MR-73 sont en service depuis 1976 et c'est sur elles que porte la

demande d'amélioration du poste de conduite. « Les efforts antérieurs pour

améliorer la situation n'ont pas donné de résultats et les recherches sur les



Tout un attirail a été nécessaire à Jérôme Boutin et à ses collègues pour définir les contraintes vibratoires subies par les opérateurs du métro; caractériser l'environnement vibratoire des motrices; cerner les facteurs opérationnels susceptibles d'influencer les niveaux d'exposition aux vibrations globales du corps; et élaborer des critères de conception de la suspension et des sièges pour réduire les vibrations.



Photos: Mario Bélsise



vibrations n'ont jamais été concluantes », dit Pierre Raby, coordonnateur syndical en santé et en sécurité du travail à la STM. De son côté, André Poisson, directeur de l'exploitation des trains du réseau du métro, mentionne : « Bien qu'aucune évidence médicale ne supporte la perception qu'ont les opérateurs de leur état de santé, la direction de la Société a décidé d'améliorer leur environnement de travail dans le cadre de cette démarche paritaire, appliquant en cela un principe de précaution. »

En décrivant l'environnement vibratoire propre aux motrices, l'étude de l'IRSSST a tenu compte de plusieurs facteurs, tels que la vitesse, les charges transportées, le parcours et la surface de roulement. Sur ce dernier point, l'étude conduite par Marc J. Richard, de l'Université Laval, a clairement démontré la planéité des pistes elles-mêmes, en établissant qu'elles « contribuent très peu aux vibrations ressenties... ».

Suivant un protocole rigoureux, les vibrations mesurées sur les strapontins et sur les essieux tandems (*bogies*) des motrices montrent un pic d'énergie à 6 Hertz (Hz). Plus la vitesse est élevée

et plus grande est la distance entre deux stations, plus importantes sont les vibrations. « Une vibration dont la fréquence est de 6 Hz peut être très inconfortable pour l'être humain, explique Paul-Émile Boileau. À 60 kilomètres à l'heure, la fréquence de résonance des *bogies* est sollicitée, transmettant d'importantes vibrations à tout le train. »

L'étude sur les vibrations a également montré qu'un phénomène de déformation (ovalisation) des pneus peut contribuer à accentuer les vibrations. « Nous ne connaissons pas la cause de cette ovalisation. On sait seulement que quand les vibrations deviennent trop importantes, l'opérateur le signale aux responsables de l'entretien et que le remplacement des pneus peut alors régler le problème, », rapporte le chercheur.

AGRANDIR DE L'INTÉRIEUR

« Pour ce qui est des vibrations, changer le siège reste encore l'option la plus simple », constate M. Boileau. Une maquette grandeur nature d'une loge de conduite MR-73 a été reproduite et des essais ont eu lieu. « Ce n'est pas facile

de trouver le bon prototype de siège, mais ces tests sont très encourageants pour nous », dit Pierre Raby.

Des représentants de divers services de la STM ont formé un groupe de travail pour collaborer directement avec l'équipe de recherche. Trois propositions de sièges sont présentement étudiées et des changements ont déjà été apportés à la loge de conduite, notamment à la structure du pupitre, qui a été modifiée afin de libérer plus d'espace pour les membres inférieurs. « Il est intéressant de voir comment de simples modifications peuvent avoir des retombées appréciables. Une ouverture à la base du pupitre a permis de donner de l'espace au pied droit de l'opérateur, améliorant par le fait même la posture de sa jambe », donne en exemple Sylvie Beaugrand.

Dans la loge de conduite, la marge de manœuvre est très mince et les modifications ne doivent pas empiéter sur l'espace des passagers. Il faut agrandir de l'intérieur. « Le contexte de conception d'une nouvelle flotte demeure le moment idéal pour disposer d'une plus grande marge de manœuvre et favoriser une bonne adaptation du poste de conduite aux situations de travail des opérateurs de métro », constate Marie Bellemare. **PT**

ANDRÉ PICHÉ



L'ingénieur Christian Larue a participé à l'étude ergonomique, notamment pour la réalisation de simulations par ordinateur et pour la création d'une maquette grandeur réelle, deux éléments qui ont permis de proposer des modifications pour accroître l'espace intérieur de la loge et de définir des critères pour le choix et l'emplacement d'un nouveau siège.

Pour en savoir plus

BELLEMARE, Marie, Sylvie BEAUGRAND, Danièle CHAMPOUX, Christian LARUE, Paul MASSICOTTE, Maud GONELLA. *Étude de la problématique SST des opérateurs du métro et des possibilités de réaménagement des loges de conduite*, Rapport R-431, 176 pages, 16,05 \$.

BOILEAU, Paul-Émile, Jérôme BOUTIN, Subhash RAKHEJA, Harry POLITIS. *Évaluation de l'exposition aux vibrations globales du corps des opérateurs du métro de Montréal et étude du comportement dynamique des motrices et de leur système de suspension*, Rapport R-420, 70 pages, 8,56 \$.

RICHARD, Marc J. *Évaluation du profil de la surface des pistes de roulement du métro de Montréal*, Rapport R-344, 55 pages, 6,42 \$.

Téléchargeables gratuitement à www.irsst.qc.ca.