

Grâce à des recherches fondamentales, des métros climatisés et confortables

Un programme de recherche fondamentale, entrepris il y a environ huit ans par un chercheur du Conseil national de recherches du Canada, a contribué à résoudre un problème dont la solution devrait améliorer le confort des lignes de métros à grand débit.

Une aération insuffisante soumet les passagers à une température et à une humidité extrêmes provoquant leur indignation, leur irritation et par-dessus tout leur transpiration. Le programme de recherche fondamentale du CNRC a donné naissance, aux États-Unis, à un important programme de recherches appliquées en vue de résoudre ce problème. Les résultats obtenus permettront d'améliorer l'aération des métros et le confort de leurs usagers dans le monde entier.

En 1962, la Direction de la construction des lignes de métros de la "Toronto Transit Commission" (TTC) s'est inquiétée du risque d'une augmentation annuelle des températures dans son nouveau réseau métropolitain et a demandé l'assistance technique du CNRC. Les premiers travaux du CNRC ont montré que, jusqu'à présent, l'aération des réseaux métropolitains avait été largement basée sur l'expérience acquise au cours de l'exploitation des réseaux construits antérieurement mais aucunement sur des études théoriques détaillées. La première section du réseau de Toronto, celle de la rue Yonge par exemple, a été conçue par la DeLeuw Cather Company sur la base de l'expérience acquise par cette compagnie dans la construction du métro de Chicago. La plus grande partie des connaissances théoriques de cette époque avait été acquise lors de cette construction entre 1940 et 1950. Les théories de l'écoulement stationnaire dans les conduites et du transfert de chaleur ont été utilisées en partant du principe que les trains peuvent être considérés comme des pistons aspirant l'air à l'arrière et le poussant à l'avant. La chaleur produite par les moteurs, les passagers et l'éclairage est en partie éliminée par cette aération forcée alors que le reste est dissipé dans le sol et dans l'air dont la température s'élève alors de quelques degrés par rapport à l'air du dehors. Les spécialistes de la ventilation tiennent donc à s'assurer que les températures et les mouvements d'air demeurent modérés.

Cependant, cette théorie de l'écoulement stationnaire dans les conduites ne pouvait rendre compte de certaines caractéristiques des écoulements provoqués par intermittence par les trains. Cette lacune intriguait un chercheur de la Division des recherches en bâtiment, le Dr W.G. Brown, qui est actuellement attaché au Service de planification du CNRC.

En raison des applications canadiennes éventuelles, le Dr Brown a décidé de faire une étude théorique fondamentale du problème que constitue l'aération des tunnels de métros et, en 1965, il a publié une communication intitulée "Basic Theory of Rapid Transit Tunnel Ventilation". Cette communication présentait pour la première fois un compte rendu du rapport existant entre l'action de pistons intermittents jouée par les trains et les écoulements transitoires dans les tunnels. Dans sa conclusion, l'auteur recommande la construction de maquettes aérodynamiques car il considère que c'est la meilleure méthode de travail pour l'étude théorique des métros, méthode qui est d'ailleurs employée pour la construction des aéronefs dont les maquettes sont essayées en soufflerie. Un deuxième rapport, sur les températures et les vitesses locales mesurées dans le métro de la rue Yonge, a été le résultat d'une collaboration étroite avec M.F.C. Pattie, de la TTC.

La participation du CNRC à ces études a cessé avec la publication de ces communications qui, cependant, ne sont pas

passées inaperçues puisqu'elles ont été remarquées à Helsinki et à Budapest notamment, qu'elles ont donné naissance au Canada à un petit programme de recherches appliquées et qu'elles sont à l'origine du vaste programme de recherches appliquées actuellement en cours aux États-Unis.

De petites maquettes des trains circulant dans des tunnels en plexiglas où des fumées aident à visualiser les écoulements ont été mises au point en 1967 et 1968 par les chercheurs de la TTC sous la direction de M. Robert Murray. Ces essais se sont avérés utiles pour éviter que l'on construise des stations mal étudiées pouvant entraîner des turbulences et des rafales inacceptables mais ils n'ont pas, par contre, donné de renseignements quantitatifs contrairement à la méthode de similarité aérodynamique recommandée dans la communication et permettant d'utiliser directement les résultats pour construire un prototype. Dans l'intervalle, la DeLeuw Cather Company s'est basée sur la communication théorique pour l'étude initiale du Service de transport rapide de Washington. Vers la même époque, des travaux indépendants avaient été entrepris par d'autres compagnies et la "Southern California Rapid Transit District" avait chargé le "California Institute of Technology" d'étudier les problèmes liés aux véhicules se déplaçant à grande vitesse dans des tunnels. A la suite de ces travaux, notamment, un sous-comité d'étude de la ventilation a été créé en 1969 au sein du "Technical and Operations Committee" de "l'Institute for Rapid Transit (IRT)", basé aux U.S.A., et dont M. W.H. Paterson, Directeur général de la TTC pour la construction des lignes de métros, était alors président. Les villes de Toronto et de Montréal, d'autres villes nord-américaines disposant d'un métro, des ingénieurs et des compagnies, sont affiliés à cet institut. De plus en plus conscient de la nécessité de disposer de données utilisables directement au bureau d'études, le sous-comité d'étude de la ventilation est arrivé à la conclusion qu'un programme de recherches nationales présenterait des avantages et il a pu soumettre par l'intermédiaire de l'institut et du Southern California Rapid Transit District, une proposition qui a été favorablement accueillie par "l'Urban Mass Transit Authority (UMTA)" du Ministère américain des transports. Les premiers travaux théoriques du CNRC ont servi lors de la première demande de subvention pour continuer les recherches.

Le programme conjoint IRT/UMTA de recherches appliquées qui a résulté de ces travaux représente des investissements de 3 à 4 millions de dollars répartis sur trois ans et doit être terminé en mars 1974. Sa réalisation a été confiée à trois importantes sociétés d'ingénieurs-conseils: Parsons, Brinckerhoff, Quade and Douglas, DeLeuw Cather Company et Kaiser Engineers; ainsi qu'à d'autres exécutants au nombre desquels des membres du personnel du "Jet Propulsion Laboratory" du "California Institute of Technology" et de "l'Aerospace Technology Division of Developmental Sciences Incorporated". Le programme prévoit la réalisation de maquettes aérodynamiques comme le recommande la communication canadienne.

La méthode, qui fait appel à la réalisation de maquettes aérodynamiques, est analogue à celle qui est utilisée dans l'étude des aéronefs. Des maquettes de trains, de tunnels et de stations au 1/16 sont utilisées et l'on fait des mesures de pressions et des vitesses des écoulements aux points importants. Les maquettes peuvent être chauffées pour simuler la chaleur produite par les trains, etc, dans les conditions réelles d'exploitation. En modifiant la forme et la disposition des composantes des maquettes, comme par exemple les puits de ventilation et