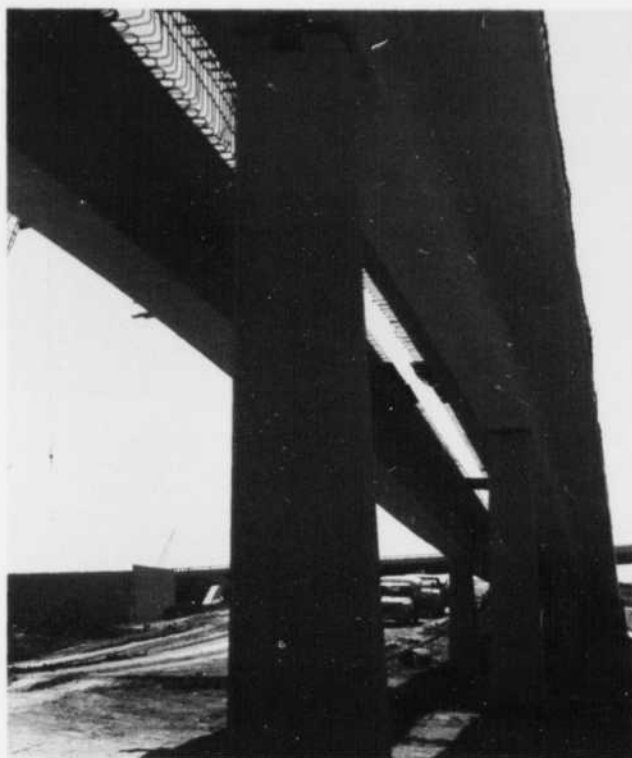


L'ingénieur

Novembre / décembre 1984

N° 364 70^e année



Le transport



Cyber ne pose pas de limite à votre imagination

Les ordinateurs CYBER 180 de CONTROL DATA ont été conçus pour répondre à vos besoins en informatique durant les années 90 et même plus longtemps. Cette famille d'ordinateurs puissants vous assure rendement, sécurité, transfert d'applications et compatibilité ascendante.

Depuis le CYBER 180 Supermini 810 qui représente une innovation importante dans le marché, jusqu'au CYBER 180, modèle 990, ces systèmes offrent une gamme de rendement de 1 à 60 – ce qui représente la possibilité d'extension la plus importante de l'industrie. De plus, chacun des six modèles comporte des caractéristiques de sécurité et de protection de données intégrées au matériel.

Grâce à l'architecture spéciale

du CYBER 180, il est possible d'utiliser simultanément deux systèmes d'exploitation: le NOS (mots de 6 bits/60 bits) et le NOS/VE (mots de 8 bits/64 bits). Cette double architecture facilite l'élaboration de nouvelles applications à l'aide du 180... et la résolution d'applications conçues par d'autres systèmes.

Les CYBER 180 offrent des performances remarquables: temps de réponse très court, prise en charge de nombreux terminaux, mesures de sécurité exceptionnelles. C'est pourquoi ils représentent un progrès majeur dans le domaine des applications.

Étant donné qu'ils se prêtent à une grande variété d'applications – provenant de Control Data aussi bien que d'autres sources de logiciel – les CYBER 180 fournissent des

solutions rentables dans les domaines de la fabrication, de l'énergie, de l'enseignement, de la recherche et du secteur public.

Cyber ne pose donc aucune limite à votre imagination. Pour obtenir plus de renseignements sur les systèmes informatiques CYBER 180, adressez-vous au représentant local de Control Data ou écrivez à:

David G. Smith
 Directeur général
 Service des communications
 Control Data Canada, Ltée
 Mississauga, Ontario
 L5N 1K7

CONTROL DATA
Un partenaire recherché en technologie

GD CONTROL DATA

Vancouver
 (604) 687-4403

Edmonton
 (403) 423-5030

Calgary
 (403) 265-8500

Winnipeg
 (204) 786-5966

Toronto
 (416) 495-3800

Ottawa
 (613) 238-2325

Montréal
 (514) 845-4201

Halifax
 (902) 429-7371

Éditeur

Les publications l'ingénieur inc.
Case postale 6980, succursale A
Montréal (Québec) H3C 3L4
Tél. (514) 344-4764

Conseil d'administration

J. Bernard Lavigne, président
Jean-Paul Gourdeau, vice-président

Comité exécutif

Guy Drouin, président exécutif
Serge R. Tison, vice-président
Hélène Denis, vice-présidente
Claude Brulotte, secrétaire
Jean L. Corneille, trésorier
Yolande Gingras, directeur général

Administrateurs

Roland Chevalier, Gilles Delisle,
Fernand DeSerres, Claude Guernier,
Jean L. Leduc, Donat-A. Martinoli,
Ovide J. Poitras, Guy Sicard,
Christian Tessier, Jean Verdy

Directeur général

Yolande Gingras

Comité consultatif de rédaction

Hélène Denis, directeur
Yvon M. Dubois, directeur adjoint
Roger Beaudry
Lionel Boulet
Octave Caron
Jules Delisle
Georges P. Geoffroy
Claude Guernier
Jacques Lapointe
Yves Lizotte
Paul-Edouard Robert

Rédacteur en chef

Joseph Kélada

Directeur artistique

Lucie Bernard

Publicité

Robert Dumouchel
Publications R.A.D. enr.
1105, boul. Gouin est
Montréal (Québec) H2C 1B3
Tél. 514-381-2214

Composition

Les Ateliers Chiora inc.
(514) 341-4066

Imprimeur

Presses Élite inc.

Abonnements

Canada 15 \$ par année
Étranger 20 \$ par année
À l'unité 3 \$
Six (6) numéros par année

Droits d'auteurs

Les auteurs des articles publiés dans l'INGÉNIEUR conservent l'entière responsabilité des théories et des opinions émises par eux. Reproduction permise, avec mention de la source. On voudra bien cependant faire tenir à la Rédaction un exemplaire de la publication dans laquelle paraîtront les articles. Engineering Index, Biol., Chem., Sci., Abstracts, Periodex et Radar signalent les articles publiés dans l'INGÉNIEUR — ISSN — 0020-1138

Courrier de deuxième classe

Enregistrement no 5788

3 La situation des transports au Québec C.-Rodrigue Deschênes, Pierre La Fontaine

L'industrie des transports au Québec comporte deux grands secteurs: celui des systèmes ou services de transport et celui de la fabrication du matériel de transport. Cet article présente les aspects techniques et économiques de ces deux secteurs et en fait ressortir les principales facettes. Le rôle capital que la recherche joue dans leur évolution respective est illustré tandis que les voies de l'avenir les plus prometteuses y sont esquissées.

9 Le transport ferroviaire voyageurs à grande vitesse au Canada Régean Béchamp

Un service de transport ferroviaire voyageurs à grande vitesse pourrait être instauré entre Montréal, Ottawa et Toronto. De plus, on pourrait améliorer les tronçons Montréal-Québec et Toronto-Windsor du corridor ferroviaire central, et établir une liaison à grande vitesse entre Edmonton et Calgary en Alberta.

13 Un avenir prometteur pour le Québec Gaston Hébert

Cet article traite des équipements de transport-passagers guidés sur rail. L'auteur y montre que les activités de recherche et de développement dans ce domaine doivent tendre à trouver des solutions pratiques et adaptées aux besoins des usagers et aux réalités économiques du marché. Il fait également ressortir l'importance d'une action concertée de tous les intervenants en matière de R & D, afin d'assurer la croissance de l'industrie québécoise et canadienne des équipements de transport-passagers.

20 Les carburants de substitution dans les transports de surface: horizon 1995 Daniel Leblanc et Michel Rigaud

Cet article présente les résultats d'une étude de prévision technologique s'appuyant sur une enquête Delphi. À l'horizon 1995, la substitution du pétrole ne sera pas générale mais spécifique à chaque segment de marché du transport. De même, plusieurs formes alternatives d'énergie coexisteront sur ces créneaux. Les déplacements se feront surtout dans le domaine des flottes de véhicules routiers et le secteur maritime.

25 Considérations pour la pérennité des ouvrages Dr Gilbert Haddad

Compte tenu du grand nombre de ponts et viaducs de construction récentes qui accusent dès leurs premières années des détériorations sérieuses, il semble évident que certains détails de conception et d'exécution devraient être réévalués et modifiés afin d'assurer la pérennité des ouvrages futurs.

28 Le scellement des fissures dans les pavages flexibles Claude Lupien

L'auteur explore différentes méthodes pour sceller les fissures dans les pavages flexibles. Il évalue l'étendue du problème et propose des solutions, basées sur des expériences faites au Québec et en Ontario.

Photos couverture par Lucie Bernard et Bernard André Genest

ce numéro...

Devant les problèmes que causent aujourd'hui les transports et, surtout, en vue de leur développement dans un avenir qui est presque le présent, l'ingénieur québécois a des défis à relever. Le domaine des transports en est un fort complexe, à mille facettes: Matériel de transport de passagers et de marchandises, sur routes, sur rails, dans les airs, sur les mers; Infrastructure de ponts, de routes, de viaducs, de gares, de ports, d'aéroports; Énergies diverses pour mouvoir ce matériel dans l'infrastructure, électricité, essence, gaz naturel...

Ce numéro ne prétend pas couvrir tous les aspects de ce thème. Coordonné par M. Pierre La Fontaine, il bénéficie de l'apport de plusieurs spécialistes, ingénieurs et économistes, qui présentent ici, comme dans une mosaïque, divers aspects reliés aux transports.

Tout d'abord, MM. Deschênes et La Fontaine exposent la problématique des transports au Québec, en termes économiques ainsi qu'en ce qui concerne leurs caractéristiques fonctionnelles. Ils terminent par un bref regard sur la recherche et le développement dans le domaine.

M. Béchamp nous présente le point de vue d'un utilisateur de matériel de transport et M. Hébert celui d'un fabricant de ce matériel, en ce qui concerne la situation actuelle. Ils proposent aussi quelques perspectives d'avenir qui nous introduisent, nous «transportent» déjà dans le vingt-et-unième siècle.

D'après M. Pierre-Claude Aïtcin, de l'Université de Sherbrooke, à cause du mouvement des populations vers des centres urbains, on a construit beaucoup de routes et d'ouvrages d'art. On les a construits vite mais, trop souvent, plus ou moins bien. De plus, l'utilisation massive de sels de déverglaçage a permis aux automobilistes de circuler à vive allure sur nos routes. Cependant, ces sels ont affecté les fondations des routes et des ouvrages d'art en béton qui n'avaient pas été conçus pour subir des conditions aussi sévères. Les ingénieurs routiers doivent donc développer ou adapter des techniques de construction et de réparation adaptées à nos conditions climatiques, qui sont parmi les plus difficiles au monde. MM. Lupien et Haddad nous parlent des recherches sur l'obturation des fissures dans les pavages en béton bitumineux et de l'entretien et de la réparation des ouvrages d'art en béton.

Pour leur part, MM. Leblanc et Rigaud examinent les possibilités de développement de nouveaux carburants qui pourraient affecter les grandes décisions qui touchent aux modes de transport, tant du point de vue technique qu'économique.

Nous tenons à remercier le coordonnateur du numéro qui a permis sa réalisation dans un temps relativement court, tous les auteurs qui ont dû travailler rapidement pour respecter les délais de publication, les auteurs dont les articles n'ont pu être préparés à temps et qui pourraient paraître dans nos prochains numéros et tous les évaluateurs qui, par leurs commentaires pertinents, ont aidé à apporter les clarifications nécessaires aux articles que nous publions.

Joseph Kélada
Rédacteur en chef

La situation des transports au Québec

C.-Rodrigue Deschênes,
Pierre La Fontaine

L'industrie des transports au Québec comporte deux grands secteurs : celui des systèmes ou services de transport et celui de la fabrication du matériel de transport. Cet article présente les aspects techniques et économiques de ces deux secteurs et en fait ressortir les principales facettes. Le rôle capital que la recherche joue dans leur évolution respective est illustré tandis que les voies de l'avenir les plus prometteuses y sont esquissées.

Les transports revêtent une importance capitale pour le développement économique social du Québec. En effet, l'étalement de la population, les distances considérables entre les régions où sont localisées les ressources et les centres manufacturiers et de consommation, de même que l'ouverture de notre économie aux marchés extérieurs, caractérisent d'une façon particulière les besoins de transport et expliquent, en bonne partie, l'importance de notre système.

Sous l'angle économique, les activités de transport permettent de relier les lieux de production à

la main-d'œuvre, aux sources d'approvisionnement et aux marchés. Au niveau social, elles favorisent les relations entre les personnes, elles permettent de découvrir de nouvelles mentalités et donnent accès à des lieux de loisir. Par ailleurs, la relation qui s'établit entre le secteur des transports et le milieu social, économique et culturel, en est une d'influence mutuelle et d'effets réciproques; si les transports desservent le territoire en répondant à la demande, ils le façonnent également en orientant celle-ci.

Dans le but de situer davantage les transports au Québec, ce texte illustre d'abord leur importance économique. Par la suite, les systèmes de transport des personnes et des marchandises sont sommairement caractérisés par mode. Quant à l'industrie des équipements de transport, qui revêt aussi une grande importance tant en ce qui concerne les véhicules que les infrastructures de transport, elle fait l'objet d'une brève description.

Enfin, il a paru important de terminer ce survol en abordant succinctement la problématique de la recherche et du développement dans le domaine du transport au Québec.

L'Industrie des transports au Québec

Il y a en réalité deux industries distinctes (1) de transport au Québec: le secteur des services de transport et le secteur de la fabrication des équipements de transport. Les services, ou systèmes de transport, constituent un secteur complexe et diversifié où se rencontrent offre et demande de services de transport des personnes et d'acheminement de biens dans une perspective de développement socio-économique. Quant aux équipements de transport, ils représentent un élément majeur de l'industrie québécoise de production de biens durables inscrit dans les économies concurrentielles dont le Québec fait partie.

Le secteur des services de transport représentait en 1980 5,6% du produit intérieur brut (PIB) du Québec, soit 3,4 milliards \$. Il employait plus de 107 000 personnes soit 7% de la masse salariale totale (tableaux 1 et 2). Par

ailleurs, les immobilisations et réparations des différentes entreprises québécoises de transport atteignaient 1,1 milliard de dollars en 1980, soit 6,7% des immobilisations et des réparations totales (voir tableau 3). La part relative du Québec dans l'ensemble canadien équivalait à peu près à son poids démographique au Canada. Cependant, cette proportionnalité voile, en quelque sorte, la place significative de Montréal sur l'échiquier canadien des transports. En effet, de nombreux sièges sociaux et centres de décision des transports y sont installés.

Par ailleurs, l'effet d'entraînement des services de transport accentue encore leur rôle de premier plan dans l'économie du Québec puisqu'il se situerait, d'après certains auteurs (2), entre 1,19 et 1,41 selon les modes considérés. Si on juge l'importance relative de chaque mode, le transport routier des marchandises joue un rôle prépondérant en volume d'activités; le transport ferroviaire prend la seconde place, suivi du transport routier des personnes, du transport maritime, de l'aérien et des autres modes.

Enfin, les modes ferroviaire, maritime et aérien représentent environ 50% des recettes et plus de 40% des emplois et de la masse salariale, directement reliés aux activités des transporteurs publics au Québec.

Quant à l'industrie de fabrication du matériel de transport, elle se classe parmi les plus dynamiques et les plus compétitives de la structure manufacturière du Québec. De 1961 à 1979, elle a accru son importance relative au sein de l'ensemble de l'activité manufacturière québécoise, sa valeur ajoutée passant de 5,2% à 7,6% et son emploi de 5,7% à 7,2%.

En 1980, l'industrie des matériels de transport représentait 8,2% des livraisons totales des industries manufacturières du Québec et 24,5% des livraisons de biens durables (tableau 4). De plus, en 1980, elle dépensait 37% de tous les fonds consacrés aux activités de recherche et de développement dans l'industrie manufacturière au Québec et elle employait environ 28% de tous les effectifs affectés à ces tâches.

Enfin, au Québec, l'aérospatiale, incluant l'avionique, repré-

M. C.-Rodrigue Deschênes a obtenu, en 1970, un B.Sc. Économique de l'Université de Montréal et une M.A. Économique de l'Université d'Ottawa en 1975 ainsi qu'un D.S.A. de l'École des HEC en 1980. Il a œuvré d'abord comme agent d'évaluation des programmes au ministère de l'Expansion économique régionale du Canada; par la suite, il a poursuivi sa carrière au Conseil des ports nationaux comme planificateur, à Transports Canada (au sein de la Direction des études stratégiques) comme chargé de projets et au ministère des Transports du Québec comme agent de recherche.

M. Pierre La Fontaine a obtenu un B.Sc.A. en génie civil de l'Université de Sherbrooke en 1964. Il a poursuivi des études en transport à l'Université de Virginie Occidentale qui lui a décerné une M.Sc.G. en 1966. Après avoir enseigné durant neuf ans à l'Université de Sherbrooke, Monsieur La Fontaine entre au ministère des Transports du Québec en 1974 comme responsable des études du milieu. Il occupe par la suite divers postes de gestionnaire dans le secteur des études et de la recherche en transport. Depuis juillet dernier, monsieur La Fontaine assume la fonction de directeur par intérim de la Direction de la recherche.

Tableau 1 Répartition des activités de transport au Québec par rapport à l'ensemble des secteurs, 1980 (1)

Secteur	PIB au coût ¹ des facteurs	Rémunération ¹ des salariés	Emploi
	'000\$		'000
Transport	3 398	2 791	107
Ensemble des secteurs	60 717	40 060	—
Transport/Ensemble (%)	5,6	7,0	

1 Source: Bureau de la statistique du Québec, Comptes économiques des revenus et des dépenses 1961-1980 (chiffres pour le Québec).

Tableau 2 Comparaison des activités de transport au Québec et au Canada, 1980 (1)

Indice	Québec	Canada	Québec/Canada
	'000 000\$		%
PIB au coût des facteurs 1,2	3 398	14 571	23,3
Rémunération des salariés 1,2	2 791	10 791	25,9
Emploi 3,4 ('000)	107	402	26,6

1 Source: Bureau de la statistique du Québec, Comptes économiques des revenus et des dépenses 1961-1980 (chiffres pour le Québec).

2 Source: Statistique Canada, cat. 13-201, Comptes nationaux des revenus et dépenses, 1966, 1980 (chiffres pour le Canada).

3 Source: Moyenne des données mensuelles de la publication, cat. 72-002. Emploi, gain et durée de travail de Statistique Canada.

4 Ces chiffres ne comprennent pas les données des établissements de moins de 20 employés, mais comprennent les employés en entretien de routes et de poids du secteur public (environ 20 000 emplois au Québec).

Tableau 3 Immobilisations et réparations, Services de transport Québec, Ontario, Canada 1980

	Québec	Ontario	Canada	Québec/Ontario	Québec/Canada
				(%)	(%)
(000\$)	1141,4	1633,8	5826,0	70,0	19,6
(%*)	6,7	6,4	6,8	—	—

* Par rapport aux immobilisations et réparations totales de la région concernée.

Source: Statistique Canada, Cat. 61-205.

Tableau 4 Valeur estimative des livraisons, fabrication d'équipement de transport; Québec, Ontario, Canada 1980

	Québec	Ontario	Canada	Québec/Ontario	Québec/Canada
				(%)	(%)
(000\$)	3681,3	13937,8	21799,1	26,4	16,9
(%*)	8,2	17,0	11,5	—	—

* Par rapport à la valeur estimative de toutes les industries manufacturières de la région concernée.

Source: Statistique Canada, Cat. 31-001.

sente environ la moitié des emplois totaux de l'ensemble de l'industrie des matériels de transport. Par ailleurs, l'industrie québécoise de la construction et de la réparation navale, incluant la construction des matériels « offshore », est responsable de 35% à 40% de l'activité de ces secteurs au Canada.

Les systèmes de transport

La contribution interactive de plusieurs facteurs, comme le cadre institutionnel, la géographie, les politiques sectorielles et le contexte socio-économique, façonne la problématique particulière des services de transport du Québec. Par exemple, les politiques sectorielles relèvent de plusieurs paliers de gouvernement en sol québécois. Ainsi, une règle de base partage les juridictions en matière de transport au Canada: le transport international et le transport interprovincial sont l'apanage du gouvernement fédéral tandis que le transport intraprovincial appartient aux provinces. Cette règle souffre, toutefois, d'exceptions et fait que les modes aérien, ferroviaire et maritime sont de juridiction quasi-exclusive du fédéral tandis que le Québec est pratiquement seul à exercer la juridiction sur le transport routier.

Avant de faire un survol rapide des différents modes qui composent les systèmes de transport, il n'est pas inutile de tenter de les situer l'un par rapport à l'autre. C'est ce que le tableau 5 tente de faire pour le Canada; quant au Québec, il suit sensiblement des tendances similaires. Bien que les données dont nous disposons soient défraîchies, il est raisonnable d'avancer que les diverses proportions qui y apparaissent n'ont pas été chambardées depuis.

Transport routier

Comme près de 80% de la population du Québec vit dans des régions urbaines, le fonctionnement économique de ces régions exige le déplacement quotidien de millions de citoyens et l'acheminement de milliers de tonnes de marchandises. Pour satisfaire ces demandes, les systèmes de transport urbain et suburbain regroupent toute une gamme de modes:

Tableau 5 Caractéristiques des modes de transport au Canada

	% des passagers-kilomètres 1977	% de tonnes-milles 1970	% du produit intérieur brut des transports
Routier	86,5	9,0	59,6
Aérien	12,5	0,1	8,6
Ferroviaire	1,0	34,0	16,6
Maritime	—	30,0	6,9
Pipe-lines	—	26,7	7,3
Autres	—	0,2	1,0
TOTAL	100,0	100,0	100,0

Sources: "Energy use in Canadian Transportation: The Patterns of future Adjustment", Munro, John M., Constable, G.A., Transportation Research Forum.

«Mesures de la production des transports», Gouvernement du Canada, Transports Canada, 1979.

les transports collectifs, le taxi, le transport scolaire, le transport semi-collectif, l'automobile personnelle et le camion.

Le Québec compte neuf grandes entreprises publiques de transport en commun qui desservent près de 3,3 millions d'habitants. Elles possèdent près de 95% du parc des autobus urbains, soit environ 3 000 véhicules. D'autres entreprises, de plus petite taille, assurent un service de transport en commun à environ 650 000 personnes réparties dans 60 villes du Québec. Toutes ces entreprises transportent annuellement au-delà de 400 millions de passagers, par autobus, métro ou train de banlieue. Du côté du taxi, on compte, pour l'ensemble du Québec, au moins 10 000 permis, dont près de 60% à Montréal. Les artisans ne détenant qu'un seul permis constituent 80% des propriétaires mais ne possèdent que moins de 60% des taxis.

Quant au transport d'écoliers, on constate que plus de 50% des élèves, près de 700 000 sont desservis par une industrie de petits transporteurs où 75% des entrepreneurs possèdent moins de 10 véhicules. Le nombre d'autobus scolaires dépasse les 8 000 véhicules et cette forme de transport ne coûte pas moins de 200 M\$ au Québec annuellement.

Toutefois, la caractéristique majeure du transport urbain au Québec est, sans contredit, la prépondérance significative des déplacements effectués par automobile personnelle. En effet, plus de 60% des déplacements en milieu urbain sont fondés sur son utilisation.

D'ailleurs, il y a au Québec plus de 2 900 000 automobiles dont 70% sont des véhicules de promenade et l'importance variable qu'on attribue à ce mode entraîne à la fois de grands avantages et plusieurs inconvénients, notamment, en termes de sécurité routière et de congestion. Le covoiturage, qui connaît actuellement une certaine popularité, représente une amorce de solution à ces difficultés.

Enfin, on estime que plus de 125 000 camions transporteront annuellement plusieurs milliers de tonnes de marchandises. En ce qui a trait au transport interurbain des personnes, il dépend largement lui aussi de l'automobile. D'ailleurs, le ratio véhicules en circulation/personnes de 16 ans et plus était de 0,62 en 1982 (3). À côté de ce secteur privé, il existe un important réseau de transport de personnes par autocar reliant les principales agglomérations québécoises. Ainsi, plus de 90 transporteurs interurbains desservent actuellement environ 1 200 municipalités. L'industrie offre aussi des services sur demande ou à «charte-partie».

Du côté du transport des marchandises, le camionnage a connu un essor important mais fait présentement face à des difficultés économiques sérieuses. Cette industrie comprend le camionnage public, offert par des transporteurs réglementés, et le camionnage privé exercé par des transporteurs privés en compte propre ou par location. On estime que le transport privé serait deux fois plus important que le trans-

port public, en termes de recettes d'exploitation. Globalement, celles-ci s'élevaient, en 1980, à plus d'un milliard de dollars. Fonctionnellement, le transport routier des marchandises se segmente entre le transport général qui comprend tous les types de marchandises, sauf les vracs, et le transport des marchandises en vrac qui comprend les matières non emballées et non arrimées, chargées mécaniquement et déchargées par benne basculante. Enfin, le chiffre d'affaires du vrac atteignait près de 375 M\$ et occupait plus de 8 000 transporteurs en 1980.

Transport maritime

Baigné par la mer sur trois côtés et traversé par le Saint-Laurent et le Saguenay, le Québec a traditionnellement utilisé la voie d'eau pour transporter personnes et marchandises. Cette situation a permis au Québec de développer un réseau portuaire important qui s'étend de Montréal à Port Cartier et Sept-Îles en passant par Sorel, Trois-Rivières, Québec, La Baie et Baie-Comeau. Le port de Montréal, accessible à l'année longue et bien pourvu en services portuaires, a une réputation internationale et représente de loin l'élément central de ce réseau. En 1980, Montréal a transité un total de 24,7 millions de tonnes de trafic. C'est le port le plus important de l'est canadien. Avec d'autres ports de moindre importance, il constitue une infrastructure essentielle du système de transport maritime. Il permet la jonction avec les systèmes de transport routier et ferroviaire et remplit une fonction industrielle, commerciale et de transbordement. Divers éléments de ce réseau permettent de soutenir d'autres activités, comme la pêche hauturière, les services de traversiers, la navigation de plaisance, les chantiers maritimes et les croisières.

Par ailleurs, le Québec entretient un certain nombre de traversiers maritimes qui assurent la continuité d'un service routier. Ces traversiers œuvrent surtout sur le fleuve et dans le golfe Saint-Laurent ainsi que sur le Saguenay et sur l'Outaouais. Ces 28 services de traversiers, interprovinciaux ou intraprovinciaux, déplacent plus de 4 millions de passagers et 1,5 million de véhicules. Enfin, la Voie maritime du Saint-Laurent assure un lien économique essentiel entre

le Québec, les Grands Lacs et plusieurs centres industriels canadiens et américains. En 1980, près de 100 millions de tonnes de marchandises diverses y ont transité.

Transport ferroviaire

Le réseau ferroviaire du Québec dépasse les 8 500 km ; la majeure partie de ce réseau est la propriété de deux compagnies, le Canadien National (60%) et le Canadien Pacifique (30%), qui ne font plus que du transport de marchandises. Le reste du réseau est partagé par une douzaine de compagnies à caractère régional, dont huit sont des filiales de sociétés minières ou industrielles. Les autres s'occupent de transport général de marchandises. Quant au transport des personnes, VIA Rail Canada en détient le monopole, sauf les services ferroviaires de banlieue. Malgré plusieurs efforts de modernisation, ces services

n'attirent pas de clientèle importantes. D'ailleurs, le réseau ferroviaire du Québec ne représente que 12% du réseau canadien.

Transport aérien

Le Québec, et particulièrement Montréal, où se côtoient sièges sociaux d'entreprises, organisations internationales (OACI, AITA) et industries aéronautiques, ont longtemps disposé d'une position privilégiée dans le transport aérien. Toutefois, l'évolution de la dernière décennie a annulé cet avantage au profit de l'Ontario et de sa capitale Toronto.

Loin d'être uniformément dispersé sur le territoire québécois, le transport aérien s'effectue en fonction de pôles privilégiés et sur des axes prioritaires. Dans le Québec méridional, Montréal occupe une position privilégiée avec ses deux aéroports. Quatre autres pôles — soit Hull, Québec, Trois-

Rivières et Sherbrooke — offrent des situations différentes et attirent un trafic aérien variable. Dans les autres régions, les besoins en transport aérien correspondent aux degrés divers d'éloignement et au sentiment d'isolement qui en découle. Une centaine d'entreprises de transport aérien ont leur siège social au Québec dont trois (Air Canada, Québecair, Nordair) assurent 90% du transport des passagers et de fret. Enfin, le Québec compte quelque 262 points d'atterrissage répartis entre aéroports publics ou privés, hydrobases et héliports.

Le secteur multimodal s'intéresse particulièrement au transport des marchandises dans le but d'utiliser, le plus efficacement possible, l'ensemble du système de transport, tous modes compris. C'est pourquoi, il fait intervenir autant les transporteurs que les courtiers et les transitaires.

Lavalin

ETUDES, GÉRANCE DE PROJETS

INGÉNIERIE, APPROVISIONNEMENT, CONSTRUCTION

Siège social

1130, rue Sherbrooke ouest, Montréal, Québec H3A 2R5

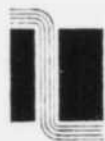
La Rapière

RESTAURANT FRANÇAIS
spécialités pyrénéennes

le confit d'oie, le cassoulet,
le jambon de Bayonne.

Table d'hôte lundi au vendredi :
midi à 15h.
Samedi 17h30 à 23h30
Fermé le dimanche

Réservations : 844-8920
1490 rue Stanley,
(métro Peel, sortie Stanley)



mon-ter-val Inc.

société d'expertises

Géotechnique
Géologie
Mécanique des Roches
Contrôle des matériaux
Hydrogéologie

3245 Grande-Allée, Boisbriand, Qué. J7H 1E4
442 ave Centrale, Val d'Or, Qué. J9P 1P5

Tél. (514) 430-9112
Tél. (819) 824-6894
Tél. 1-800-361-7718



**LUPIEN, ROSENBERG, JOURNEAUX
& ASSOCIÉS INC.**

études de sols et matériaux

- Investigations sur le terrain : sondages et essais
- Mécanique des sols et des roches : pieux, caissons, radiers, semelles, parois moulées, tunnels
- Design d'ouvrages en terre : digues, barrages, remblais
- Photogéologie : recherche de matériaux d'emprunt, études de tracés, choix de sites d'aménagement
- Investigations de déficiences
- Instrumentation
- Environnement physique : études d'impact
- Contrôle des matériaux et procédures de construction
- Essais en laboratoire

960, 24e Avenue, Lachine, Québec, H8S 3W7 Tél. : (514) 637-3746

Par ailleurs, le transport multimodal des personnes soulève la complexité de gérer plusieurs réseaux et opérations du système de transport. Ces deux aspects du transport multimodal font l'objet, de plus en plus, de préoccupations des intervenants en transport au Québec et certaines activités en ce sens sont graduellement mises en œuvre.

Les équipements de transport

Le secteur de la fabrication des équipements de transport constitue un élément majeur de l'industrie québécoise de production de biens durables. Par ailleurs, le sous-secteur des infrastructures ou équipements fixes représente aussi une activité significative au Québec. Cependant, les données économiques de ce sous-secteur sont difficilement identifiables, puisqu'il est confondu dans le grand secteur de la construction.

Les véhicules

Bien que le Québec représente près de 26% du marché canadien des véhicules neufs en transport routier — automobiles, camions, autocars et autobus —, il ne s'y construit qu'environ 8% de véhicules assemblés au Canada. Par contre, dans le domaine des carrosseries et autres équipements montés sur camions, l'industrie regroupe 45 entreprises. Le Québec compte également 7 fabricants de remorques et semi-remorques. En outre, du côté du transport urbain et suburbain, l'industrie québécoise montre une importante diversification: véhicules guidés sur rail, autobus urbains, pièces et composants pour ces véhicules, équipements périphériques de soutien et de contrôle.

Dans le transport maritime, le Québec possède une longue tradition de construction et de réparation navale, et il détient environ 40% de la capacité de production canadienne. En fait, la province dispose de deux grands chantiers maritimes, d'une quinzaine de réparateurs de navires à flot ainsi que d'une vingtaine de petites et moyennes entreprises spécialisées dans la construction et la réparation de petits bateaux

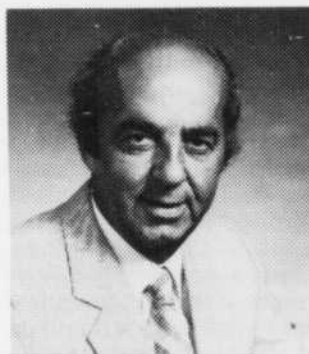
(traversiers, remorqueurs, équipements de dragage, etc.). Enfin, quelques entreprises produisent des composants et autres pièces de navires. De plus, le Québec compte quelques importants bureaux d'architecture navale. Le Québec apporte aussi une contribution dans la fabrication du matériel ferroviaire, comme les locomotives, les voitures de passagers, le train LRC, les wagons de marchandises de même que dans les composants et pièces diverses.

Le transport aérien constitue un secteur de fabrication très important. Avec ses 67 entreprises qui employaient 24 600 personnes,

sa valeur de production, exportée à 79,7% atteignait, en 1981, 1 424 M\$ et représentait près de 50% des livraisons totales de l'industrie canadienne. Les véhicules, les moteurs, les turbines, et divers composants ou services spécialisés sont produits par cette industrie.

Enfin, d'autres véhicules et équipements spéciaux sont fabriqués au Québec. Ainsi, la production de certains véhicules tout terrain, les camions hors route et les véhicules militaires permet d'occuper plusieurs milliers de personnes. Il en est de même de la fabrication du matériel de manu-

VERREAU FRONTENAC inc.



M. Claude Ferland



M. Michel Bérubé, ing.

M. Gustave Papillon, président de la compagnie Ciment Québec inc., est heureux d'annoncer les nominations de M. Claude Ferland au poste de président du conseil d'administration et de M. Michel Bérubé au poste de président-directeur général de Verreault Frontenac inc.

Verreault Frontenac inc. est une division de la compagnie Ciment Québec inc., entreprise à propriété exclusivement québécoise.

Ciment  **Québec inc.**

tention — grues, ponts roulants, palans, convoyeurs — et des pipelines.

Quelques entreprises de grande taille comme Bombardier (transport en commun et ferroviaire), Pratt et Withney et Canadair (aéronautique), pour ne nommer que celles-là, contribuent largement à l'emploi de nombreux ingénieurs québécois et, donc, à l'essor économique de la province.

Les infrastructures

Il y a au Québec, 20 055 kilomètres de routes sous juridiction provinciale (4), ce qui représente 26,7% des 75 063 kilomètres d'artères routières que compte le Québec. Sur une base per capita, le nombre de kilomètres de route avantagé légèrement le Québec par rapport à ses voisins. Ce réseau provincial supporte 79,4% du kilométrage annuel parcouru par les véhicules du Québec. Le ministère des Transports du Québec prévoit dépenser, en 1984-85, 408 M\$ dans le cadre de son programme de construction routière, alors que les activités d'entretien et de conservation du réseau recevront 437 M\$.

Il est important d'ajouter que la production d'infrastructures routières implique un grand nombre d'intervenants au Québec tant dans leur design que dans leur construction et leur entretien. De plus, les composants, bétons et mélanges bitumineux, les techniques de recyclage des matériaux, l'utilisation de nouveaux produits et l'évaluation du comportement des pavages occupent plusieurs personnes et maintiennent de nombreux emplois.

La recherche dans les transports

On ne saurait parler des perspectives de développement en transport sans aborder le sujet de la recherche qui s'y effectue. En effet, comme cette dernière constitue un travail d'innovation systématique qui comprend à la fois la recherche fondamentale, le développement ou la recherche appliquée et la démonstration. Elle se retrouve donc, avec ses champs d'intervention au cœur des préoccupations de deux grandes industries de transport déjà identifiées.

Ainsi, les travaux entrepris en recherche-développement dans les transports (R-DT) en 1980 entraînent des dépenses de plus de 125 M\$. Selon Whitehead (5), les activités de recherche sur les transports n'occupent annuellement qu'environ 3 500 chercheurs au Québec, dont près de 1 000 professionnels. La majeure partie de ces dépenses (90%) est affectée au matériel de transport et, en particulier, au secteur aérien (85%). Tandis que les dépenses universitaires n'atteignent que 2 M\$, les gouvernements fournissent environ 9 M\$. En somme, la R-DT institutionnelle est plutôt marginale au Québec et se consacre essentiellement aux systèmes et à la socio-économie des transports.

Comme on vient de l'indiquer, la R-DT dans le secteur du matériel de transport au Québec se concentre dans l'industrie aéronautique. Toutefois, les industries du matériel ferroviaire lourd et du matériel de transport en commun urbain et suburbain sont devenues de plus en plus dynamiques.

Enfin, il importe de mentionner que la nature des activités de R-DT dans les divers champs d'intervention est fortement conditionnée par les principaux intervenants, selon qu'ils représentent le monde industriel, le milieu universitaire ou les gouvernements. La R-DT industrielle s'oriente vers le maintien de marchés existants ou la capture de nouveaux marchés. En milieu universitaire, la recherche suit deux approches : la recherche fondamentale vouée à l'avancement de la science et la recherche appliquée qui vise à répondre à des besoins bien identifiés. Les organismes gouvernementaux entretiennent des activités de recherche à des fins internes.

Mentionnons au passage quelques secteurs de R-DT privilégiés qui ont déjà acquis une certaine importance. D'abord, dans le secteur des systèmes de transport, il y a tout le domaine de développement des outils de planification et de gestion des systèmes de transport faisant appel à l'informatique interactive graphique, que ce soit en transport urbain des personnes, en transport routier ou en transport multimodal des marchandises. Le Centre de recherche sur les transports de l'Université

de Montréal est un centre d'excellence en ce domaine, il jouit d'une réputation mondiale, ses produits étant utilisés dans de nombreux pays. Le secteur du matériel de transport fait l'objet aussi de nombreuses activités de recherche dont les plus importantes portent sur le design des véhicules, la technologie de bogies, divers équipements périphériques, les turbines à gaz légères, le matériel aéroélectronique, les remorques et semi-remorques, le génie des matériaux et diverses composantes et pièces de véhicules. Des entreprises telles Bombardier, Pratt et Withney, Canadair, CAE Electronics, B G Chéco, CRCAC Inc. et Prévost Car, entre autres, sont très actives dans l'un ou l'autre de chacun de ces domaines d'innovation au Québec.

Par ailleurs, au chapitre des domaines négligés, il existe un besoin flagrant de mise au point d'outils, informatisés ou non, simples d'emploi dans le domaine de la gestion de la distribution physique de marchandises. De même, dans le transport routier, le problème de la gestion optimale de la conservation du réseau demeure un sujet de préoccupation. Toutefois, le ministère des Transports du Québec a développé une expertise originale quant à la signalisation routière. La flexibilité des systèmes mis sur pied entraîne déjà des répercussions importantes dans d'autres secteurs adjacents ou complémentaires. Enfin, dans tous les modes, les études et recherches socio-économiques des transports, y compris les études d'impact, de faisabilité, de rentabilité, ainsi que la constitution de meilleures banques de données, représentent un vaste domaine à explorer.

l'ingénieur

Notes et références

1. Ministère des Transports du Québec. *Les voies de l'avenir. La recherche et le développement en transport*, Québec, Éditeur officiel, 1983, 267 p.
2. MIGNÉ, J.-L., BELANGER, M. et BOUCHER M., *Le prix des transports au Québec*, Québec, Éditeur officiel, 1978.
3. Régie de l'assurance automobile du Québec, *Rapport statistique 1982*, Québec, 1982, p. 154.
4. Ministère des Transports, *Les transports au Québec*, Québec, Éditeur officiel, 1982, 165 p.
5. WHITEHEAD, D., *La recherche sur les transports au Québec*, Québec, Éditeur officiel, 1983.

Planification de nouveaux systèmes de transport

Le transport ferroviaire voyageurs à grande vitesse au Canada

par Régean Béchamp
Vice-président, Développement
VIA Rail Canada Inc.,

Un service de transport ferroviaire voyageurs à grande vitesse pourrait être instauré entre Montréal, Ottawa et Toronto. De plus, on pourrait améliorer les tronçons Montréal-Québec et Toronto-Windsor du corridor ferroviaire central, et établir une liaison à grande vitesse entre Edmonton et Calgary en Alberta.

C'est ce qui ressort d'une étude qui remonte à 1981. L'étude de faisabilité a été dirigée par VIA, responsable du transport ferroviaire des voyageurs. On également collaboré à sa réalisation les bureaux d'étude des deux grandes sociétés de chemin de fer du Canada, le Canadien National et le Canadien Pacifique, ainsi que leurs homologues des réseaux ferroviaires français, japonais et britanniques et de nombreux spécialistes du secteur privé.

Le choix du tronçon Montréal-Ottawa-Toronto a été basé sur la viabilité commerciale du projet, à savoir le fait que le transport ferroviaire à grande vitesse a, dans des conditions normales, un avenir au Canada. L'étude a aussi examiné la viabilité du rail grande vitesse dans le corridor Edmonton-Calgary, jugé incapable de rembourser la mise de fonds qu'il nécessiterait.

Le présent article décrit comment VIA en est arrivé à ces conclusions.

Historique:

Au début des années 70, le CN et le CP demandaient, sans succès, l'autorisation d'abandonner totalement les services ferroviaires voyageurs. La majorité des pertes étant alors absorbées par l'État et les possibilités de rentabilisation étant pratiquement nulles, les sociétés ferroviaires n'étaient pas tentées d'améliorer les services, d'accroître les recettes, de réduire les coûts ou de se doter des installations et du matériel nécessaires. Le public s'opposait au retrait des trains voyageurs et l'État continuait de subventionner ces services sur une base de plus en plus coûteuse.

En 1978, VIA Rail Canada Inc. était constituée en société de la Couronne. Elle achetait le matériel roulant du CN et du CP et le personnel des services voyageurs des deux sociétés était muté à VIA.

Depuis lors, dans le cadre de sa planification, VIA a amélioré progressivement les services existants. La Société a déposé divers plans quinquennaux de développement du réseau ferroviaire voyageurs. Une démarche commerciale et des projets de renouvellement du matériel sont intégrés à l'exploration du transport ferroviaire grande vitesse afin de compenser les décennies de déclin.

Approximativement à l'époque de la création de VIA, l'État décidait d'acheter de nouveaux trains diesel intervalles LRC (Léger, Rapide, Confortable), conçus et construits au Canada. Ces trains sont actuellement affectés au corridor central (Québec-Windsor).

C'est dans un tel contexte de modernisation générale que VIA a mené son étude de faisabilité sur le transport ferroviaire de voyageurs à grande vitesse.

Le rail grande vitesse dans le monde:

Avant d'étudier la possibilité d'appliquer l'option grande vitesse au Canada, VIA estimait approprié d'étudier les techniques exploitées dans d'autres pays en vue d'examiner la possibilité de les adapter au Canada. C'est un domaine où l'évolution est rapide. Lors du lancement de l'étude, une vitesse de 200 km/h était un objectif raisonnable. Aujourd'hui, 300 km/h constitue la vitesse cible, visée pour les roues sur rails. Des vitesses encore plus élevées sont envisagées pour la sustentation magnétique (Maglev). Il y a, actuellement, deux grands courants d'action. Celui des Japonais et des Français qui repose sur un réseau voyageurs à voies réservées, et celui qui prévaut en Allemagne et en Italie, à savoir: des voies améliorées mais toujours partagées avec les convois de marchandises.

Les expériences françaises et japonaises, qui s'appuient sur un réseau distinct du réseau marchandises, démontrent sans équi-

voque que le transport à grande vitesse peut être une réussite sur le plan commercial.

Vers le milieu des années 60, les Japonais mettaient en service le Shinkansen-Tokaido qui reliait Tokyo à Osaka à 210 km/h. Cependant, le matériel japonais le plus récent est conçu pour être exploité à 250 km/h. Malgré une certaine pollution par le bruit, étant donné que les corridors traversent des zones à forte densité de population, l'expérience japonaise a toutefois retenu l'attention mondiale en raison d'une rentabilité remarquablement stable.

Dès le milieu des années 60, des trains français roulaient déjà à 200 km/h sur les voies existantes. Ce pays a su tirer parti de son expérience qui a conduit à la création du TGV, exploité à 260 km/h. Ce train roule actuellement à 270 km/h sur la liaison Paris-Lyon. Il est intéressant de noter que le TGV est utilisé après Lyon, sur des voies ordinaires et aux vitesses permises sur ces voies, pour exploiter d'autres marchés. Les Français prévoient rentabiliser rapidement le réseau TGV. L'investissement sur la nouvelle ligne (y compris le capital et les frais financiers) pourrait être amorti sur 10 ans.

De façon générale, les Américains ont probablement huit ans d'avance sur nous puisque la société Amtrak, a été créée beaucoup plus tôt. Cependant, bien qu'au niveau des institutions, nos structures soient très différentes des leurs, les problèmes techniques auxquels nous faisons face, sont assez semblables. Les solutions retenues par Amtrak ont été naturellement établies en fonction de l'environnement. La société possède effectivement l'axe nord-est, mais elle doit accepter que les trains de marchandises d'autres sociétés ferroviaires l'empruntent. Sur cet axe, Amtrak exploite actuellement des trains à 190 km/h. Comme on le sait, plusieurs groupes américains travaillent à des projets de trains voyageurs à grande vitesse.

Point de départ

La vitesse la plus élevée qu'atteint VIA en ce moment est de 155 km/h entre Montréal et Toronto, soit une vitesse moyenne de 120 km/h et une durée de parcours de

4 heures 30 minutes. Pour les autres services, la vitesse n'excède pas 145 km/h. La liaison Montréal-Toronto arrive au sixième rang mondial au plan rapidité (sur un huitième seulement du parcours) pour un service voyageurs. VIA ne peut espérer attirer ainsi une part importante du marché.

En conséquence, depuis sa création, VIA a consacré certaines de ses ressources à l'étude du transport ferroviaire à grande vitesse, en particulier sur les itinéraires les plus peuplés du centre et de l'Ouest du Canada.

En effet, l'étude et le processus de planification ont mené à la sélection de deux corridors inter-villes au Canada. La liaison Edmonton-Calgary mettait l'accent sur un corridor plus court et moins peuplé (un peu plus d'un million). Le parcours Québec-Windsor présentait un exemple de tracé à plus forte densité de population (environ 10 millions) et d'une distance plus longue. Ces régions offrent un champ d'application optimal et la densité de population nécessaire pour assurer un volume justifiant l'implantation de services à grande vitesse.

Structure de l'étude

Trois grands choix de services inter-villes s'offraient à VIA:

1. Exploiter des trains de voyageurs à des vitesses classiques (155 km/h), en partageant l'infrastructure actuelle avec les trains de marchandises.
2. Créer un nouveau réseau ferroviaire voyageurs permettant des vitesses d'exploitation optimales (200 à 300 km/h) sur des voies réservées.
3. Élaborer un système futuriste à sustentation magnétique permettant des vitesses de 400 à 450 km/h sur des voies spéciales surélevées.

Ces trois choix débouchèrent sur cinq options afin de déterminer la combinaison qui se révélerait la plus rentable:

1: Le statu quo — Cette option reviendrait à perpétuer l'attitude actuelle de limiter les investissements dans l'infrastructure ferroviaire, tout en essayant d'améliorer le matériel et les gares. (Vitesse maximale: 155 km/h).

2: Le statu quo amélioré — Cette option permettrait d'atteindre la limite des améliorations qu'il est possible d'espérer avec le partage des voies. Elle permettrait d'évaluer le rendement maximal sur les voies partagées avec les trains de marchandises et de déterminer les investissements nécessaires. La vitesse maximale resterait de 155 km/h, mais les investissements requis permettraient de supprimer la plupart des ralentissements actuels, et d'accroître la capacité des voies en améliorant la signalisation. Les avantages pour l'usager seraient: fréquence accrue, réduction sensible du temps de parcours et ponctualité améliorée.

3: Suppression des contraintes dues au partage des voies — Cette option suppose le tracé de nouveaux itinéraires et la construction de voies spécialisées, exclusivement réservées au trafic voyageurs. Vitesse de croisière: 200 km/h sur voies réservées, en traction électrique ou diesel. Cette option réduirait très sensiblement la durée des trajets, permettrait d'accroître la fréquence des trains et d'offrir aux voyageurs un meilleur confort.

4: Vitesses alignées sur les normes mondiales — Cette option envisage l'exploitation de trains électriques à des vitesses de croisière maximales de 300 km/h. Elle s'apparente au service TGV français actuel.

5: Technologie de pointe — Cette option prévoit l'abandon du système de voies actuelles pour les nouvelles techniques de sustentation magnétique. Les techniques requises en sont encore au stade de la recherche. Vitesse de croisière: 400-500 km/h.

Le tracé des corridors accentue la rentabilité

Le coût de l'investissement dans un réseau à grande vitesse est essentiellement conditionné par celui de l'infrastructure fixe. En conséquence, VIA a mis spécialement l'accent sur l'identification et l'évaluation des divers tracés et sur le développement d'une configuration sûre, exploitable et d'un coût raisonnable.

Une combinaison optimale des tracés actuels a été soutenue

pour les options 1 et 2. En consultation avec le CN et le CP, les modifications à apporter pour supprimer ou réduire les ralentissements induits (en-dessous de 155 km/h) et accroître la fréquence des trains de voyageurs, ont été identifiées. Les options à grande vitesse (3, 4 et 5) diffèrent des options 1 et 2 en ce qu'elles utilisent des voies spécialisées, essentielles à la sécurité et à la ponctualité des trains. Pour ces options, VIA a établi des normes de conception basées sur les expériences britannique, française et japonaise.

Pour réduire au minimum les investissements et les frais d'exploitation et rationaliser les activités du corridor central, il a été établi que les tracés envisagés devraient desservir Montréal, Ottawa, Kingston et Toronto à partir d'un axe unique. Cette approche permettrait de réduire d'environ 40 pour cent la longueur totale des voies par rapport à l'option 1. La desserte d'Ottawa, qui n'ajouterait que 33 kilomètres au parcours Montréal-Toronto actuel, permettrait de rejoindre un bassin de population sensiblement accru.

L'accès aux zones urbaines utiliserait les emprises actuelles de façon à réduire les conséquences d'ordres social, environnemental et foncier.

L'analyse des variantes de tracé étudiées a permis la sélection d'un tracé satisfaisant ces normes et exigences. Il autoriserait des vitesses de 200 à 300 km/h avec un roulement fer sur fer. Il permettrait aussi la construction éventuelle d'une infrastructure Maglev, sur la même plateforme si nécessaire.

Outre l'analyse des tracés, un soin minutieux a guidé la conception de l'infrastructure, afin de traduire avec réalisme l'exploitation à grande vitesse dans le contexte canadien. Un tronçon de 30 mètres a été construit. La voie ne serait pas double dès le départ. Ce serait d'abord une voie simple, avec 34 % de voie d'évitement, ce qui offrirait 5 km de voie d'évitement tous les 14,7 km. Une voie double pourrait être construite plus tard. Une telle approche permettrait des vitesses de 200 à 300 km/h. Il s'agit là, semble-t-il, d'une approche nouvelle en matière de transport ferroviaire voyageurs à grande vitesse.

Montez à bord. Installez-vous confortablement
et laissez-vous choyer: vous le méritez bien.

Et profitez-en pour terminer votre travail,
lire les dernières nouvelles ou... vous détendre.

Vous le savez bien, seule la première classe
peut vous offrir tout cet espace et ce confort.

Et vous pouvez vous l'offrir grâce à VIA 1.

Réservations garanties, comptoir de billets distinct
dans les gares principales, fauteuils spacieux,
service personnalisé. Autant d'attentions
qui transforment vos "déplacements"
... en voyages d'affaires.

Vous voulez goûter au plaisir de la première classe?

Appelez votre agent de voyages ou VIA Rail et
réservez une place en classe VIA 1.

Principales cartes de crédit acceptées.

Vous méritez la PREMIÈRE CLASSE.



En train VIA,
c'est VIA 1



Prévisions de la demande :

Les prévisions de la demande sont au cœur de l'étude. Cette analyse permet de voir ce qui attire le public avec le temps, la fréquence, les tarifs, ainsi que le nombre de gens qui emprunterait le réseau. De telles données servent ensuite à la conception de l'infrastructure et du matériel, à l'établissement d'itinéraires, à l'organisation de l'exploitation, à la détermination d'exigences de maintenance et, bien sûr, à évaluer la viabilité économique des diverses options.

Cette technique prévisionnelle a été utilisée pour diverses études de demande modèle en Grande-Bretagne, sur le continent européen, en Asie, aux E.-U. et au Canada. Ils s'appuient sur des enquêtes directes de marché et l'échange d'analyses afin de permettre une projection actuelle de marchés spécifiques.

À l'issue de l'étude de faisabilité, VIA a effectué un grand sondage d'attitudes à l'échelon national pour mesurer les opinions des Canadiens à l'égard du projet de train ultra-rapide retenu et de l'ensemble du programme national de modernisation dont le train grande vitesse serait l'élément central. D'une façon générale, les deux concepts ont reçu un accueil très chaleureux.

Développement de l'option-mixte : phase d'optimisation

À l'aide du modèle SIGNALS, on a préparé des prévisions de demande pour chacune des options « pures ». Par la suite, VIA a étudié trois scénarios de tarification (-16%, +15%, +30% des tarifs présentement en vigueur) pour chacune des options, en utilisant trois niveaux de fréquence (18, 12, 9 trains/jours) pour chaque scénario.

Les résultats des options « pures » ont permis de choisir une démarche pour les corridors qui produisent les meilleurs résultats financiers globaux. Pour chaque tronçon, service et marché ont été combinés pour déterminer quelle option assure la meilleure position financière et non celle qui produit le plus grand taux de fréquentation. Dans le cas où les résultats

financiers de différentes options ne varient pas sensiblement, on a retenu l'option qui offre un niveau supérieur de service.

Les résultats indiquent une croissance importante dans l'axe Montréal-Ottawa-Toronto. Ceci ne laisse aucun doute quant à la possibilité d'améliorer le service ferroviaire sur de longues distances.

Les prévisions de part du marché démontrent que les options de services de grande vitesse et de grande fréquence attireront de nouveaux clients sur des tronçons plus longs, surtout entre Toronto et Montréal et Toronto et Ottawa. Le service Toronto-Windsor verrait également son taux de fréquence accroître à la suite de l'amélioration du service ferroviaire.

Dans chaque cas, les usagers d'autres modes, transport aérien entre Montréal et Toronto et autocar entre Montréal et Ottawa et Québec et Montréal, dans une certaine mesure, serait une source importante de clientèle ferroviaire.

L'analyse de la réaction aux modifications des prix unitaires et des fréquences indique que le prix unitaire produisant le bénéfice le meilleur varie d'une option à l'autre. La modification de la fréquence n'affecte pas les recettes, ce qui démontre l'existence d'un point critique pour le nombre de départs.

Analyse financière :

On évalue à 2,1 milliards de dollars le coût du capital d'une voie à grande vitesse, de l'infrastructure et du matériel roulant. Le coût des améliorations apportées aux tronçons Québec-Montréal et Toronto-Windsor s'éleverait à 500 millions de dollars.

Avant de procéder à une analyse financière de chaque option, VIA a élaboré les plans et devis de l'infrastructure et déterminé son coût ainsi que les frais d'exploitation et d'entretien. La société a également révisé les données des chemins de fer qui exploitent des lignes de grande vitesse (français, britanniques et japonais) et a entrepris ses propres études de marché.

Un bénéfice éventuel : une fréquentation accrue à l'aéroport de Mirabel à Montréal (14 km de la ligne à grande vitesse proposée) si on décide d'y faire passer la ligne à grande vitesse. Si les voyageurs

délaissent l'avion et la route pour le train, le report d'investissements prévus pour de nouvelles infrastructures à l'aéroport international Lester B. Pearson à Toronto ou pour les voies rapides situés dans le corridor, se matérialisera peut-être. De plus, on peut envisager la possibilité d'exporter la technologie de matériel roulant de grande vitesse, un stimulant pour les fabricants canadiens de matériel ferroviaire qui recevraient probablement des commandes domestiques à la suite de l'adoption du projet de service de grande vitesse.

D'autres agences gouvernementales étudieront en profondeur tous les bénéfices avant de décider de la construction d'une ligne ferroviaire de grande vitesse. Une certaine contribution « patriotique » à l'unité et à la fierté nationales (elle est évidente en France et au Japon) peut difficilement être évaluée d'avance au Canada.

La conclusion de l'étude de faisabilité : la construction d'une ligne ferroviaire à grande vitesse serait rentable. S'en suivront des retombées ailleurs que dans l'industrie ferroviaire.

Conclusion :

L'étude de faisabilité d'un service grande vitesse de VIA a puisé dans la technologie moderne mondiale, grâce à la participation de consultants des chemins de fer français, japonais et britanniques, et d'experts du sein du Canadien National et du Canadien Pacifique.

La technologie ferroviaire voyageurs est en pleine évolution dans le monde, car de nombreuses études sur l'utilité de services ferroviaires voyageurs de grande vitesse ont été entreprises. La viabilité d'un service grande vitesse est indiscutable sur le plan économique et de l'exploitation.

L'étude de VIA s'est fondée sur une approche du résultat net commercial pour évaluer la possibilité d'un service de grande vitesse. D'autres pays ont démontré qu'un tel service est rentable.

l'ingénieur

Les perspectives de développement en équipements de transport-passagers guidés sur rail :

Un avenir prometteur pour le Québec

Gaston Hébert, ing.

Cet article traite des équipements de transport-passagers guidés sur rail. L'auteur y montre que les activités de recherche et de développement dans ce domaine doivent tendre à trouver des solutions pratiques et adaptées aux besoins des usagers et aux réalités économiques du marché. Il fait également ressortir l'importance d'une action concertée de tous les intervenants en matière de R & D, afin d'assurer la croissance de l'industrie québécoise et canadienne des équipements de transport-passagers.

Les services ou systèmes de transport constituent un secteur complexe et diversifié où se rencontrent offre et demande de services de transport des personnes et d'acheminement de biens et marchandises. La contribution interactive des différents modes de transport — aérien, routier, ferroviaire ou maritime — pour répondre aux besoins du transport des personnes ou de marchandises se trouve donc à la base de la problématique des transports.

La planification d'ensemble des services de transport offerts à

la collectivité relève nécessairement des autorités publiques. Toutefois, c'est à l'industrie manufacturière qu'il appartient de développer les équipements appropriés. Alors que le rapport intitulé « Les voies de l'avenir » (1), adressé au ministre des Transports du Québec l'an dernier, résultait d'études approfondies sur le transport sous tous ses aspects, cet article, lui, se limitera aux activités de développement, associées aux équipements de transport-passagers guidés sur rail.

La recherche et le développement, ses objectifs

Dans le domaine des équipements de transport-passagers guidés sur rail, aucun effort de R & D n'est valable s'il ne répond à des besoins précis et s'il ne s'intègre dans un plan global. Le marché visé gouvernera donc l'orientation des activités de développement. Ici, il est nécessaire de préciser que la R & D dont il s'agit est de nature « appliquée », par opposition à la recherche pure, destinée au développement des sciences ou à la formation de scientifiques. En effet, la recherche appliquée répond davantage aux préoccupations de l'ensemble de l'industrie manufacturière dont la croissance dépend de sa capacité de répondre aux demandes du marché, à court, moyen et long termes. Dans cette perspective, quels sont les objectifs visés ?

D'abord, avant d'axer la recherche et le développement sur quelque solution « technique » que ce soit, il faut se rappeler que l'objectif premier de la R & D doit être d'assurer le bien de la collectivité, sa qualité de vie. Cet objectif, tout en s'inscrivant à l'intérieur d'un contexte social, politique et économique, devra répondre à des exigences de *sécurité*, de *confort* et d'*économie de temps* (origine-destination) de plus en plus grandes.

C'est ensuite qu'il faudra trouver des solutions pratiques, des solutions qui tiendront compte des contraintes du milieu, et qui tiendront compte également de la concurrence exercée par les autres modes de transport : automobile, autobus, avion.

Le marché

En Amérique du Nord, le marché global du matériel de transport-passagers sur rail (véhicules seulement) représente un volume de l'ordre de 750 millions à 1 milliard de dollars par an. Principalement lié aux besoins des États-Unis, ce marché porte sur les types de matériel suivants : Trains interurbains, trains de banlieue et véhicules urbains : Métro et SLR (Système Léger sur Rail ou Tramway moderne), ainsi que véhicules de type « Monorail » et « People Mover » pour desservir des besoins plus particuliers.

Ce marché fait l'objet d'une concurrence internationale des plus féroces, particulièrement aux États-Unis. Dans le contexte économique mondial actuel, où les taux d'inflation, les taux d'intérêts et la valeur des devises semblent favoriser les entreprises étrangères, le défi pour l'entreprise québécoise et canadienne est d'autant plus grand que sa croissance dépend, dans une très large mesure, de sa réussite sur le marché américain ; le marché domestique étant de taille trop restreinte.

Il faut souligner, d'autre part, que dans ce marché les clients ont tendance à favoriser les technologies dites « éprouvées ». La résistance aux changements est considérable et il est souvent nécessaire d'assister les clients dans la définition de leurs besoins.

Le défi

Pour l'industrie du matériel de transport-passagers, le défi consiste à développer des équipements de transport qui sauront répondre aux besoins du marché, toujours avec un souci d'offrir aux exploitants les meilleures solutions techniques contribuant au mieux-être de l'utilisateur. En plus de répondre aux besoins fondamentaux de *sécurité*, de *confort* et d'*économie de temps* (origine-destination), les équipements devront satisfaire dans une très large mesure les principales exigences suivantes :

Compatibilité — L'équipement devra être compatible avec les équipements de type classique afin d'offrir le maximum de flexibilité à l'exploitant.

Fiabilité — La fiabilité des équipements est un impératif de premier ordre ; il suffit de songer aux répercussions en désa-

M. Gaston Hébert a obtenu en 1969 un B.Sc.A., option génie électrique, de la faculté des sciences de l'Université Laval. Depuis, il a parfait sa formation par des cours en génie industriel, assurance de la qualité, ingénierie appliquée, gestion et administration.

Il a occupé les postes de directeur des Services techniques, des Technologies manufacturières avancées et de l'Ingénierie au sein de la compagnie Générale Électrique du Canada. Il s'est joint à la compagnie Bombardier, Division du transport en commun, en 1979 à titre de directeur de l'Ingénierie.

Il a été responsable de la concrétisation du design du train LRC de Bombardier et a contribué à la réalisation du transfert des technologies belge, japonaise et américaine portant sur différents produits de transport-passagers guidés sur rail. Il a également joué un rôle important dans la réalisation de l'adaptation de ces technologies aux besoins nord-américains, d'abord en tant que directeur de l'Ingénierie et ensuite comme directeur de Recherche et développement.

Depuis le début de 1984, il occupe le poste de vice-président, Recherche et développement.

gréments et en coûts qu'entraînent les pannes d'équipement en service.

Maintenabilité — La conception devra tenir compte de la nécessité d'offrir à l'exploitant des équipements faciles d'entretien. Un matériel de conception sophistiquée et complexe aura d'autant plus de difficultés à satisfaire cette exigence.

Conditions climatiques d'opération — Le développement des équipements destinés à des conditions climatiques du nord ou du sud de l'Amérique sera très différent. Le froid, la neige, la glace, la pluie, le vent, l'humidité, le soleil intense, sont autant d'éléments dont il faudra tenir compte.

Coûts — Le produit du développement, qu'il constitue la réalisation d'un rêve d'ingénierie ou non, s'il ne respecte pas des objectifs de coûts raisonnables et concurrentiels pour répondre aux besoins du marché, ne trouvera pas preneur. L'élément *coût* devra donc gouverner le développement à toutes ses étapes.

Les impératifs qui précèdent imposent aux responsables du développement de faire preuve d'imagination et d'initiative, afin de mettre au point des solutions qui permettront aux manufacturiers de soutenir efficacement la concurrence toujours croissante des entreprises étrangères. A cet égard, la maîtrise technologique déjà acquise chez nous dans le domaine du transport confère une position privilégiée à l'entreprise québécoise et canadienne.

Le train LRC

Le train LRC constitue un exemple de réalisation destinée à répondre aux besoins du marché du transport-passagers interurbain. L'acronyme LRC reflète les objectifs de la conception du train: Léger, Rapide et Confortable. Cette réussite canadienne a permis de démontrer que les objectifs précédemment énoncés étaient réalisables.

Les perspectives de développement en équipements de transport

Les perspectives de recherche et de développement en

équipements de transport sont des plus encourageantes, bien que le défi à relever soit de taille. Il faut souligner, cependant, que le succès de toute stratégie axée sur le marché d'exportation sera conditionné par la mise au point *chez nous* des équipements résultant de nos activités de développement.

Dans la mesure où les différents intervenants dans le dossier du transport ont déjà pris conscience de la nécessité d'un effort concerté en matière de R & D, il est permis de croire que l'industrie québécoise et canadienne saura relever le défi. Le rapport «Wright» de juillet 1984 au ministre d'État des Sciences et Technologies est un autre exemple de la volonté canadienne de favoriser l'épanouissement de l'industrie par le biais des activités de développement technologique (2).

Nous sommes actuellement à mi-chemin du «virage technologique» amorcé en 1982. La première partie a surtout été constituée d'études de la situation, d'élaboration de politiques, de définition des besoins; la deuxième partie devrait nous amener aux réalisations concrètes. Les investissements totaux en R & D effectués au Canada au cours des dernières années se situent entre 0,95 et 1,24% du PNB et les objectifs visés pour 1985 sont de l'ordre de 1,5%. Bien qu'il s'agisse là d'un niveau nettement inférieur à celui des investissements consentis par les pays étrangers, qui sont de 2 à 3% du PNB, les effets de cette prise de conscience nous permettent d'espérer.

L'enjeu vaut le risque

Bien sûr, toute activité de développement s'accompagne de risques: techniques, financiers... Mais comme il n'y a pas de doute que, dans le contexte économique mondial actuel, seuls les pays qui maîtriseront des technologies de pointe verront leur activité industrielle progresser, il faut courir ce risque. Si les risques sont bien pesés et si le développement s'oriente en fonction des exigences du marché, la réussite peut donner des retombées très intéressantes. À titre d'exemple, il suffit de rappeler que pour chaque tranche de 50 000 dollars d'un marché annuel (Amérique du Nord seulement) de 750 millions à 1 mil-

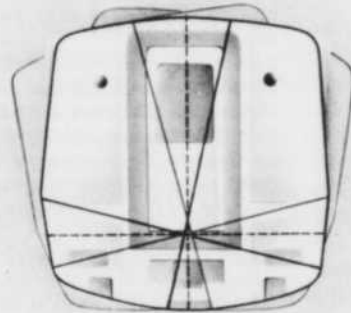
liard de dollars, il se crée chez nous un emploi-année.

À l'échelle nationale, les retombées du développement peuvent être également très significatives. Ainsi s'il était possible, grâce à des équipements qui répondent à leur attente, de modifier les habitudes des usagers de sorte que 1% des voyages en automobile et en avion se fassent dorénavant par train, nous réaliserions des économies annuelles en consommation d'énergie de l'ordre de 1,3 million de barils d'huile ou encore 38 millions de dollars. (1 m³ = 6,23 barils = 183.14 \$, prix de mai 1984).

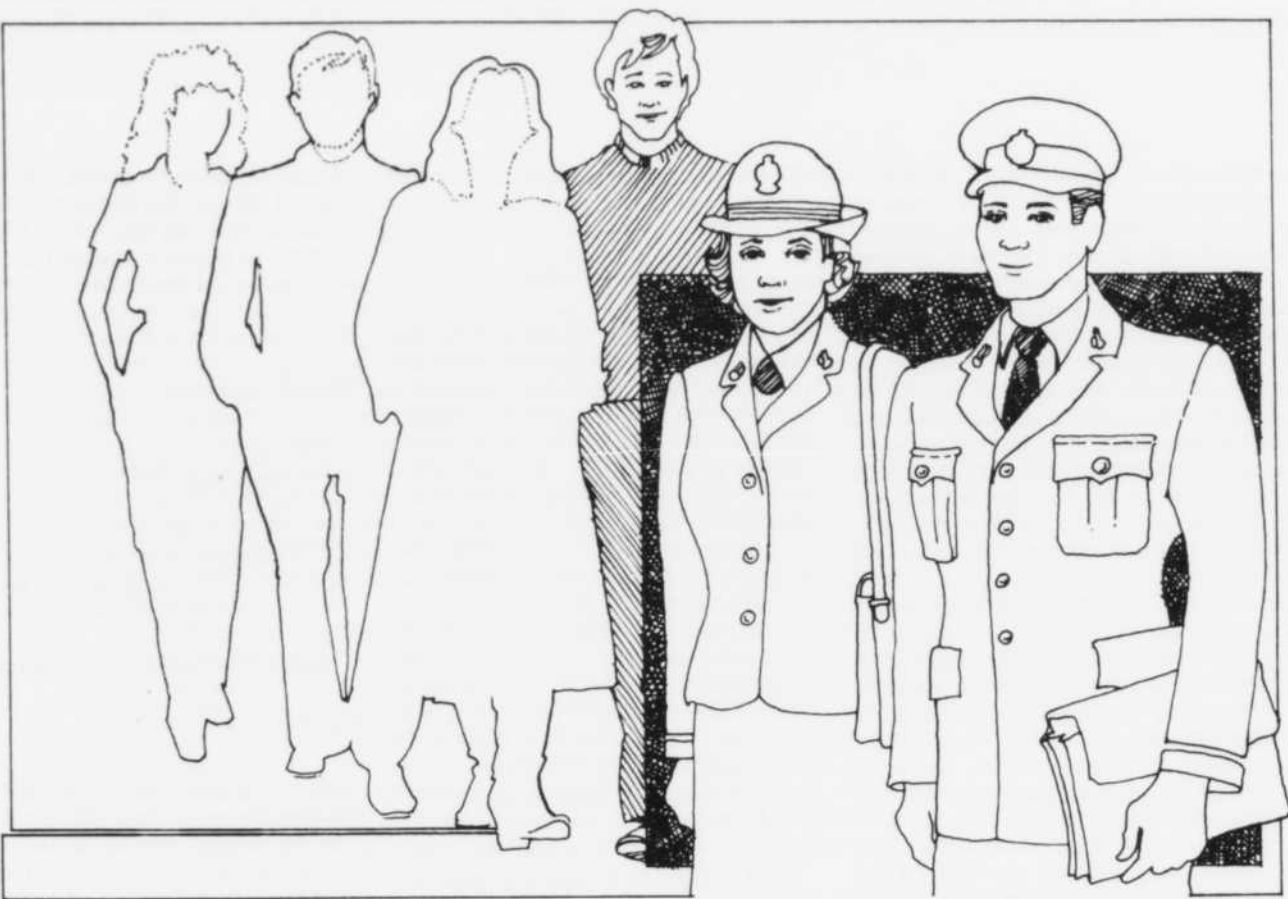
Le transport interurbain — ses options

Le souci évoqué précédemment en regard des besoins du marché revêt une importance par-

**À l'amorce
d'un virage,
des cylindres
hydrauliques
inclinent chaque
voiture,
neutralisant
la force centrifuge.**



Afin de répondre aux exigences de confort et d'économie de temps, le LRC est doté d'un système d'inclinaison lui permettant de rouler sur les voies existantes (partagées avec les convois de marchandises) à des vitesses supérieures à celles des trains conventionnels, tout en assurant un grand confort aux voyageurs.



Quelles que soient votre spécialité et vos préférences, si vous possédez un diplôme en Génie d'une université ou d'un institut de technologie reconnu, les Forces canadiennes vous offrent une carrière d'officier.

C'est pour vous une occasion exceptionnelle de mettre en pratique vos connaissances et d'acquérir une expérience profitable dans les domaines

**Les Forces
canadiennes
à la base
de votre carrière
d'ingénieur**

de la technologie et de la gestion tout en vous assurant la stabilité d'emploi que confère une carrière d'officier dans les Forces.

Pour plus de renseignements, visitez le centre de recrutement le plus proche de chez vous, ou téléphonez à frais virés. Vous nous trouverez dans les pages jaunes, sous la rubrique Recrutement ou postez ce coupon.

IMBATTABLE...

la vie dans les Forces



**LES FORCES
ARMÉES
CANADIENNES**

Canada

AU: Directeur du Recrutement et de la Sélection,
Quartier général de la Défense nationale,
Ottawa, Ontario K1A 0K2

Une carrière dans les Forces armées canadiennes m'intéresse, j'aimerais recevoir plus de renseignements à ce sujet.

Nom _____

Adresse _____

Téléphone _____

Université _____

Faculté _____

Spécialité _____

ticulière lorsqu'il s'agit de transport interurbain. Le voyageur nord-américain a, au cours des dernières décennies, opté de préférence pour l'avion, l'automobile et l'autobus. L'introduction, puis le renforcement dans les années 1970, d'un système limitant la vitesse sur les réseaux routier et autoroutier, dans le double souci d'enrayer la progression alarmante des accidents de la circulation et de réduire la consommation de carburants, rend l'option du train interurbain de plus en plus attrayante.

Plusieurs options sont aujourd'hui possibles, grâce à l'évolution de la technologie des systèmes guidés sur rail. Cependant, les investissements requis pour la construction et l'implantation de chacune de ces options, qu'il s'agisse du train électrifié à grande vitesse, du train à sustentation magnétique pour très grande vitesse ou encore du train LRC varient considérablement.

La conception du LRC permet d'atteindre des résultats de performance très significatifs (3) tout en partageant les emprises ferroviaires actuelles des trains de marchandises, ce qui entraîne des investissements infiniment moindres que ceux associés aux autres types de technologie. La photo 1 montre ce que pourrait être la prochaine génération de LRC, visant à

maximiser les caractéristiques de performance.

Le transport urbain — ses options

Les besoins en équipements de transport en commun pour le marché urbain découlent principalement des problèmes de congestion et de saturation des artères routières existantes. Les caractéristiques multimodales de ce marché amènent à considérer plusieurs options, selon le bassin de population à desservir. À cet effet, les enquêtes sur l'origine et la destination des passagers révèlent les caractéristiques du marché et permettent de définir quelle sera la solution technique la plus appropriée : l'autobus, le métro, le SLR ou le train de banlieue.

La photo 2 donne un exemple d'équipement destiné à assurer la liaison banlieue-centre-ville.

La figure 1 montre que le coût d'exploitation d'un autobus par passager/mille commence à augmenter dès que le nombre de passagers par heure et par parcours atteint 4 000 personnes. Le coût d'exploitation du métro, quant à lui, décroît lorsque le nombre de passagers par heure et par parcours excède 18 000 personnes.

Ainsi le SLR devient le mode de transport le plus efficace lorsque le nombre de passagers par

heure et par parcours se situe entre 4 000 et 18 000 personnes, c'est-à-dire lorsqu'une région urbaine n'a pas la capacité suffisante pour se permettre un métro

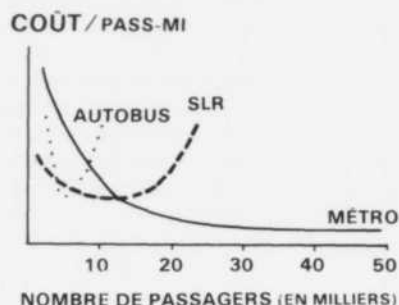


Figure 1

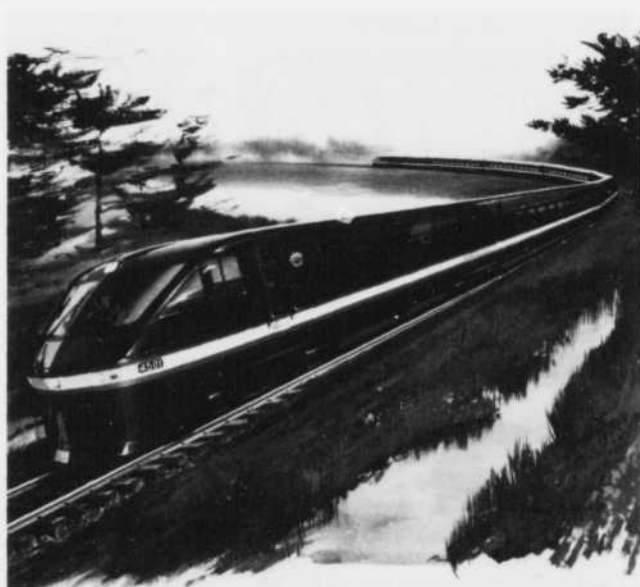
mais, d'autre part, connaît un achalandage qui excède le niveau d'exploitation économique d'un système d'autobus. D'autres options, qui offrent d'excellentes perspectives de marché, doivent être envisagées pour répondre à des besoins en transport de plus faible densité. Il s'agit des systèmes monorail et « people mover » dont le potentiel reste encore à exploiter.

Le monorail

En Amérique du Nord, les systèmes monorail ont tradition-



1- Ce que pourrait être la prochaine génération de LRC, visant à maximiser les caractéristiques de performance. Le développement de cette technologie ne produira le maximum de retombée que dans la mesure où il sera possible de l'exploiter aux limites de ses possibilités.



2- Le SLR (Système Léger sur Rail ou Tramway Moderne) de Bombardier. Une technologie belge adaptée aux besoins de l'Amérique du Nord pour une application donnée.

nellement été associés à des sites de loisirs plutôt qu'à des utilisations urbaines, mais on commence à reconnaître qu'ils peuvent constituer une option viable et innovatrice dans la recherche constante de solutions aux problèmes du transport en commun urbain et suburbain. D'une capacité de l'ordre de 7 000 passagers par heure, ces systèmes électrifiés peuvent atteindre une vitesse de 100 kilomètres/heure. Les experts considèrent qu'ils répondent particulièrement bien aux besoins du transport en commun à capacité intermédiaire.

Le système monorail de Disney, dont Bombardier a acquis les droits de fabrication et de commercialisation sous licence, fonctionne sur une poutre de roulement unique. En fait, cette poutre est la caractéristique distinctive du système monorail, celle qui offre le plus d'avantages sur le

plan économique. Ainsi, une structure de roulement de type monorail peut être construite pour environ 30% de moins que celles des pistes de roulement surélevées courantes. D'autre part, les coûts d'exploitation se trouvent sensiblement réduits par le fait que le système requiert très peu d'entretien.

Les «People Movers»

Le terme anglais «people movers» désigne généralement tous les types de véhicules qui servent au transport-passagers, mais il est de plus en plus utilisé en relation avec les systèmes conçus pour transporter de fortes concentrations de piétons sur de courtes distances. Cette caractéristique distingue les «people movers» du monorail, conçu lui pour un transport plus rapide avec

de longs intervalles entre les stations d'une ligne donnée.

Les People Movers de Disney, dont Bombardier vient d'acquiescer la technologie, sont en quelque sorte des ascenseurs horizontaux. Les multiples possibilités qu'offre ce système n'ont de limites que celles de l'imagination quant aux applications disponibles dans le domaine du transport public: aéroports, quartiers d'affaires urbains, centres commerciaux, sites d'exposition, campus, complexes hospitaliers et autres.

Le train People Mover de Disney est mû par des moteurs à induction linéaire. Il s'agit, en fait, d'une série de moteurs à contrôle informatisé, qui sont installés sur la voie et qui créent un champ magnétique servant à propulser les véhicules. (Figure 2). Les véhicules eux-mêmes ne sont munis d'aucun équipement de propulsion.



SIAL

Compagnie Internationale
de Géophysique Inc.

- Etudes Géophysiques
- Hydrogéologie
- Vibration & Seismicité
- Géologie & Géochimie
- Exploration Minière
- Environnement

2225 Chemin Saint-François, Dorval,
Québec, Canada H9P 1K3

☎ : (514) 683-4215

• Télex : GTS HTD MTL
• 05-821643



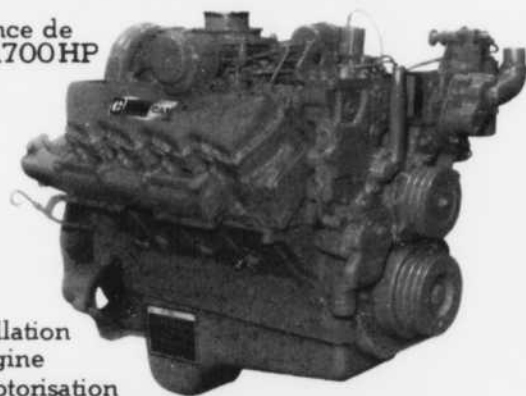
QUÉFORMAT LTÉE

591 LE BRETON
LONGUEUIL, P.Q.
J4G 1R9
674-4901

FORAGES
ETUDES GEOTECHNIQUES
CONTROLE DES MATERIAUX

MOTEURS CATERPILLAR POUR VÉHICULES

Puissance de
100 à 1700HP



- Installation d'origine
- Remotorisation
- Fiabilité dans toutes les applications

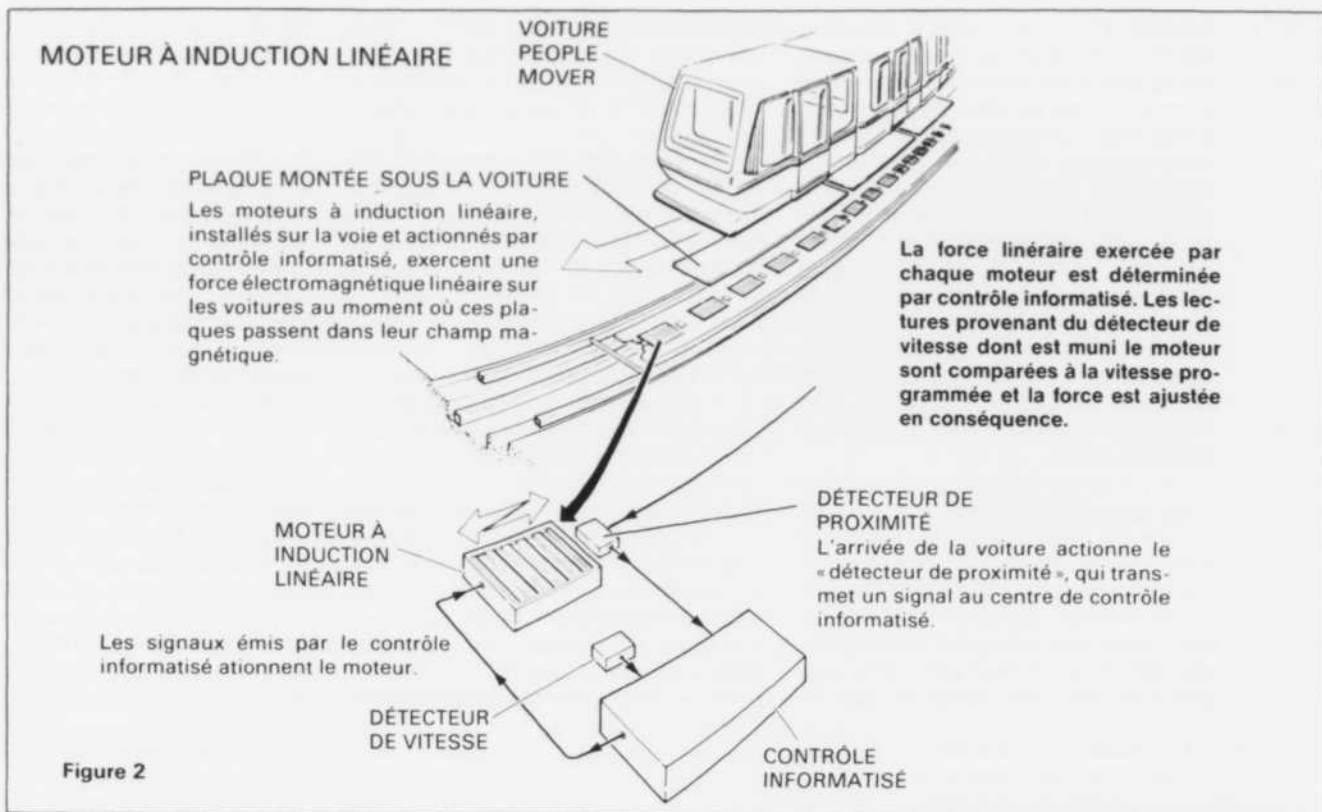
Hewitt

CATERPILLAR

Contactez sans tarder le représentant Hewitt de l'une des 7 villes suivantes.

Pointe-Claire	514 697-6911
Québec	418 878-3000
Sept-Îles	418 962-7791
Val-d'Or	819 825-5494
Chicoutimi	418 545-1560
Hull	819 770-1601
Gaspe	418 368-6161

LA FORCE D'UNE ÉQUIPE !



Lalonde
Girouard
Letendre
& Associés Ltée

1400 rue Sauvé O, suite 214
Montréal, Québec
Canada H4N 1C5
Tél: (514) 337-1030
Télex 05 825571

Ingénierie,
études techniques
et gérance de projets



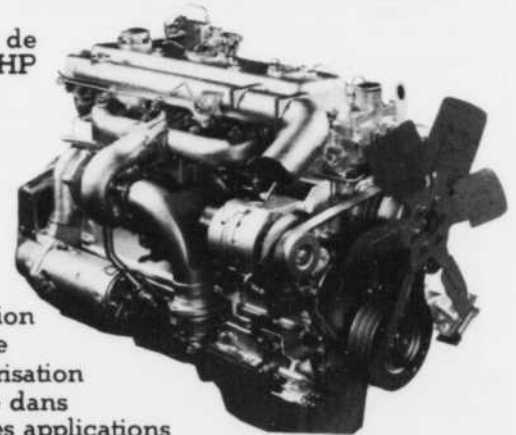
GÉOPHYSIQUE G.P.R. INTERNATIONAL INC.

- Géophysique pour barrages, pipelines, fondations, tunnels, quais, aéroports, ponts, centrales hydroélectriques et nucléaires, design, et de contrôle de construction;
- Positionnement pour tours de forage et plates-formes marines;
- Levés hydrographiques et océanographiques;
- Hydrogéologie, contrôle d'érosion, études hydrologiques et environnementales;
- Géologie et exploration pour gisements métalliques et non-métalliques, gaz et pétrole;
- Contrôle de vibrations, dynamitage et mécanique des roches.

894 rue Front, Longueuil, P.Q., Canada J4K 1Z7 / Tél.: (514) 679-2400

MOTEURS PERKINS POUR VÉHICULES

Puissance de
44 à 235 HP



- Installation d'origine
- Remotorisation
- Fiabilité dans toutes les applications



Contactez sans tarder le représentant Hewitt de l'une des 7 villes suivantes:

Pointe-Claire	514 697-6911
Québec	418 878-3000
Sept-Îles	418 962-7791
Val d'Or	819 825-5494
Chicoutimi	418 545-1560
Hull	819 770-1601
Gaspe	418-368-6161

LA FORCE D'UNE ÉQUIPE !

Conclusions

Le rêve est possible

Comme on peut le constater, les options susceptibles de répondre aux besoins du transport — passagers guidé sur rail sont nombreuses. En fin de compte, les perspectives de développement d'équipements sont reliées, d'une part, aux choix que feront les autorités publiques, en consultation et en concertation avec l'industrie, et d'autres part, à la volonté de ces mêmes autorités d'appuyer les efforts de l'industrie en matière de recherche et développement.

Il est aujourd'hui possible d'affirmer que le Québec maîtrise, dans une large mesure, l'ensemble des technologies associées au transport.

L'avenir et la croissance de notre industrie dans le domaine des systèmes guidés sur rail sont donc très prometteurs. Toutefois, nos efforts de développement seront récompensés seulement dans la mesure où nous saurons trouver des solutions réalistes au plan économique et où nous pourrions répondre aux besoins du marché dans chacun de ses secteurs chacune de ses applications.

L'exiguïté du marché domestique, l'absence de consensus sur les politiques gouvernementales en matière de transport en commun, le manque de financement disponible pour la recherche et le développement et l'insuffisance des installations d'essais — afin de mieux franchir le passage du « laboratoire » à la réalité — devront constituer les préoccupations prioritaires en matière d'équipements de transport guidés sur rail, si le Québec veut conserver la place de choix qu'il occupe déjà dans ce domaine.

L'ingénieur

Références bibliographiques

1. Ouvrage définissant l'état de la recherche et du développement en transport au Québec, ainsi que les propositions relatives aux voies à suivre pour en assurer l'épanouissement; ouvrage réalisé par le Groupe de Travail responsable du rapport de conjoncture sur la recherche et le développement en transport au Québec.
2. «Rapport du Groupe de Travail sur les politiques fédérales et les programmes visant au développement technologique» publié par le Gouvernement fédéral en juillet 1984.
3. Cant Deficiency Test Results Report. Rapport d'essais effectués par Enso Inc., de Alexandria, Virginie, pour le compte du U.S. Department of Transportation, Federal Railroad Administration, et de Amtrak.

Logiciel?



**TANDY
2000**

128 K, 2 disques.
26-5103

4150⁰⁰

256 K, disque dur
10 méga-octets.
26-5104...6399.00

*Écran couleur
et graphiques
non fournis*

Créez le vôtre ou...

Pour certains problèmes de gestion complexes, il faut une solution particulière, ainsi qu'un système de développement Tandy 2000.

Avec nos langages tels COBOL, Pascal, FORTRAN, BASIC et Macro Assembler, le Tandy 2000 vous permet de préparer la solution particulière à votre entreprise.

utilisez le service direct

Un coup de téléphone pour résoudre vos problèmes.

Le service de commande rapide de Radio Shack vous offre un logiciel qui transforme votre Tandy 2000 en table de dessin à 2 dimensions.

Ou choisissez parmi les logiciels d'analyse statistique pour traiter les masses de données.

Logiciel? De Radio Shack!

TANDY/Radio Shack

DIVISION ÉLECTRONIQUES TANDY LIMITÉE

NOM _____
 ADRESSE DE L'ENTREPRISE _____
 VILLE _____ PROVINCE _____
 CODE POSTAL _____ TÉLÉPHONE _____

**Nos ordinateurs,
c'est du sérieux**

Demandez un catalogue
d'ordinateurs gratuit
Écrivez à Radio Shack
C.P. 34 000, Barrie
(Ontario) L4M 4W5



L'ING 1184/2000

Les Carburants de substitution dans les transports de surface: Horizon 1995

Daniel Leblanc
et
Michel Rigaud, ing.

Cet article présente les résultats d'une étude de prévision technologique s'appuyant sur une enquête Delphi. À l'horizon 1995, la substitution du pétrole ne sera pas générale mais spécifique à chaque segment de marché du transport. De même, plusieurs formes alternatives d'énergie coexisteront sur ces créneaux. Les déplacements se feront surtout dans le domaine des flottes de véhicules routiers et le secteur maritime. L'étude a été réalisée dans le cadre d'un enseignement de 2^e cycle à l'École Polytechnique de Montréal.

Généralités

Les solutions apportées par les économies occidentales à la crise du pétrole comprennent généralement un réaménagement du bilan énergétique de leurs secteurs résidentiel, commercial et industriel avec une diminution de la part des produits pétroliers. Cependant, le secteur du transport n'a pas encore entrepris la diversification de son bilan et on peut presque

Les auteurs de cet article sont membres fondateurs du Groupe d'Évaluation et de Prévision Technologique de l'École Polytechnique de Montréal. Ils œuvrent ensemble dans le domaine de la prévision technologique depuis 1976. Ils ont plusieurs publications à leur crédit dans ce domaine; ceci est leur deuxième contribution à l'ingénieur (voir No 348, Mars 1982, pp. 19 à 23) en tant qu'article de prospective.

M. Daniel Leblanc est professeur agrégé au Département de génie industriel de l'École Polytechnique de Montréal. Il est actuellement en détachement à Gaz Métropolitain Inc. dans le cadre du « Programme de transfert de ressources scientifiques vers l'entreprise » du Ministère de la Science et de la Technologie du Québec. Docteur en économie, ses autres travaux de recherche actuel portent sur l'estimation de la demande et l'évaluation économique de projets.

M. Michel Rigaud est professeur titulaire au Département de génie métallurgique de l'École Polytechnique et coordonnateur du projet de mise en valeur des technologies gazières depuis octobre 1983. Ingénieur métallurgiste de formation, ses autres activités de recherche sont principalement centrées dans le domaine des industries sidérurgiques et des céramiques-réfractaires.

dire qu'actuellement la dépendance pétrolière d'une économie est celle de son secteur du transport.

Pour fixer les idées, le secteur du transport est responsable d'environ 30% de la consommation totale d'énergie au Québec et cette part est relativement stable sur le long terme (1). Les produits pétroliers occupent 99,5% du bilan énergétique du secteur transport, ce qui a eu pour conséquence de faire passer leur part dans la consommation totale de pétrole du Québec de 42% en 1980 à 46% en 1983. Complémentairement, le niveau du prix des produits pétroliers s'est fortement élevé par rapport aux autres formes d'énergie et même si le différentiel se stabilise actuellement, il est peu probable que l'on retourne à la situation de 1970*.

Les conditions sont donc réunies pour qu'un réexamen des filières énergétiques du secteur du transport s'effectue et que de nouvelles solutions soient proposées et implantées. Il ne s'agit toutefois pas de substitutions totales et générales mais de substitutions ponctuelles et adaptées aux particularités d'un créneau dans le transport.

Ainsi par exemple, au Québec, GNC Québec assure la conversion et l'approvisionnement de véhicules automobiles au gaz naturel comprimé dans la région de Montréal. Le propane est également utilisé à cette fin, principalement en Ontario. Aux États-Unis, la compagnie Ford teste des véhicules au méthanol. Le Brésil a un programme massif de conversion des véhicules routiers aux mélanges essence-alcool. Dans le domaine du rail, Burlington Railways travaille sur une locomotive au gaz naturel. Dans le domaine maritime, l'Accolade II en Australie fonctionne aussi au gaz naturel comprimé et un traversier devrait l'imiter en 1986 en Colombie Britannique.

Il est intéressant de noter que plusieurs développements actuels sont des actualisations de technologies déjà utilisées dans le passé, en particulier durant la seconde guerre mondiale.

Une enquête Delphi sur la situation nord-américaine

Afin de dégager l'évolution la plus probable de ce phénomène en Amérique du Nord durant la prochaine décennie, nous avons conduit une enquête Delphi sur le thème des carburants de substitution auprès d'experts nord-américains. Cette enquête s'est déroulée de janvier à août 1984. (Nous renvoyons à (2)(3) pour des détails sur le cadre d'opération). Nous reprenons ici l'essentiel de cette enquête, l'étude (4) sera prochainement disponible au CDTG*.

La démarche

Au cours des trois rondes successives de cette enquête, nous avons recueilli les réponses de 33 répondants, pour la plupart avec une responsabilité de vice-président ou de cadre supérieur dans leur institution respective (18 canadiens, 15 américains). Les personnes sollicités (42 au total) l'ont été de façon à obtenir un échantillon représentatif de différents milieux: des industries pétrolières, gazières, de l'électricité, des gouvernements et agences gouvernementales, des industries du transport et des manufacturiers directement impliqués. Nous avons limité notre enquête aux transports de surface: routiers, maritimes et ferroviaires.

Le questionnaire portait sur le degré de substitution globale du pétrole par les autres carburants, la pénétration de ces carburants dans différents segments de marché, les facteurs qui favorisent ou freineront ces pénétrations.

Principaux résultats factuels de l'enquête:

D'après les experts consultés, la part des produits pétroliers qui était de 97% en 1982 dans les transports sur le continent nord-américain, passera à 95% en 1993, 90% en 2000 et 80% en 2015. La croissance des marchés de substitution dans les transports de surface sera un processus lent mais irréversible.

* 3.10\$ le baril de pétrole brut libéré à Montréal (1)

* CDTG, Centre de documentation sur les technologies gazières affilié à la bibliothèque de l'École Polytechnique de Montréal

Tableau 1 : Les « opportunités » pour les carburants alternatifs

Combustibles	Secteurs						
	Voitures		Camions-Bus		Rail	Marine	Autres Véhicules
	Privé	Flotte	Privé	Flotte			
GNC	*	**	*	**			*
NGL							
Méthanol		*					
Éthanol							
Propane	*	*	*	*			
« Gasol » mixte	**	**	*	*			
Hydrogène							
Électricité					**		**
G. Synth.							
L. Synth.	*	*	*	*			

Légende * Bonne probabilité, ** Très forte probabilité

GNC: Gaz naturel comprimé

NGL: Gaz naturel liquifié

Gasol: Mélange essence-alcool

L'électricité est considérée comme un concurrent aux carburants alternatifs.

Tableau 2 : Analyse des tendances

PROPOSITION	RÉSULTATS
1. Disponibilité accrue du GN par rapport aux pétroles en Amérique du Nord	Assuré dès 1990
2. Moins de pétroles importés	Pas sûr en 1990 Très probable en 2000
3. Diminution de la mobilité des consommateurs dans le domaine des transports. Inflexion de la demande	Non, la recherche d'une mobilité accrue ne fléchira pas d'ici 2000
4. Croissance des transports de masse sur le transport privé	Pas certain du tout d'ici 2000
5. Décroissance de la consommation énergétique per capita en Amérique du Nord	Pas certain du tout
6. Diminution des limites permises des niveaux de pollution	Assuré. Cette tendance va se maintenir
7. Amélioration des performances des moteurs à essence	Faible amélioration d'ici 90 Progrès certain d'ici 2000
8. Mise au point de moteurs « dédiés » aux combustibles alternatifs	Assuré dès 1990
9. Développement d'infrastructure adéquate pour la distribution de combustibles alternatifs	Pas évident d'ici 1990 Assuré pour 2000
10. Progrès dans le stockage du GNC (cylindre basse pression)	Peu certain
11. Amélioration des performances des petits compresseurs domestiques pour le GNV	Pas évident d'ici 1990 Assuré ou presque d'ici 2000
12. Accroissement du différentiel entre prix des pétroles et prix du GNV	Peu sûr d'ici 1990 Presque certain d'ici 2000
13. Mise au point de moteurs à combustibles multiples	Peu sûr d'ici 1990 Presque assuré d'ici 2000

Lorsque l'on entre dans le détail des combustibles et des segments de marché, on constate que ces substitutions ne seront pas uniformes. Elles se feront sur des créneaux avec des solutions techniques particulières. De fait, on doit parler de substitutions pour des usagers spécifiques et non d'une substitution générale du pétrole. Le tableau 1 indique le potentiel de chacun des carburants de substitution pour une série de niches dans le transport. Le tableau 2 reprend les hypothèses et facteurs principaux qui conditionnent les prévisions des experts.

Les aspects techniques, économiques institutionnelles des substitutions

Une enquête Delphi fournit essentiellement une collection de nombres et d'arguments et non une analyse globale d'un phénomène. Sans prétendre construire ici un scénario complet de prévision, nous retiendrons les éléments suivants qui doivent entrer dans l'évaluation du futur de ces substitutions.

Aspects techniques

Nous traiterons principalement ici du GNV (gaz Naturel pour véhicules). Ce carburant est un cas-type intéressant au plan technique et pour lequel les expériences québécoises sont déjà bien avancées. En effet grâce à des énoncés de politique énergétique favorable tant aux niveaux fédéral que provincial, la pénétration du GNV est déjà bien amorcée depuis 1981. Au delà de 300 véhicules étaient déjà convertis au GNC au printemps 1984 dans la région montréalaise. À partir de cette expérience et de l'analyse des aspects techniques et de leur évolution, il est possible de dégager quelques éclairages intéressants, tout en nous limitant au secteur routier.

Pour le GNV (Gaz Naturel pour les Véhicules) il y a deux possibilités, le GNC gaz naturel comprimé et le GNL gaz naturel liquifié. Pour l'instant le GNC est le carburant le plus utilisé. Compte tenu de la technologie actuelle le GNC est plus avantageux que le GNL pour les moteurs légers (auto-



mobiles, camions légers). Plus la puissance des moteurs augmentent plus le GNL devient une solution intéressante.

Pour le GNC, les principaux freins techniques sont: l'autonomie des véhicules; l'efficacité des équipements de conversion pour passer d'un carburant liquide (essence) à un carburant gazeux (GN) avec ce que cela implique au niveau de la carburation, des rapports de compression des mélanges pour les moteurs à combustion interne avec allumage électronique; et les infrastructures de ravitaillement limitées (pour l'instant seulement 5 postes de ravitaillement publics dans la région de Montréal).

Plusieurs solutions technologiques semblent ou sont à la portée de la main. Dans le domaine du stockage du GNV plusieurs progrès sont escomptés à court terme tant au niveau de la conception des cylindres et des compresseurs qu'au niveau des absorbants. Ainsi, aux États-Unis, on prévoit mettre sur le marché des compresseurs domestiques pour permettre un ravitaillement au niveau de chaque domicile déjà branché sur le gaz naturel... d'ici 1986. Ceci aurait pour effet de limiter de beaucoup l'importance des infrastructures manquantes. L'efficacité des équipements de conversion est aussi une source de préoccupation constante. Plus

ieurs progrès seront enregistrés avant que la production, par les manufacturiers d'automobiles et autres véhicules de moteurs « dédiés », soit devenue une réalité. Déjà en 1984 plusieurs prototypes de ces véhicules ont été réalisés par divers fabricants (notamment une camionnette de type « Ranger » chez Ford). Plusieurs projets autres sont annoncés pour les cinq prochaines années à venir.

L'utilisation du GNV comme carburant dans les moteurs diesels est aussi une réalité, tant pour les moteurs d'automobiles que pour les plus gros moteurs. Ceci nous amènerait alors à considérer les secteurs maritimes et ferroviaires. Il faut quand même souligner que la pénétration du gaz naturel dans ces secteurs est déjà une réalité à partir de projets-pilotes tant au niveau canadien qu'au niveau international. Les freins technologiques déjà signalés pour le domaine routier demeurent les mêmes.

Au niveau technologique, toujours d'un point de vue très général, les combustibles « alternatifs » tel que le méthanol, l'éthanol, ou le « gasol » (mélange alcools et essence) présentent des caractéristiques à première vue intéressantes. Ce sont des combustibles liquides, d'une densité énergétique plus grande que le GNC, a priori plus « facile » à manipuler pour la redistribution aux consom-

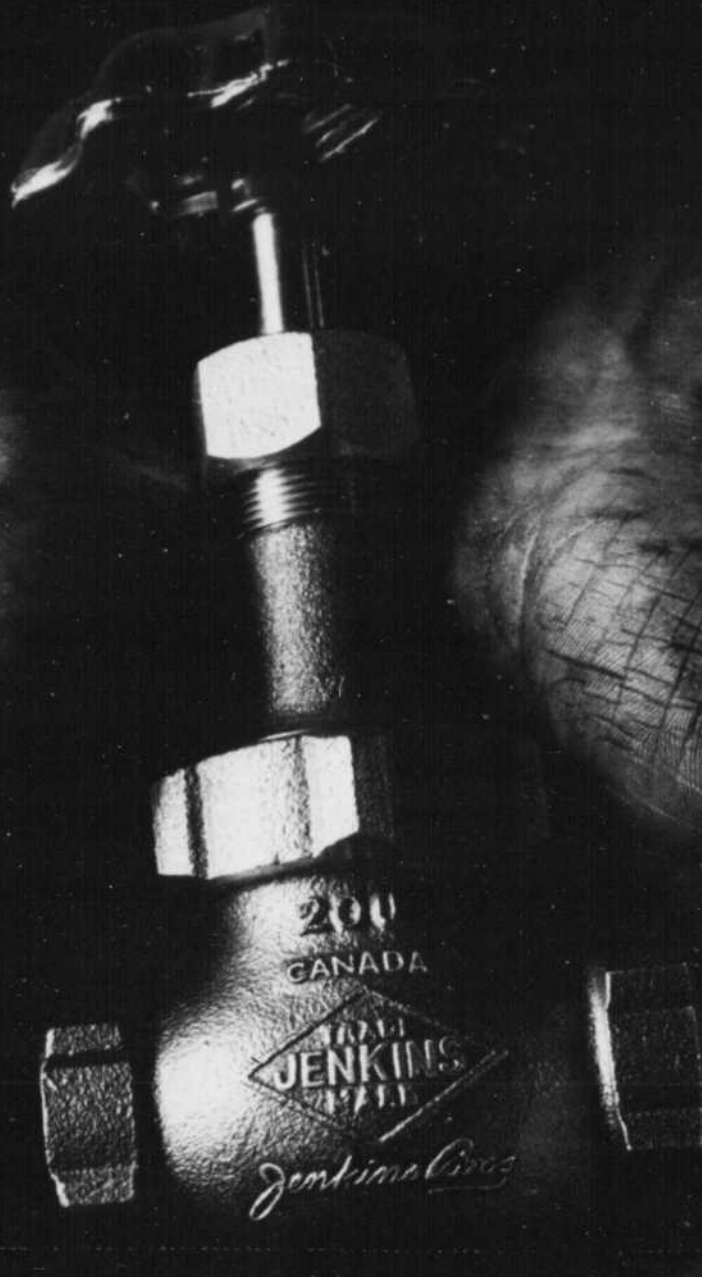
mateurs et nécessitant des ajustements mécaniques moindres. Toutefois, à l'usage, on a déjà découvert plusieurs inconvénients dont les principaux sont: la contamination par les vapeurs d'eau, la corrosion et les limites d'explosion. D'autres carburants gazeux que le GNV, peuvent être considérés, notamment l'hydrogène. C'est un sujet bien documenté dans l'Est du Canada. Plusieurs expériences pilotes, de petite envergure sont en cours.

Si les facteurs techniques sont encore loin d'être tous résolus, même si conceptuellement aucun problème majeur n'apparaît encore, les facteurs économiques et la structure industrielle de cette future « industrie » de l'hydrogène restent à établir. L'incidence de l'hydrogène dans le secteur des transports est encore aujourd'hui du domaine de la spéculation pure. Intermédiaire pour ainsi dire entre les combustibles gazeux et les combustibles liquides considérés au préalable, le propane et les GPL (gaz de pétroles liquides) sont des carburants alternatifs à considérer actuellement. Leur utilisation au Canada et ailleurs dans le monde est déjà considérable. Chez nous, le principal problème semble être la mise en marché par les pétroliers et les réserves disponibles qui seraient limitées (5).

Aspects économiques et institutionnels

Les prix relatifs des carburants de substitution par rapport aux carburants classiques favoriseraient la substitution au niveau des coûts d'opération pour l'utilisateur. Ces économies lui permettent des périodes de recouvrement (payback) intéressantes, sur son investissement de conversion. On parle de moins de deux ans pour les conversions des véhicules légers au GNC dans la région de Montréal. Cependant ces avantages économiques ne sont pas suffisants. L'activité de transport dépend d'infrastructures dont les coûts sont énormes et on doit se demander si elles sont adéquates et disponibles pour les substitutions envisagées. En particulier, le développement de réseaux de distribution de carburants et de services techniques adéquats est une condition essentielle à la pénétration des nouvelles solutions.

DU 'TOUT-CANADIEN'



Entièrement fabriquées au Canada, depuis le stade du métal en fusion jusqu'au produit fini, et ce depuis 1908, les valves Jenkins n'ont jamais cessé de faire la preuve de leur capacité à satisfaire les demandes les plus rigoureuses du marché canadien.
Jenkins Canada Inc., Lachine, Qué.

JENKINS
Le spécialiste en valves





Ainsi, pour les transports nécessitant un réseau universel de distribution de carburants et de services techniques, d'entretien mécanique des moteurs et réservoirs, les solutions mixtes alcool-essence sont fortement favorisées car les installations actuelles sont adéquates. Il s'agit principalement des voitures privées, de camions et de bateaux à itinéraires variés. Le volume d'investissement requis au départ pour pénétrer ces marchés est énorme. Ainsi les solutions compatibles avec les intérêts de compagnies pétrolières ont un avantage marqué. On place dans l'ordre, les gasols (diversification dans le court et moyen terme, substitution dans le long terme), le propane (diversification court et moyen terme), le méthanol (diversification long terme). Par contre, dans les transports pour lesquels un réseau de distribution dédié, clairsemé ou local est suffisant, le GNC (court et moyen terme) et le GNL (moyen et long terme) sont une solution attrayante de diversification. Il s'agit principalement du transport routier ou maritime à itinéraire locaux ou fixes (transports en commun, distribution physique, traversiers, etc).

Par ailleurs, il faut rappeler que les prix des carburants sont fortement contrôlés par les pouvoirs publics. Au Québec environ

29% du prix de l'essence à l'usager sont des taxes provinciales, 25% des taxes fédérales, 12% des taxes et royautés de la province productrice. Il est donc évident que les pouvoirs publics auront une influence primordiale sur la pénétration des carburants de substitution puisqu'ils peuvent modifier les prix relatifs sur des créneaux identifiés.

Enfin, les substitutions seront plus faciles dans les transports à caractère commercial et industriel que dans ceux à caractère privé. Il est bien connu que le consommateur est très conservateur dans la satisfaction de ses besoins essentiels. L'automobile privée doit être placée dans cette catégorie dans nos sociétés. Par ailleurs, on peut plus facilement exiger un recyclage dans les activités professionnelles d'une personne afin qu'il change ses habitudes. Ce n'est pas le cas pour les activités personnelles. Ceci renforce la conclusion de substitutions ponctuelles et non générale dans le secteur des transports.

Conclusion

Étant donné le cadre de l'étude et les moyens disponibles, il n'était pas question de faire une évaluation approfondie de toutes

les substitutions possibles. Toutefois les résultats obtenus sont suffisamment fiables pour affirmer que nous connaîtrons d'ici la fin du siècle un déplacement significatif des carburants classiques dans des créneaux particuliers des transports routiers et maritimes. Les transports à itinéraires courts et fixes seront certainement les premiers sur la liste. Les autorités publiques auront un rôle décisif à jouer pour plusieurs de ces créneaux. Cependant les compagnies pétrolières conserveront l'initiative pour ce qui est du transport routier privé que ce soit avec les solutions actuelles, les solutions mixtes essence-alcool ou le méthanol.

S'il est bien connu que les « professeurs » sont toujours trop « optimistes » vis-à-vis du résultat de leurs études à court terme ils sont généralement trop « pessimistes » vis-à-vis de leur prédiction à long terme. Ainsi le dernier mot n'est pas dit et la situation du marché des produits pétroliers dans les transports ne demeurera pas stable dans les prochaines années. Là est notre conviction.

l'ingénieur

Remerciements

Nous voulons remercier ici la compagnie Gaz Métropolitain Inc. qui a accepté de subventionner la présente étude dans le cadre de son entente avec l'École Polytechnique de Montréal. Nos remerciements vont aussi aux experts qui ont bien voulu participer aux trois rondes de l'enquête Delphi. Nous voulons enfin souligner le travail et l'appui stimulant que nous ont apportés plusieurs étudiants du cours « MU-645 — La prévision technologique » au trimestre d'hiver 1984.

Références

1. Les statistiques de l'énergie au Québec. Publication annuelle. Énergie et Ressources, Éditeur officiel du Québec.
2. H.P. SCHREIBER et M. RIGAUD, "Technological Forecasting in an Engineering Curriculum, Chem. Eng. Educ. 9, pp. 184-187, 1975.
3. D. LEBLANC, M. RIGAUD et H.P. SCHREIBER, "Technological Forecasting and Planning Exercises in Engineering Curricula" Technological Forecasting and Social Change, vol. 14, pp. 153-168, 1979.
4. D. LEBLANC et M. RIGAUD - L'enquête Delphi sur l'utilisation du gaz naturel dans les transports de surface, horizons 1995 - 32 pages, septembre 1984 - sera disponible au CDTG en janvier 1985.
5. Propane, the modern automotive use, Énergie des Transports, Énergie, Mines et Ressources Canada, TE-82-10, 1982.

Considérations pour la pérennité des ouvrages

Dr Gilbert Haddad, ing.

Compte tenu du grand nombre de ponts et viaducs de construction récentes qui accusent dès leurs premières années des détériorations sérieuses, il semble évident que certains détails de conception et d'exécution devraient être réévalués et modifiés afin d'assurer la pérennité des ouvrages futurs.

Normes de construction

Il a été maintes fois dit que l'art de bien construire n'est pas basé sur des théories, mais sur l'observation, l'expérience et la logique. Il serait donc souhaitable que ces trois éléments soient mis en évidence lors de la réalisation des ouvrages afin qu'ils soient exempts de faiblesses et ne nécessitent que très peu d'entretien. Tant que notre climat n'aura pas changé et que des produits de déglacage économiques non agressifs au béton n'auront pas été mis sur le marché, la pérennité des ouvrages en béton exposés aux intempéries et aux sels de déglacage continueront à présenter un défi de taille aux concepteurs et aux constructeurs.

Les désordres constatés au cours de l'inspection d'un grand nombre de ponts et de viaducs, indiquent que les normes de design et de construction en vigueur lors de leur réalisation n'étaient pas adéquates pour assurer la pérennité de ces ouvrages et éviter des coûts d'entretien élevés. Des différents facteurs qui peuvent être tenus directement ou indirectement responsables de la dégradation du béton, les plus importants sont : (a) les déformations dues aux écarts de température, (b) les cycles de gel-dégel, (c) les granu-

lats réactifs aux alcalis du ciment et, (d) la corrosion des aciers d'armature.

a- Les déformations dues aux écarts de température

Les écarts de température entre l'été et l'hiver, et entre le dessous et le dessus du tablier provoquent des dilatations ou des contractions différentielles qui doivent être compensées ou absorbées au moyen de dispositifs spéciaux aux appuis, au moyen de joints aux extrémités des portées, et au moyen d'aciers d'armature judicieusement agencés. Il n'est pas question ici de discuter des mérites des différents moyens, mais plutôt de présenter des considérations d'ordre général. L'usage des appuis de néoprène devient de plus en plus fréquent car ils possèdent des caractéristiques de longue vie avec un minimum d'entretien. Cependant, il est prudent de pouvoir les inspecter périodiquement. Il peut aussi advenir qu'il soit nécessaire de les remplacer. Or, il s'est avéré, dans bien des cas, que l'accès aux appareils d'appui était très difficile et, parfois même, impossible.

Les joints « d'expansion » ouverts, sont peut-être acceptables pour les états du sud des E.-U., ils sont absolument inadmissibles pour notre climat. Ils permettent aux eaux chargées de sels de déglacage de s'écouler sur le haut des chevêtres ou des culées et de provoquer la corrosion des parties métalliques des appareils d'appui et des aciers d'armature non adéquatement enrobés de béton. Une variété de joints étanches ont été mis sur le marché. Les plus communs sont les joints à soufflet. Ceux-ci sont livrés au chantier avec un écartement fixé en fonction de la distance entre les joints et de la température du béton du tablier au moment de son installation. Il est indispensable d'observer scrupuleusement les directives du fournisseur lors de l'installation des joints afin de ne pas solliciter indûment le matériau du soufflet.

Les dilatations différentielles dues à la différence de température entre le dessous et le dessus du tablier peuvent provoquer à la surface du tablier des

fissures, dont la dimension dépendra de l'agencement de l'acier communément appelé « de température ». Les fissures importantes permettront à la poussière de s'introduire et de s'y loger. Elle empêchera les fissures de se refermer, et créera ainsi des interstices poreux dans lesquels les sels de déglacage corrosifs pourront s'infiltrer jusqu'aux aciers supérieurs et provoquer leur corrosion.

La pratique courante de revêtir la dalle de béton du tablier, d'une couche de roulement bitumineuse qui absorbe la chaleur du soleil, augmente la différence de température et par conséquent la dilatation différentielle entre le dessus et le dessous du tablier. Il a été en outre constaté que cette couche de roulement dissimulait souvent la détérioration du béton sous-jacent, qui ne devenait évidente que lorsqu'elle avait atteint des proportions alarmantes. Dans certains cas observés, la couche de roulement bitumineuse n'était pas interrompue au joint de la dalle de béton, mais le chevauchait continuellement. Il est évident que le revêtement devait nécessairement se fissurer le long du joint sous-jacent et permettre aux eaux agressives, soit de s'écouler sur le haut des chevêtres sous ces joints dans le cas de joints ouverts, soit de s'infiltrer sous le revêtement, le long des joints dans le cas de joints étanches.

Dans les cas où un revêtement bitumineux était quand même exigé, il faudrait que la dalle de béton soit épaissie le long du joint afin que celui-ci soit au même niveau que le niveau supérieur de la surface de roulement (Fig. 1).

b- Les cycles de gel-dégel

Les cycles de gel-dégel, produits naturellement par les variations de température, ou provoqués artificiellement par les sels de déglacage, peuvent rapidement détruire un béton qui ne comporte pas un réseau convenable de bulles d'air entraîné ou qui n'est pas adéquatement imperméabilisé par des enduits étanches résistants aux eaux chargées de sels de déglacage.

Dr Gilbert Haddad, ing., occupe le poste de spécialiste principal béton et matériaux, auprès de la Compagnie Nationale de Forage et Sondage, une division du Groupe LAVALLIN. Ses principaux domaines d'intérêt sont la technologie du béton et les problèmes reliés aux ouvrages en béton. Il a rédigé plusieurs articles et présenté un très grand nombre de conférences sur ces sujets.

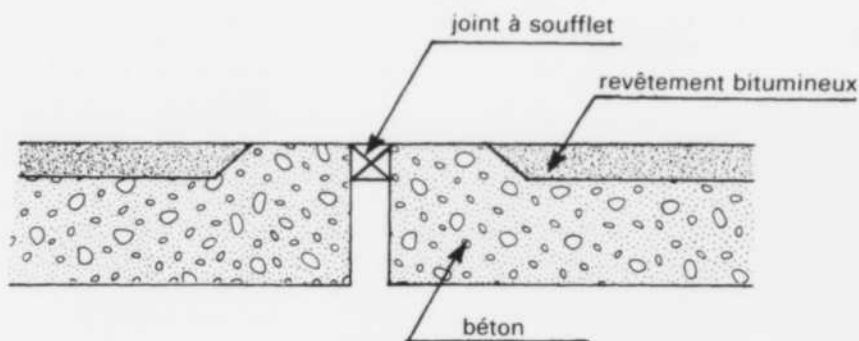


Figure 1 Détail aux joints d'expansion

c- Les granulats réactifs aux alcalis du ciment

Les conséquences graves des réactions alcalis-granulats que l'on retrouve, de plus en plus fréquemment, pourraient être évitées en exigeant d'une part un ciment très pauvre en alcalis et, d'autre part, que les granulats ne contiennent pas de minéraux susceptibles de réactions nuisibles avec les alcalis du ciment. Il faudrait noter qu'il n'est pas suffisant d'exiger un ciment très pauvre en alcalis seulement, car certains granulats réactifs pourraient réagir nuisiblement même avec de très faibles quantités d'alcalis. D'autre part, même si les granulats ne sont pas, ou sont très peu réactifs, les forts dosages de ciment devraient être évités, car en effet c'est l'apport total en alcalis qui déterminera l'intensité de la réaction.

d- La corrosion des aciers d'armature

De tous les facteurs qui peuvent être tenus responsables de la dégradation du béton, la corrosion des aciers d'armature est celui qui tient la vedette. Celle-ci est principalement reliée aux trois défauts suivants qui peuvent se produire individuellement ou collectivement. (1) la porosité du béton enrobant les aciers, (2) l'enrobage insuffisant des aciers et (3) la fissuration du béton enrobant les aciers. Le processus de dégradation est simple: les sels de déglacage en solution qui pénètrent dans les pores superficiels du béton ou dans les fissures, peuvent atteindre les

aciers et amorcer leur corrosion entraînant des gonflements, des fissurations puis des éclatements du béton.

Avant d'envisager la mise en application de moyens directs pour empêcher la corrosion, il faudrait examiner les améliorations qui pourraient être apportées lors de la conception. Il s'agit principalement de l'agencement du drainage et de l'évacuation des eaux chargées de sels de déglacage. Il a été mentionné plus haut qu'il faut éviter les infiltrations à travers les joints ouverts. Il faut aussi, éviter les accumulations d'eau le long des chasse-roues et des glissières médianes en béton. Les drains et conduits de drainage doivent être faits de matériaux inertes aux sels de déglacage. Ils doivent être visibles, et les écoulements doivent être canalisés loin des poutres, poteaux, chevêtres, culées et autres éléments supportant le tablier. Des dégâts très graves se sont souvent produits lorsque, par souci d'esthétique, des conduits de drainage ont été incorporés dans les poteaux supportant le tablier. Si une membrane hydrofuge est exigée entre la dalle de béton et le revêtement bitumineux, celle-ci doit être minutieusement appliquée sur un support parfaitement égal, à l'épaisseur requise, et toutes les précautions possibles prises afin d'éviter tout accroc qui pourrait interrompre sa continuité. Les joints de reprise de bétonnage devront être parfaitement bien préparés par sablage, lavage de haute pression ou bouchardage afin d'assurer leur étanchéité. Les

pets, les glissières médianes et le tablier devront se situer au-dessus du niveau de la surface de roulement (Fig. 2) afin d'éviter tout contact direct entre les eaux chargées de sels de déglacage et le joint.

La porosité du béton peut être considérablement réduite par un dosage bien étudié des constituants, par l'usage de superplastifiants qui permettent une diminution du rapport eau/ciment et par l'addition de certains constituants secondaires au ciment. Elle peut être aussi réduite par une consolidation adéquate et, avant tout, un conditionnement efficace.

Un enrobage convenable des aciers est aussi important qu'une faible porosité du béton pour empêcher ou, tout au moins, retarder la pénétration des sels corrosifs jusqu'aux aciers. Certains organismes exigent un enrobage de 95 ± 20 mm pour les éléments qui ne sont pas directement exposés aux sels et un recouvrement de 80 ± 20 mm ainsi que des barres enduites d'époxy pour tout béton directement exposé aux sels.

L'usage de barres enduites d'époxy tout comme l'addition d'adjuvants inhibiteurs de corrosion devient de plus en plus populaire. Ceci s'explique par le fait que ni un enrobage convenable, ni une faible porosité ne seraient capables d'empêcher la pénétration des sels dans le béton, au cas où celui-ci se fissurerait. Même

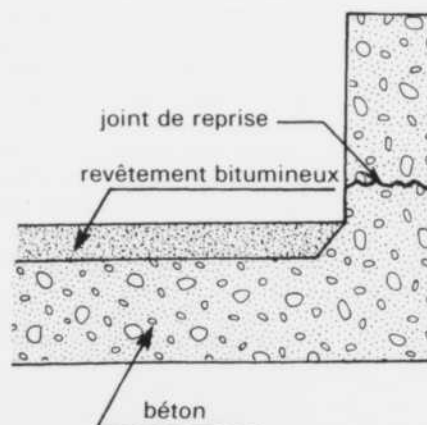


Figure 2 Détail aux joints de reprise

des revêtements étanches seraient inefficaces car ils se fissureraient également.

La fissuration se retrouve fréquemment dans les chasses-roques, les parapets et les glissières médianes. Ces éléments sont soumis à de fortes concentrations de sels de déglacage ainsi qu'à des cycles fréquents de mouillage-séchage. Ils sont, en outre, exposés sur tous les côtés aux intempéries. Étant donné que leurs faibles dimensions les rendent très vulnérables à toutes ces agressions, il est impératif d'exercer les plus grands soins lors de leur construction. L'usage de barres enduites d'époxy et leur enrobage adéquat s'imposent, tout comme une consolidation et un conditionnement, scrupuleusement exécutés. Toutes les précautions doivent être prises afin de minimiser le retrait et la fissuration qui pourrait en résulter.

Le béton précontraint

Toutes les considérations énumérées ci-haut s'appliquent

également aux ouvrages en béton précontraint. Toute possibilité de corrosion des câbles doit être absolument évitée car elle pourrait sérieusement compromettre la capacité portante de la structure.

Les zones des ancrages doivent être aisément accessibles afin de pouvoir inspecter la condition des cachetages. L'injection du coulis dans les gaines doit être exécutée avec les plus grands soins, afin d'assurer le remplissage complet et la protection des aciers. Ici, l'usage d'inhibiteurs de corrosion serait approprié.

La qualité

La qualité d'un ouvrage dépend en grande partie du souci apporté lors de l'exécution. Les meilleurs matériaux, la technologie la plus avancée et les pratiques de design les plus évoluées ne peuvent être effectifs que si la construction est exécutée convenablement. Une inspection compétente et des programmes d'essais adéquats sont indispensables pour assurer la réussite et la pérennité des ouvrages réalisés.

Conclusion

Compte tenu des coûts élevés de réparation des ouvrages détériorés, des difficultés techniques d'exécution et des inconvénients causés aux usagers, il est évident que tous les efforts doivent être déployés afin de réaliser des ouvrages durables, qui ne nécessiteront que peu de réparations. Les considérations exposées ici ne prétendent pas préconiser des solutions magiques, qui écarteraient totalement toute possibilité de détérioration. Elles soulignent la nécessité de prendre toutes les précautions qui s'imposent lors de la conception, du choix des matériaux et de l'exécution.

Il sera, en outre, indispensable de poursuivre l'observation des ouvrages existants, de suivre le comportement des ouvrages neufs ou réparés, afin d'évaluer les mérites des améliorations apportées et de persévérer dans les efforts de recherche, de développement et d'évaluation de procédés et de produits prometteurs.

L'ingénieur



GÉNIE — TECHNIQUE — PRODUCTION

DIRECTEUR INGÉNIEUR FABRICATION \$50,000

Nous recherchons un ingénieur industriel ou mécanique possédant plus de 10 années d'expérience en industrie légère de transformation des métaux. Le candidat choisi sera responsable des procédés de fabrication et du contrôle de la qualité dans un milieu hautement mécanisé où une forte connaissance technologique serait un atout important. Bilingue.

INGÉNIEUR THERMIQUE \$50,000 ++

Nous recherchons deux ingénieurs mécaniques possédant au moins 10 ans d'expérience en combustion et échangeurs thermiques. Les candidats choisis agiront à titre de conseillers techniques principaux auprès de la grande entreprise en faisant l'analyse des systèmes existants et en recommandant les changements appropriés par des techniques modernes. Le sens de la communication orale et écrite fait partie des critères fondamentaux. Membre de l'O.I.Q. Bilingue.

INGÉNIEUR SANITAIRE \$45,000 ++

Notre client est une société d'ingénieurs-conseil établie depuis plus de 20 ans et dont les services sont offerts aux municipalités et aux gouvernements. Nous recherchons un ingénieur sanitaire de plus de dix ans d'expérience en projets municipaux et gouvernementaux. Le candidat idéal sera un généraliste qui pourra agir en tant que «Group Leader» de projets de grande envergure. Il aura à diriger une équipe multidisciplinaire formée de spécialistes techniques. Membre de l'O.I.Q.

INGÉNIEUR DE LA CIRCULATION URBAINE \$45,000 ++

Nous recherchons présentement un ingénieur sénior urbain spécialisé en transport. Le candidat recherché aura oeuvré pour une société d'experts-conseil ou une municipalité sur des projets de circulation urbaine de grande densité. La conception à l'aide d'ordinateur «C.A.D.» serait un atout important. Membre de l'O.I.Q. et bilingue.

INGÉNIEUR ESTIMATION DE PRIX \$40,000

Nous recherchons une personne possédant une formation technique (mécanique) ainsi que 10 années d'expérience en estimation de prix dans la fabrication de systèmes de convoyeurs très sophistiqués. Le candidat devra en plus d'écrire des devis techniques, communiquer avec le département des ventes, la clientèle, l'ingénierie et l'administration. Il est donc essentiel de maîtriser la langue anglaise parlée et écrite.

INGÉNIEUR ÉLECTRIQUE «CONTRÔLE INDUSTRIEL» \$35,000

Notre client, une multinationale, recherche, pour son service d'ingénierie central, deux personnes spécialisées en conception et en mise en service de contrôles de procédés informatisés et automates programmables. Les candidats posséderont une formation universitaire. Membre de l'O.I.Q. et bilingue.

Pour une entrevue confidentielle, contactez: Yvan Lachance.

ST. AMOUR ET ASSOCIÉS LTÉE
666 ouest, rue Sherbrooke, Montréal, Qué. H3A 1E7

CONSEILLERS
EN RESSOURCES
HUMAINES

BUREAUX À MONTRÉAL ET TORONTO

(514) 288-7400

Le scellement des fissures dans les pavages flexibles

Claude Lupien, ing.

Les défis majeurs que vont devoir relever les ingénieurs routiers dans les années à venir vont être de développer des méthodes de construction qui permettront de faire durer des ouvrages routiers qui seront soumis à des conditions de circulation de plus en plus sévères. Ils auront aussi à développer des méthodes de réparation qui vont permettre de rallonger la vie des ouvrages routiers actuels. Plusieurs avenues prometteuses déjà au point ou en cours d'expérimentation sont exposées dans cet article.

Description du problème

La plupart des problèmes de fissuration peuvent être classés comme étant provoqués par des variations de températures dans le béton bitumineux ou par la fatigue de celui-ci. La fissuration par réflexion d'un revêtement mis en place sur un pavage existant constitue un autre type de fissure.

Quelle que soit la classe de fissure on peut dire que l'apparition de celles-ci est également reliée aux matériaux constituant le revêtement. À de basses températures les propriétés élastiques du béton bitumineux sont très atténuées. En d'autres mots, en raison des limitations des propriétés du béton bitumineux, il n'est pas anormal de voir apparaître à moyen terme des fissures dans un pavage flexible. Le taux d'apparition de celles-ci et de dégradation du pavage peut cependant être expliqué par d'autres raisons.

M. Claude Lupien, ing., M.Sc.A., est relié au département de génie civil de l'Université de Sherbrooke depuis 1974. Ses enseignements se situent dans les domaines de la géotechnique et du génie routier. Il occupe présentement le poste de secrétaire de la faculté des sciences appliquées.

Une bonne partie de son expérience professionnelle s'est développée dans le cadre de projets de recherche sur le comportement des infrastructures routières et des matériaux routiers. Dans le contexte de la géotechnique, son expérience s'est développée principalement dans les domaines du comportement des tourbes et de l'écoulement en milieu poreux.

L'existence de fissures dans un pavage permet la pénétration de l'eau dans la fondation de la route. Durant l'hiver la pénétration des eaux qui contiennent des sels en solution est particulièrement dommageable puisqu'il se crée alors des conditions non homogènes dans la fondation. La figure illustre des comportements typiques observés sur l'autoroute des Cantons de l'Est et dans la ville de Sherbrooke (1). La réalisation d'une tranchée de part et d'autre des fissures a permis d'observer que le matériau de fondation, au voisinage de la fissure, n'est pas gelé puisqu'il contient du sel en solution. On observe généralement une dépression du profil du pavage au-dessus de cette zone (fig. 1a). Dans le cas des fissures où la pénétration de l'eau est plus importante on observe la présence de lentilles de glace en périphérie de la zone non gelée. L'accumulation des lentilles provoque alors un soulèvement du pavage de part et d'autre de la fissure (fig. 1b). Aux endroits ainsi

sollicités, les fissures se multiplient rapidement dans le pavage avec les années.

De plus l'ouverture des fissures augmente chaque année. Les contractions thermiques du béton bitumineux laissent une déformation résiduelle qui peut se situer entre 1 et 2 mm par année (2). D'autres phénomènes viennent s'ajouter à celui-ci pour augmenter l'ouverture. Les variations de températures enregistrées durant l'hiver provoquent des variations importantes de l'ouverture des fissures. Au cours de l'hiver 83-84, on a enregistré dans la région des Cantons de l'Est des variations de l'ouverture s'élevant entre 5 et 10 mm dans le cas des fissures transversales. Des ouvertures du même ordre de grandeur ont été observées en Ontario (3).

Puisque la possibilité de pénétration de l'eau dans la fissure explique une part importante du processus de dégradation des pavages, on peut conclure sur l'importance de sceller ces fissures. S'il est possible de sceller

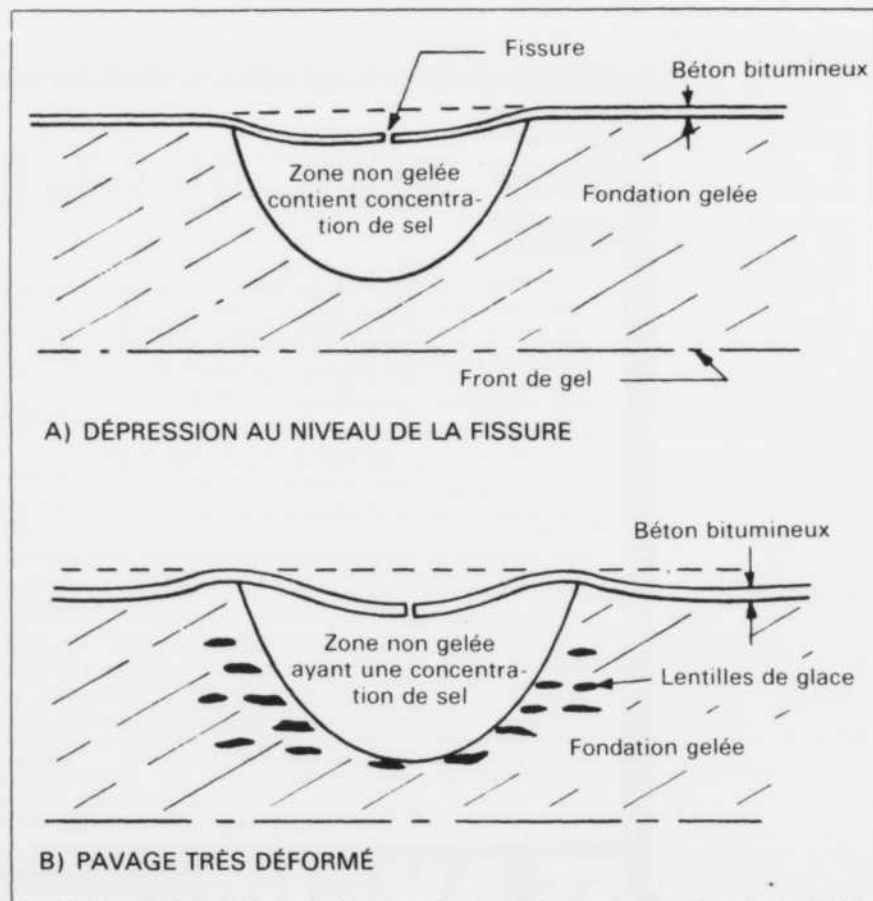


Figure 1 Sections de part et d'autre d'une fissure en période de gel.

efficacement ces fissures il en résultera nécessairement une prolongation de la durée de vie du pavage.

Solutions envisagées

Dépendamment de l'importance de la détérioration d'un pavage, deux types d'intervention sont le plus souvent retenus: resurfaçage ou simple scellement des fissures. Les paragraphes qui suivent présentent pour ces deux types d'intervention quelques-unes des possibilités qui apparaissent prometteuses.

Resurfaçage

Dans le cas d'un pavage très détérioré, la solution la plus souvent utilisée consiste en l'application d'une épaisseur additionnelle de béton bitumineux par-dessus le pavage existant. Cette approche offre initialement de bonnes conditions de roulement et généralement les fissures apparaissent à nouveau, par réflexion, dès le premier hiver et leur ouverture augmente avec le temps. En quelques années on revient aux conditions que l'on connaissait avant la réfection du pavage.

Plusieurs approches ont été expérimentées pour atténuer et possiblement éliminer le problème de réflexion et les conséquences qui en résultent: utilisation de membranes, technique de chargement à l'aide de pierre concassée, utilisation du bitume caoutchouc etc...

La première méthode qui apparaît particulièrement intéressante consiste à sceller les fissures avec une membrane imperméable auto-collante avant la mise en place du nouveau revêtement. Ces membranes sont du même type que celles que l'on utilise pour obtenir l'étanchéité de surfaces de béton. Ces membranes auto-collantes sont découpées par bande de 30 à 45 cm de large et appliquées sur les fissures avant la mise en place d'une nouvelle épaisseur de pavage (fig. 2). Cette approche n'empêche pas la réflexion des fissures mais a pour avantage d'empêcher la pénétration de l'eau à travers celles-ci.

Plusieurs expériences avec ce type de membrane, dont certaines sur l'autoroute des Can-

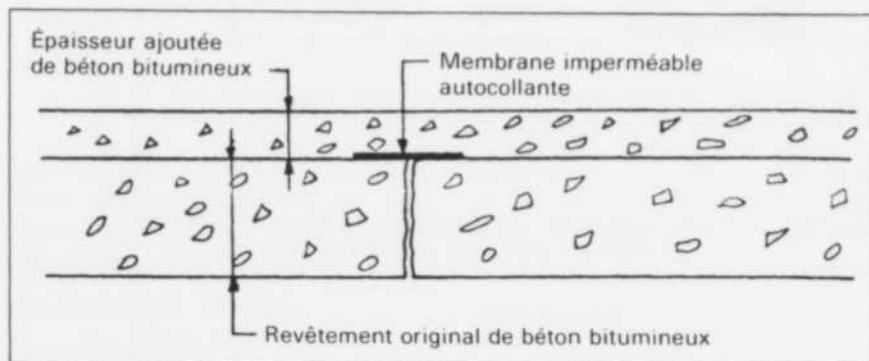


Figure 2 Scellement de fissure avant resurfaçage avec une membrane imperméable autocollante.

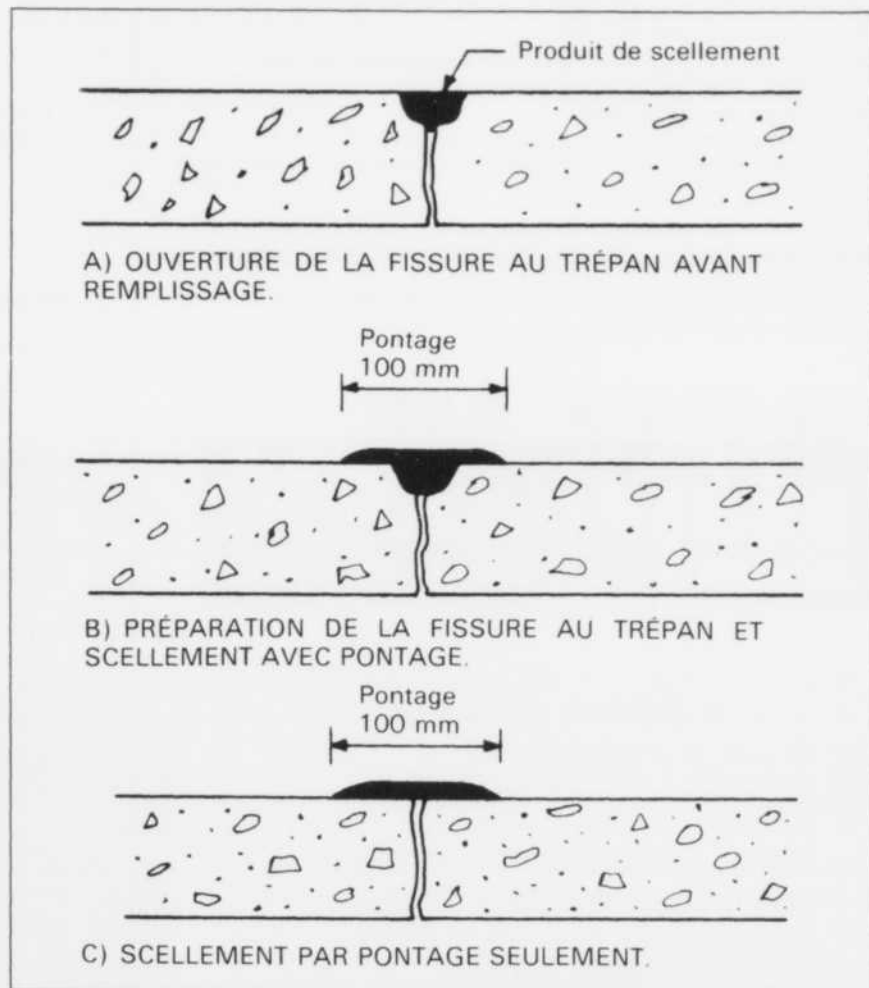


Figure 3 Variété de conditions de mise en place de produits de scellement.

tons de l'Est datent de plus de 4 années, font l'objet d'une évaluation actuellement dans le cadre d'un projet réalisé à l'Université de Sherbrooke pour le compte du Ministère des Transports du Québec. Les résultats obtenus à ce jour, apparaissent intéressants mais ces expériences sont pour l'instant relativement récentes.

Scellement de fissures

Le scellement de fissures constitue une approche préventive ayant pour but d'empêcher la pénétration de l'eau dans la fondation de la chaussée pour permettre une prolongation de la durée de vie d'un pavage.

Jusqu'à récemment les produits de scellement utilisés ne



**VAPOR
CANADA
INC.**



DIVISION DU TRANSPORT EN COMMUN 3955 COURTRAI AVE.
MONTREAL, QUÉBEC H3S 1B9 TÉL.: (514) 342-3210

LES PRODUITS DE DEMAIN — DISPONIBLES AUJOURD'HUI
SERVICE USUEL DE VAPOR

Vaste choix de commandes
et de mécanismes d'ouverture de portes
Barres, tapis à contact électrique et pièces spécialisées
fabriquées sur commande
Grande variété de modèles de portes incluant vitrerie
Concepts modulaires d'installation de portes
Enseignes de destination
Systèmes complets de mécanisme de porte
Systèmes complets de ventilation, chauffage et air climatisé

DESSAU

INGÉNIEURS ET CONSTRUCTEURS

- DESJARDINS + SAURIOL & ASSOCIÉS
- LES CONSULTANTS DESSAU INC.
- DESSAU & ASSOCIÉS INC.
- DESSAU ENVIRONNEMENT LTÉE
- DESSAU CONSTRUCTION LTÉE
- DESSAU INTERNATIONAL LTD./LTÉE
- LES LABORATOIRES VILLE MARIE INC.
- QUALITECH CONSULTANTS LTÉE
- SOLÉCO CONSULTANTS INC.
- JACQUES CHAGNON & ASSOCIÉS INC.
- LEMIEUX, ROY & ASSOCIÉS INC.

1200 ouest, boul. St-Martin
Laval, Québec H7S 2E4
Tél.: (514) 384-5660
Télex: 05-268873

CARMEL, FYEN, JACQUES & ASSOCIÉS, INC.
CONSULTANTS

Fondations & Structures
Études techniques - Expertises
Plans - Devis - Surveillance

Tél.: 274-5671

700 ouest, boul. Crémazie, Suite 100, Montréal H3N 1A1

dufresne farley et associés
ingénieurs-conseils

Chauffage — Plomberie — Climatisation Réfrigération —
Electricité — Expertises — Etudes énergétiques

200 ouest, rue Sauvé, Montréal, H3L 1Y9

Tél.: 384-0440



YVON DAGENAIS & ASSOCIÉS INC.
ÉVALUATEURS CONSEILS

Yvon Dagenais
B.A., B. Sc.A.
ING., E.A.

**ÉVALUATION FONCIÈRE
EXPROPRIATION
ASSURANCES
FINANCEMENT
FISCALITÉ
EXPERTISE IMMOBILIÈRE**

1400 ouest, rue Sauvé, suite 216
Montréal, Québec H4N 1C5

332-4161

Pour mieux rendre justice à votre pensée...

**BERNARD BEAUPRÉ,
INGÉNIEUR**

Diplômé des universités de
Montréal, Toronto et Harvard

**RÉDACTION ET TRADUCTION
DE TEXTES TECHNIQUES**

128, 6^e Avenue,
Richelieu, Qué.
J3L 3M9

Tél.: (514) 658-4934
(514) 521-2870

résistaient pas longtemps et cédaient par manque d'adhérence ou par manque d'élasticité à basse température. Les produits disponibles aujourd'hui offrent des performances supérieures.

Depuis 1982, le Ministère des Transports du Québec s'intéresse à cette approche et plusieurs projets ont été réalisés. Le département de génie civil de l'Université de Sherbrooke poursuit, actuellement une étude avec le Ministère des Transports du Québec pour évaluer différents produits de scellement ainsi que des conditions variées de mise en place de ces produits.

Les conditions de mise en place d'un produit de scellement apparaissent comme un élément clé. Traditionnellement on croyait que la mise en place d'un produit de scellement était susceptible de connaître plus de succès si elle était précédée d'une préparation de la fissure, donc de la création d'une rainure au sommet de la fissure à l'aide d'un trépan suivie d'un nettoyage et assèchement

(fig. 3a). Cette façon de faire permet au matériau de scellement d'absorber un plus grand mouvement de la fissure.

Le Ministère des Transports de l'Ontario (4) a réalisé suite à des expériences, que l'on améliore considérablement les performances si, en plus de remplir la rainure, on déborde de part et d'autre de celle-ci avec le produit de scellement (fig. 3b).

Au Ministère des Transports du Québec on a obtenu des résultats encourageants en appliquant le produit de scellement directement sur la fissure, sans faire de rainure, et en effectuant un recouvrement de 50 mm de part et d'autre de la fissure (technique de pontage). Cette approche est très attrayante puisqu'elle évite l'opération de rainurage qui est coûteuse et difficile à réaliser. Cette façon de procéder permet de sceller les fissures d'un pavage à des taux variant de 1200\$ à 1500\$ au km selon la sévérité des cas. À ces taux, l'intervention est facilement justifiée si elle a

pour effet de prolonger la durée de vie du pavage de quelques années.

L'évaluation de divers produits de scellement ainsi que de conditions variées de mise en place de ceux-ci est actuellement en cours et on sera en mesure de conclure davantage dans un an.

L'ingénieur

Bibliographie

- (1) Lupien, C., Aitcin, P.C., «Étude de l'influence de la pénétration des sels de déglaceage sur le comportement de l'autoroute des Cantons de l'Est» — rapport GEO-81-06, présenté à l'Office des autoroutes de la province de Québec, Septembre 1981.
- (2) Littlefield, Garnett, «Thermal expansion and contraction characteristics» — Utah Asphalt Concrete, Proc. Ass. of Asphalt paving technologists, Vol. 36, 1967, pp. 673-702.
- (3) Chong, George J., «Sealing Cracks in flexible pavements in cold areas», Ontario Ministry of Transportation and Communications, 1982, 40 p.
- (4) Evers, R.C., Lynch, D.F., «Evaluation of crack sealing compounds for asphaltic pavements», EMO Project n° 33, Highway Engineering Division, Ministry of Transportation and Communication, Ont. (1983).

	<p>DISTRIBUTEUR EXCLUSIF DETROIT DIESEL ALLISON et NISSAN POUR LA PROVINCE DE QUÉBEC</p>	
<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> <div style="width: 45%;">  </div> <div style="width: 50%;"> <h2 style="text-align: center;">De .6 Kw à 1400 Kw</h2> <p>Pour hôpitaux, hôtels, complexes, restaurants ou condominiums, nous avons la génératrice qui vous convient.</p> <p>En service primaire ou en service d'urgence, nos machines sont très fiables et conçues selon la technologie d'aujourd'hui.</p> <p>Nos groupes électrogènes sont certifiés par l'Association Canadienne de Normalisation.</p> </div> </div>		
<p>Dorval Qué. 10 955 Côte de Liesse H9P 1A7 Tél. (514) 636-0680</p>	<p>Notre spécialité Le service après vente</p>	<p>Ste-Foy Qué. 2997 rue Watt G1X 3W1 Tél. (418) 651-5371</p>

abstracts

The Quebec transportation situation

by C.-Rodrigue Deschênes and Pierre La Fontaine

3

The Quebec transport industry consists of two major sectors: transport systems (services) and transport equipment. This article discusses the technical and economic aspects of these two sectors and describes their main features. The fundamental role played by research in their respective development is illustrated and the most promising future issues are outlined.

High speed transportation by rail

by Réjean Béchamp

9

This article describes the planning procedure used by VIA Rail Canada to prepare a feasibility study on the high speed passengers service that could be instated on the Montreal-Ottawa-Toronto connection. The study examined, also, the feasibility of a high speed connection between Edmonton and Calgary.

Technology Development in Guided Rail Transit Equipment: A future that looks promising.

by Gaston Hébert, Eng.

13

This paper deals with the prospects of guided rail transit equipment development. The author shows that R & D activities in this field should aim at finding practical solutions which are tailored to the needs of the users and to the economic realities of the market. He also emphasizes the need for a concerted effort of all parties involved in R & D related matters, in order to support the continued growth of the Quebec and Canadian transit equipment industry.

This paper also describes some typical examples of solutions offered to cope with the market demand.

Fuel substitutions in surface transportation

by Daniel Leblanc and Michel Rigaud

20

This paper presents the result of a study on technological forecast. Around 1995, substitution for gasoline will not be general, but specific to certain sectors, in the transportation market. Changes will occur mainly in the area of trucking fleets and in the maritime sector.

On the durability of construction works

by Dr Gilbert Haddad

25

In view of the extensive deterioration occurring in the early life of bridges and overpasses built in recent years, it seems evident that certain design and construction details need to be reviewed and modified in order to assure long-term durability in future construction.

Transport engineers will have to face two major challenges in the future, they will have to develop construction methods to build more durable highways for harsher traffic conditions and repair methods to lengthen the service life of the present highway system. This paper deals with promising avenues already accepted or under experimentation.

Sealing cracks in flexible pavements

by Claude Lupien

28

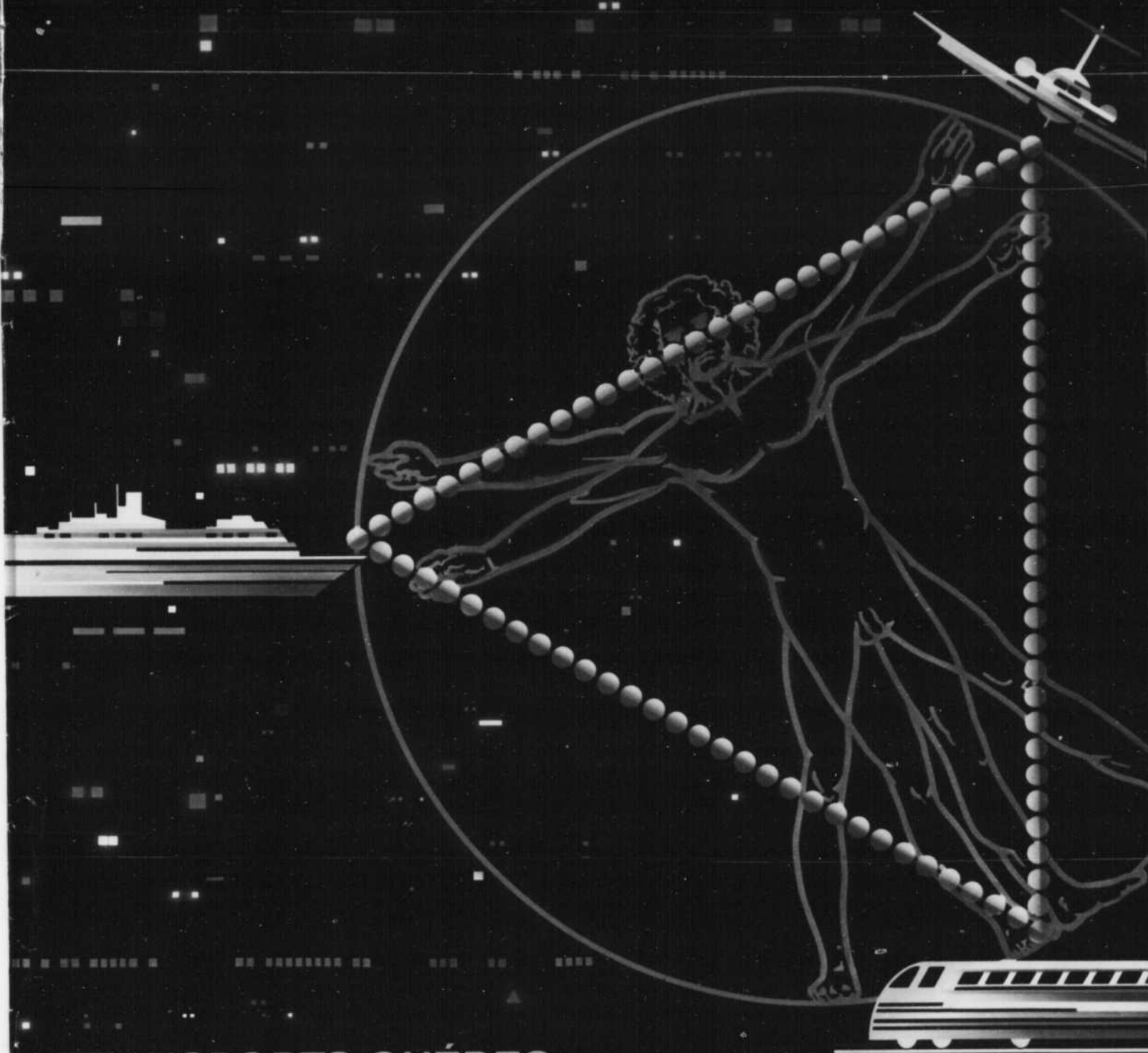
This article explores different methods used to seal cracks in flexible pavements. It explains the dimension of the problem and presents solutions based on a number of experiments, carried out in Quebec and Ontario.

répertoire des annonceurs

Bernard Beaupré, ingénieur	30	Infranor	C4
Carmel, Fyen, Jacques & Assoc. inc.	30	Jenkins Canada	23
Ciment Québec	7	Lalonde, Girouard, Letendre & Assoc.	18
Control Data Canada	C2	Lavalin inc.	6
Dagenais & Assoc. inc., Yvon	30	La Rapière	6
Dessau ingénieurs et constructeurs	30	Lupien, Rosenberg, Journeaux	6
Dufresne, Farley et assoc.	30	Marlin Detroit Diesel inc.	31
Géophysique G.P.R. International	18	Mon-ter-val inc.	6
Gouvernement du Canada		Quéformat Ltée	17
Défense Nationale	15	Radio Shack	19
Gouvernement du Québec		St-Amour et associés	27
Ministère des Transports	C3	SIAL Cie internationale de géophysique	17
Hewitt	17	Vapor Canada	30
Hewitt	18	Via Rail	11

Un oubli...

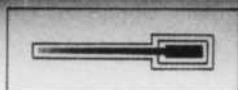
L'article de M. Alain Lamer « L'impact de l'informatique dans le domaine de la biomécanique », publié dans notre dernier numéro, devait porter la mention suivante: Cet article a été écrit grâce à la précieuse collaboration de Mlle Sylvie Doré, MM. Mario Lamontagne, Jean Roussel et Claude Perron, tous du groupe de biomécanique — biomatériaux de l'école Polytechnique. Nous nous excusons pour cet oubli.



TRANSPORTS QUÉBEC
AU DELÀ DE L'ESPACE ET DU TEMPS...

Programmer la lumière
Un art ou une science?

INFRANOR



La lumière, un phénomène dont la nature exacte échappe toujours à l'homme.
L'informatique, un phénomène qui ne cesse de multiplier les possibilités de calcul de l'homme.

INFRANOR les unit avec maîtrise.
Maîtrise d'un rendement maximum par un minimum de matériel d'éclairage, un minimum d'entretien, un minimum de consommation d'énergie.

INFRANOR, la source première pour vos besoins en matière d'éclairage.
Parce que chez INFRANOR, nous savons que la lumière et l'informatique suivent la voie de la science. Parce que chez INFRANOR nous savons que c'est l'homme qui trace, avec art, la voie de la science.

INFRANOR, la lumière au-devant de la science.

INFRANOR CANADA INC. 5650 ave. Trudeau, Saint-Hyacinthe, Québec J2S 1H4 Tél.: (514) 773-5503 Télex: 05-830536