

ETUDE DE FAISABILITE D'UN CONSORTIUM
DE RECHERCHE SUR LES SYSTEMES DE
TRANSPORT FERROVIAIRE A GRANDE
VITESSE POUR PASSAGERS: RAPPORT FINAL

CANQ
EP
127

MINISTÈRE DES TRANSPORTS
CENTRE DE RECHERCHE ET D'ÉTUDES
700, BOULEVARD DE LA PÉLOUZE EST,
21^e ÉTAGE
QUÉBEC (QUÉBEC) - CANADA
G1R 5H1

**ÉTUDE DE FAISABILITÉ D'UN
CONSORTIUM DE RECHERCHE SUR LES
SYSTÈMES DE TRANSPORT FERROVIAIRE
À GRANDE VITESSE POUR PASSAGERS**

Rapport final

8 Décembre 1993

457411

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

ÉTUDE DE FAISABILITÉ

D'UN CONSORTIUM DE RECHERCHE SUR

LES SYSTÈMES DE TRANSPORT FERROVIAIRE

À GRANDE VITESSE POUR PASSAGERS

RAPPORT FINAL



8 Décembre 1993

CANQ
EP
127

**ÉTUDE DE FAISABILITÉ D'UN CONSORTIUM DE RECHERCHE SUR
LES SYSTÈMES DE TRANSPORT FERROVIAIRE À GRANDE VITESSE**

TABLE DES MATIÈRES

| | Page |
|---|------|
| ● AVANT-PROPOS ET REMERCIEMENTS | |
| ● SOMMAIRE | 1 |
| 1. INTRODUCTION | 4 |
| 2. OBJECTIFS DE L'ÉTUDE | 5 |
| 3. L'INDUSTRIE FERROVIAIRE CANADIENNE ET LES DÉFIS A RELEVER | 6 |
| - Le transport interurbain de passagers | |
| - Le transport de marchandises | |
| 4. LES TRAINS À GRANDE VITESSE | 8 |
| - La situation dans le monde | |
| - La situation aux États-Unis | |
| - La situation au Canada et les défis à relever | |
| 5. LA SITUATION DE LA RECHERCHE FERROVIAIRE | 11 |
| - En Europe | |
| - Aux États-Unis | |
| - Au Canada | |
| 6. IDENTIFICATION DES SUJETS DE RECHERCHE | 14 |
| - Approche et méthodologie | |
| - Principaux thèmes de recherche | |
| - Sujets d'études et de recherche pour les trains-passagers | |
| - Implantation de systèmes de transport ferroviaire à grande vitesse | |
| - Amélioration de la situation actuelle | |
| - Maintien de la situation actuelle | |
| - Produits à développer et à améliorer | |
| - Ordre de grandeur des coûts des projets de R-D | |

| | | |
|------------|---|-----------|
| 7. | IDENTIFICATION DES EXPERTISES DE RECHERCHE | 24 |
| | <ul style="list-style-type: none">- Approche et méthodologie- Expertises recherchées et identifiées- Tableau résumé des expertises canadiennes | |
| 8. | FINANCEMENT DES TRAVAUX DE RECHERCHE | 28 |
| | <ul style="list-style-type: none">- Principales sources canadiennes d'aide financière à la recherche- Financement d'un programme de recherche en vue d'implanter des systèmes de transport ferroviaire à grande vitesse au Canada- Financement des projets pour améliorer la situation actuelle | |
| 9. | FAISABILITÉ D'UN CONSORTIUM DE RECHERCHE | 31 |
| | <ul style="list-style-type: none">- Définition, besoins, options et faisabilité- Viabilité de consortiums de recherche- Projets de R-D répondant à des besoins immédiats- Avantages d'un Centre de développement des technologies ferroviaires | |
| 10. | CONCLUSIONS ET RECOMMANDATION | 38 |
| | <ul style="list-style-type: none">- Conclusion No 1- Conclusion No 2- Conclusion No 3- Conclusion No 4- Recommandation | |
| 11. | CENTRE DE DÉVELOPPEMENT DES TECHNOLOGIES FERROVIAIRES | 44 |
| | <ul style="list-style-type: none">- Mission et objectifs du centre- Orientation des travaux de recherche- Structure organisationnelle- Mode de fonctionnement- Planification des activités- Bénéfices anticipés | |
| 12. | ACRONYMES | 50 |
| 13. | BIBLIOGRAPHIE | 51 |

ANNEXES AU RAPPORT FINAL

- A LISTE DES PARTICIPANTS ET DES PERSONNES CONSULTÉES**
- B TABLEAUX SOMMAIRES DES PROJETS DE RECHERCHE**
- C LISTE DES EXPERTISES IDENTIFIÉES**
- D LISTE DES PRINCIPALES ENTREPRISES CANADIENNES
DE L'INDUSTRIE DE TRANSPORT FERROVIAIRE**
- E EXEMPLES D'ORGANISMES DE RECHERCHE**
- F SUJETS D'ÉTUDES ET DE RECHERCHE**

AVANT-PROPOS ET REMERCIEMENTS

AVANT-PROPOS ET REMERCIEMENTS

Cette étude de faisabilité d'un consortium de recherche nord-américain sur les systèmes de transport ferroviaire à grande vitesse, on la doit d'abord à Monsieur Pierre MacDonald, Vice-président de BOMBARDIER, qui eut l'idée et qui demanda à l'École Polytechnique de la réaliser en 1992.

De plus, c'est BOMBARDIER qui fut la première entreprise à s'engager à assumer une partie des coûts de cette étude, suivie par VIA RAIL CANADA. Sans ces deux entreprises, la présente étude n'aurait jamais été réalisée et ce rapport n'aurait pas été publié. A M. Pierre MacDonald et M. Roger Paquette, j'adresse tous mes remerciements.

C'est aussi grâce aux contributions gouvernementales suivantes que cette étude a été réalisée: le gouvernement du Québec (Ministère des Transports, Ministère de l'Industrie, du Commerce et de la Technologie et Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science), le Gouvernement du Canada (Bureau fédéral de développement régional et Transports Canada) et le ministère de l'Industrie, du Commerce et de la Technologie de l'Ontario ont appuyé financièrement cette initiative. De plus les entreprises HAWKER-SIDDELEY, VALDUNES et CAE ÉLECTRONIQUE ont également apporté leur contribution financière. Merci.

Plusieurs entreprises ont également contribué en temps à la présente étude. Parmi les personnes ayant contribué aux travaux, mentionnons les noms suivants: André Fontaine de BOMBARDIER, Don Gillstrom de CANARAIL, Jos Vilagos, Gaston Paquin et Raynald Masse de CANAC INTERNATIONAL, Henri Batty, Olivier de Saint Albin, Jean-Claude Raoul et Georges Palais de GEC-ALSTHOM, France Goupil de GÉOPHYSIQUE GPR, Robert Bergeron de HAWKER-SIDDELEY, Byrne Bramwell de HOVEY INDUSTRIES, Gaëtan Boyer, Henri Madjar et Jacques Lamarre de SNC-LAVALIN; Pierre Nougaret et Bernard Catot de VALDUNES; Roger Paquette, André Gravelle et Gary Herman de VIA RAIL CANADA, ainsi qu'un grand nombre de cadres et de spécialistes de la Société des chemins de fer français (SNCF) et des entreprises CSEE et FAIVELEY dont on trouvera les noms à l'annexe 1. A tous mes plus sincères remerciements pour votre collaboration.

De plus un grand nombre de chercheurs de plusieurs universités et de centres de recherche ont contribué à l'identification et à l'élaboration des différents sujets d'études et de recherche présentés dans le présent rapport; parmi ceux-ci mentionnons les personnes suivantes à qui j'adresse tous mes remerciements: de l'École Polytechnique, Jean Lafleur (Géotechnique), Michel Chouteau (Géophysique), Gilles L'Espérance (Métallurgie), Thang Bui-Quoc (Génie mécanique), François Trochu (Génie mécanique), et Bruno Massicotte (Génie civil); du CERCA, André Biron, Wagdi Habashi et Ricardo Camarero; du Centre de recherche industrielle du Québec, Pierre Roy; du Centre de développement des transports, William McClaren; de CIGGT, Christopher Boon, Gordon English et Joseph Jones; du Conseil national de recherches du Canada, John Coleman; de l'Université Laval, Marius Roy, vice-doyen à la recherche et les professeurs du Département de Génie civil; enfin de l'Université du Texas, la participation de William Harris et Hoy Richards à l'identification d'un certain nombre de sujets de R-D.

De toutes les études réalisées à propos du projet de train à grande vitesse au Canada depuis plusieurs années, la présente étude est véritablement la première à se pencher en profondeur sur les besoins en matière de recherche et de développement afin d'adapter les différents systèmes aux conditions d'exploitation et aux contraintes climatiques nord-américaines. Il s'agit d'un sujet très vaste et qui n'avait pas été vraiment exploré jusqu'ici.

La rigueur du climat hivernal canadien et de certains corridors nord-américains représente un défi additionnel que les concepteurs des infrastructures, des équipements, du matériel et des systèmes devront résoudre afin d'implanter avec succès et au moindre coût des systèmes de trains à grande vitesse pour passagers. Il existe au Canada et aux États-Unis de nombreux experts et spécialistes dans la conception d'appareils et de systèmes devant opérer dans des conditions climatiques très rigoureuses, et en Europe des spécialistes de la conception de systèmes de transport ferroviaire à grande vitesse; la formation d'équipes de projet de recherche constituées de ces deux groupes de spécialistes sera nécessaire pour trouver les solutions à ces différentes contraintes.

Cette étude a permis de mettre en relief ces différents aspects et d'identifier les besoins en matière de R-D ainsi que les principaux établissements et experts pouvant contribuer à la résolution de ces problèmes.

Ce rapport est le résultat d'un important travail d'équipe; j'aimerais remercier tous ceux qui ont collaboré à ce travail et en particulier mes proches collaborateurs Pierre Guité du Centre de développement technologique de l'École Polytechnique, l'ingénieur Eric Rondeau, du Centre canadien d'innovation industrielle qui a agi comme mon adjoint, et Réjean Crépeau, maintenant chez GEC-ALSTHOM, et qui a participé à cette étude depuis le début d'abord avec le CRIQ et ensuite trois mois à bord de ce «train».

Enfin, j'aimerais remercier Messieurs Jean-Michel Gayon et Jacques Balause de la Direction des Affaires internationales de la SNCF pour l'organisation des deux missions techniques en France et pour leur collaboration soutenue tout au cours de l'étude.

En terminant, j'aimerais remercier M. Yvon Gariépy, Président directeur général du Centre canadien d'innovation industrielle pour nous avoir fourni le support administratif indispensable au succès de l'étude, M. Gilbert Drouin, directeur de la recherche et des études supérieures, M. Denis Beaudry, directeur du Centre de développement technologique et M. Jean-Paul Gourdeau, Principal et Président du conseil d'administration de l'École Polytechnique pour leurs conseils et leur support au cours de cette étude.



Jean Demers, ing., Adm.A. CMC
Directeur et coordonnateur de l'étude de faisabilité

SOMMAIRE DE L'ÉTUDE

ÉTUDE DE FAISABILITÉ D'UN CONSORTIUM DE RECHERCHE SUR LES SYSTÈMES DE TRANSPORT FERROVIAIRE À GRANDE VITESSE

SOMMAIRE DE L'ÉTUDE

HISTORIQUE ET OBJECTIFS

En mars 1992, l'École Polytechnique proposait de réaliser une étude de faisabilité d'un Consortium de recherche sur les systèmes de transport ferroviaire à grande vitesse. Au même moment l'École Polytechnique apportait sa collaboration au colloque Canada-France sur les développements des systèmes TGV à Ottawa, organisé conjointement par l'Agence pour la Coopération Technique et Économique et le Conseil National des Recherches du Canada.

Les objectifs de l'étude de faisabilité d'un Consortium de recherche nord-américain sur les systèmes de transport ferroviaire à grande vitesse étaient les suivants:

- Identifier, en collaboration avec l'industrie, les besoins en matière de recherche et de développement en vue de l'implantation de systèmes de transport ferroviaire à grande vitesse au Canada et en Amérique du Nord;
- Identifier les expertises et les établissements de recherche;
- Définir une structure organisationnelle appropriée à la réalisation des travaux de recherche par un consortium;
- Identifier les sources et les possibilités de financement pour les activités de recherche et de développement et pour le fonctionnement du consortium.

En juin 1992, l'École Polytechnique retenait les services de l'ingénieur-conseil Jean Demers pour la réalisation de l'étude. Cette étude de faisabilité d'un Consortium de recherche a été réalisée grâce à la contribution financière de Bombardier, de VIA Rail Canada et des gouvernements du Canada, du Québec et de l'Ontario. Les entreprises Hawker Siddeley (Canada), Valdunes (France) et CAE Électronique ont également apporté une contribution financière à l'étude.

Plus de cent vingt (120) personnes ont été rencontrées, ont été consultées ou ont participé à l'étude. Ces personnes viennent des secteurs suivants: Universités, Centres de recherche, Compagnies de chemins de fer, Manufacturiers d'équipements ferroviaires, Experts-conseils en transports et en technologies ferroviaires, Organismes gouvernementaux et Associations industrielles. L'École Polytechnique de Montréal a assumé la direction de l'étude et le Centre canadien d'innovation industrielle, Montréal (CCIIM) a fourni le support administratif.

**ÉTUDE DE FAISABILITÉ D'UN CONSORTIUM DE RECHERCHE SUR
LES SYSTÈMES DE TRANSPORT FERROVIAIRE À GRANDE VITESSE**

SOMMAIRE DE L'ÉTUDE

RÉSUMÉ DES PRINCIPALES CONCLUSIONS

CONCLUSION NO 1

Plusieurs projets de R-D doivent être réalisés pour permettre l'implantation avec succès d'un système de transport ferroviaire à grande vitesse au Canada.

CONCLUSION NO 2

Une importante expertise de recherche existe au Canada, aux États-Unis et en Europe et sera nécessaire pour réaliser les projets de recherche

CONCLUSION NO 3

La réalisation du programme de R-D pour l'adaptation canadienne des systèmes de transport ferroviaire à grande vitesse nécessitera la mise sur pied de plusieurs équipes de recherche et une structure de coordination.

CONCLUSION NO 4

La viabilité d'équipes et de consortiums de recherche mis sur pied pour adapter les systèmes canadiens de transport ferroviaire à grande vitesse sera financièrement possible et faisable lorsque les gouvernements se seront prononcés en faveur de l'implantation d'un projet de train à grande vitesse au Canada.

**ÉTUDE DE FAISABILITÉ D'UN CONSORTIUM DE RECHERCHE SUR
LES SYSTÈMES DE TRANSPORT FERROVIAIRE À GRANDE VITESSE**

SOMMAIRE DE L'ÉTUDE

RECOMMANDATION PRINCIPALE

**Pour répondre aux besoins immédiats et futurs de l'industrie du transport ferroviaire
mettre sur pied un «Centre de développement des technologies ferroviaires» (CDTF)
dont le mandat principal sera de faciliter l'élaboration, le financement,
le démarrage, la réalisation et la coordination de projets de R-D.**

INTRODUCTION

ÉTUDE DE FAISABILITÉ D'UN CONSORTIUM DE RECHERCHE SUR LES SYSTÈMES DE TRANSPORT FERROVIAIRE À GRANDE VITESSE

INTRODUCTION

En mars 1992, avait lieu à Ottawa un symposium international sur les développements des systèmes TGV, organisé conjointement par l'Agence pour la Coopération Technique et Économique (ACTIM) et le Conseil National des Recherches du Canada (CNRC) avec la collaboration de l'École Polytechnique; ce symposium avait pour objet d'identifier des sujets de recherche et des occasions de coopération dans l'éventualité où un projet de train à grande vitesse était réalisé au Canada.

Au même moment, l'École Polytechnique proposait de réaliser une étude de faisabilité d'un Consortium de recherche sur les systèmes de transport ferroviaire à grande vitesse; les objectifs de cette étude de faisabilité sont résumés à la section suivante.

En juin 1992, l'École Polytechnique retenait les services de l'ingénieur-conseil Jean Demers pour la réalisation de l'étude. Cette étude de faisabilité d'un Consortium de recherche a été réalisée grâce à la contribution financière de Bombardier, de VIA Rail Canada et des gouvernements du Canada, du Québec et de l'Ontario. Les entreprises Hawker Siddeley (Canada), Valdunes (France) et CAE Électronique ont également apporté une contribution financière à l'étude.

Plus de cent vingt (120) personnes ont été rencontrées, ont été consultées ou ont participé à l'étude. Les principales entreprises ayant participé à l'identification des besoins en recherche sont: BOMBARDIER, VIA RAIL CANADA, CANARAIL, CANAC INTERNATIONAL, CN, le CRIQ, GÉOPHYSIQUE GPR, SNC-LAVALIN, et la Société Nationale des Chemins de Fer français (SNCF) . La liste des participants à l'étude et des personnes consultées est donnée à l'annexe A.

L'École Polytechnique de Montréal a assumé la direction et la coordination de l'étude de faisabilité, et le Centre canadien d'innovation industrielle-Montréal a fourni les locaux et le support administratif.

Par ailleurs, en mars 1992, les gouvernements du Canada, du Québec et de l'Ontario entreprenaient une étude conjointe sur la faisabilité financière d'un projet de train rapide pour passagers reliant les villes de Québec, Montréal, Ottawa, Toronto et Windsor; cette étude de six (6) millions de dollars sera complétée au début de 1994.

L'étude de faisabilité proposée par l'École Polytechnique est différente et complémentaire à celle entreprise par les trois gouvernements; en effet, elle a pour objet de préciser les besoins en matière de R-D pour adapter les systèmes de transport ferroviaire à grande vitesse aux conditions nord-américaines, d'identifier les expertises nécessaires et les sources de financement et de définir une structure appropriée à la réalisation des travaux de recherche.

OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

● Objectifs de l'étude

Les objectifs de l'étude de faisabilité d'un Consortium de recherche sur les systèmes de transport sur rail à grande vitesse, définis dans la proposition d'étude, étaient les suivants:

- ▶ Identifier, en collaboration avec l'industrie, les besoins en matière de R-D en vue de l'implantation de systèmes de transport ferroviaire à grande vitesse au Canada;
- ▶ Identifier les expertises et les établissements de recherche;
- ▶ Définir une structure organisationnelle appropriée à la réalisation des travaux de recherche par un consortium;
- ▶ Identifier les sources et les possibilités de financement pour les activités de recherche et de développement et pour le fonctionnement d'un consortium.

● Portée de l'étude

La majeure partie de l'étude de faisabilité a porté sur l'identification des sujets de recherche et de développement visant à adapter les infrastructures ferroviaires pour les trains à grande vitesse aux conditions hivernales, à hiverner les équipements et le matériel roulant, à adapter les systèmes de contrôle et de signalisation aux conditions nord-américaines d'exploitation, et finalement à trouver des solutions pour minimiser les coûts de construction et d'exploitation.

L'étude de faisabilité nous a également conduit à identifier les besoins en recherche des exploitants et des manufacturiers pour améliorer l'efficacité, la fiabilité, la performance et la sécurité des systèmes et des équipements existants principalement pour les trains-passagers tels que: réduction des temps de parcours, protection des infrastructures, des aiguilles et du matériel contre les intempéries et les effets du gel, et mise au point de systèmes automatiques d'arrêt des trains aux passages à niveau.

Une recherche d'envergure a été faite afin de préparer un répertoire des principaux experts et établissements de recherche canadiens, américains et européens possédant de l'expertise en matière de technologies ferroviaires. Ce répertoire est inclus en annexe.

Une revue des principaux organismes et consortiums de recherche canadiens a été faite afin d'identifier leurs principales caractéristiques et pour dégager les éléments nécessaires à la formulation d'une structure organisationnelle appropriée.

Enfin une revue des principaux programmes de financement de la R-D a été faite en vue de déterminer leur applicabilité et l'intérêt des organismes d'aide à la recherche au soutien de projets de recherche dans le domaine ferroviaire.

L'INDUSTRIE FERROVIAIRE CANADIENNE

L'INDUSTRIE FERROVIAIRE CANADIENNE

Les principaux défis à relever

Le transport interurbain des passagers

VIA Rail Canada a fait l'objet de nombreuses coupures budgétaires majeures depuis 1989 obligeant l'entreprise d'une part à réduire ses dépenses, et d'autre part à améliorer ses services aux voyageurs et ses revenus par l'augmentation de la ponctualité, la réduction des temps de parcours et l'augmentation des fréquences sur les lignes les plus achalandées.

Même si un projet de train à haute vitesse dans le corridor Québec-Windsor devenait une réalité un jour, il n'en reste pas moins que d'ici là des améliorations devront être nécessairement apportées à la situation actuelle pour des raisons essentiellement économiques.

Pour VIA Rail, la façon d'augmenter à court terme l'achalandage et ses revenus est de réduire les temps de parcours et par conséquent d'augmenter les vitesses jusqu'à 200 km-h sur les voies ferrées existantes les plus achalandées; pour cela de nouvelles solutions techniques et économiques doivent être trouvées, et le rendement de ces investissements ainsi que les revenus additionnels générés par ces gains de temps devront être déterminés.

L'étude conjointe présentement effectuée par le CN et le CP pourrait conclure en la faisabilité et l'avantage de rendre disponible une voie ferrée exclusive pour le transport des passagers au moins dans une partie du corridor Québec-Toronto.

La réduction des charges à l'essieu et des masses non-suspendues des locomotives afin de ne pas créer d'efforts additionnels sur les voies ferrées existantes à une vitesse de 200 kilomètres par heure est nécessaire pour atteindre ce but; ceci nécessitera des modifications au matériel roulant actuel et des essais sur des voies ferrées existantes pour en faire la démonstration.

Ce projet de recherche aura pour but également d'effectuer les essais appropriés afin de déterminer la nature des modifications et des améliorations ainsi que le niveau d'entretien à apporter aux voies existantes pour des vitesses de 200km-h.

Enfin, des changements aux systèmes existants de signalisation et de contrôle des trains devront être apportés pour permettre des vitesses plus grandes; par exemple des systèmes adéquats et éprouvés d'arrêt des trains et de protection des passages à niveau devront être mis au point et démontrés pour que des vitesses allant jusqu'à 200 km-h soient autorisées.

VIA RAIL CANADA considère qu'à moyen terme, la solution la plus avantageuse est de mettre en service un train rapide de 300 km-h et plus dans le corridor Québec-Windsor; d'ici à ce qu'un tel projet soit réalisé, VIA Rail a l'intention d'investir dans l'amélioration de la qualité du service ferroviaire, c'est-à-dire en augmentant la ponctualité et en réduisant les temps de parcours de la façon la plus efficiente et économique possible.

Le transport de marchandises

L'industrie du transport ferroviaire canadienne est la quatrième au monde en termes de quantités de marchandises transportées (tonnes-kilomètres) et le réseau ferroviaire canadien est le troisième plus long au monde.

Les compagnies canadiennes de transport par rail de marchandises font face à de nombreux problèmes financiers depuis plusieurs années: diminution des revenus, augmentation des coûts, déficit d'exploitation. Cette situation est attribuable à la récession économique des dernières années et à l'augmentation de la concurrence de la part des transporteurs américains (rail et route) et de l'industrie canadienne du camionnage.

Ces entreprises doivent absolument réduire leurs coûts d'exploitation et d'entretien pour retrouver le chemin de la rentabilité. Pour cela des solutions techniques nouvelles et à moindre coût doivent être développées et mises au point.

CN et CP ont formé un comité conjoint pour revoir leur exploitation dans l'Est du pays (Ontario, Québec et Maritimes); cette étude a pour objet de rationaliser les opérations et d'identifier les possibilités de partager un réseau unique pour le transport des marchandises afin de réduire les dédoublements de lignes et les coûts d'exploitation et d'entretien. Cette étude pourrait aussi conclure en la possibilité et la faisabilité d'avoir des voies ferrées distinctes sur une partie du corridor pour le transport des marchandises et pour le transport des passagers.

Bien que la conjoncture économique soit défavorable, celle-ci oblige les compagnies de chemins de fer à innover et à rechercher des solutions nouvelles pour réduire leurs coûts et augmenter leurs revenus. La conjoncture est donc favorable à un rapprochement des compagnies de chemins de fer pour la réalisation d'un certain nombre de projets conjoints sur des sujets d'intérêt commun.

De nouvelles technologies ou de nouvelles méthodes peuvent contribuer à réduire les coûts d'exploitation et d'entretien du transport de marchandises par rail, comme par exemple:

- Optimisation des opérations et réduction des temps de transport et de manutention des marchandises dans les cours de triage
- Rationalisation des opérations et des infrastructures ferroviaires: augmentation du débit des lignes et des fréquences («autoroute ferroviaire»)
- Réduction des coûts d'entretien et de réfection des voies ferrées
- Réduction des coûts d'entretien du matériel roulant.

Il est à noter cependant que la présente étude n'a pas porté sur l'identification des besoins en matière de R-D pour le transport des marchandises par rail.

LES TRAINS À GRANDE VITESSE

LES TRAINS À GRANDE VITESSE

LA SITUATION DANS LE MONDE

Après le Japon avec la mise en service du Shinkansen en 1964, c'est en Europe que les premiers trains à très grande vitesse (270 km-h et plus) ont été commercialisés avec le premier TGV entre Paris et Lyon en 1981. Depuis le réseau français du TGV s'est étendu à partir de Paris vers le Sud-Est, l'Atlantique et le Nord.

L'interconnexion autour de Paris des TGV Sud-Est, du TGV Atlantique et du TGV Nord sera complétée au printemps 1994 avec la mise en service d'une gare intermodale à l'aéroport Charles-de-Gaulle et d'une autre à Euro-Disney.

Le TGV Paris-Londres via le tunnel sous la Manche sera inauguré au printemps 1994, et le TGV Nord sera étendu jusqu'à Bruxelles puis Amsterdam (Hollande) et Cologne en Allemagne.

En Suède, le X-2000 a été mis en service entre Göteborg et Stockholm en 1990. La compagnie de chemin de fer suédoise a annoncé récemment un projet de liaison ferroviaire à très grande vitesse (300 km-h) entre la Suède, la Norvège et l'Europe afin d'intégrer leur système à celui de l'Europe continentale.

En Allemagne, le Intercity Express (ICE) a été mis en service entre Stuttgart et Mannheim. En Espagne le train à grande vitesse AVE de conception française a été mis en service en 1992 entre Madrid et Séville. En Italie des trains rapides pendulaires («tilting trains») et non-pendulaires ont été également mis en service récemment.

En Asie, plusieurs projets de trains-passagers à haute vitesse sont à l'étude, notamment à Taiwan. Récemment la Corée du Sud adoptait la technologie française TGV pour le train à grande vitesse reliant la capitale Séoul aux plus importantes villes coréennes.

LA SITUATION AUX ÉTATS-UNIS

Aux États-Unis, la nouvelle administration américaine du Président Clinton est favorable à la modernisation des chemins de fer américains et à l'implantation de systèmes de trains rapides pour les passagers. Les six corridors fédéraux suivants ont été désignés pour des projets de trains rapides: (1) St-Louis-Chicago-Détroit et Chicago-Milwaukee; (2) Miami-Orlando-Tampa; (3) San Diego-Los Angeles-San Francisco-Sacramento; (4) Eugene-Portland-Seattle-Vancouver; (5) Washington (D.C.)-Charlotte(N.C.); et (6) New York-Albany.

Pour les trains de passagers, l'approche par étape est présentement privilégiée, c'est-à-dire l'augmentation progressive des vitesses jusqu'à 125 mph (200 km-h) par l'amélioration des infrastructures ferroviaires, l'élimination des passages à niveau et l'exploitation de matériel roulant plus rapide et plus performant.

Le corridor New-York Washington est le seul présentement aux États-Unis sur lequel les trains d'Amtrak peuvent circuler à une vitesse de 125 mph; il s'agit d'une ligne électrifiée à 25 kv reconstruite au complet à un coût de plusieurs milliards de dollars avec un nouveau ballast, des traverses en béton et une nouvelle voie ferrée et sur laquelle les passages à niveau ont été supprimés.

Ailleurs, les trains-passagers d'Amtrak partagent les voies avec les trains de marchandises; les compagnies de transport de marchandises sur rail sont disposées à favoriser des vitesses plus rapides pour les trains de passagers sur leurs voies à des conditions à établir.

Au Texas, un consortium formé par BOMBARDIER/GEC-ALSHTOM et MORRISON-KNUDSON a été retenu pour construire et exploiter un train à haute vitesse de type TGV qui desservira sept villes dont Dallas, Houston, San Antonio et l'aéroport de Dallas-Fort Worth.

Un budget de 1 milliard de dollars sur une période de quatre ans a été annoncé en avril dernier afin d'aider les villes et les états à implanter des systèmes ferroviaires à haute vitesse et pour améliorer les infrastructures existantes afin de permettre des vitesses jusqu'à 150 mph (250 km-h) pour les trains-passagers.

Un budget additionnel de 300 millions a également été prévu pour le développement technologique ayant pour objet de développer un système de transport de surface guidé à lévitation magnétique. Enfin, un budget de \$25 millions a également été alloué pour transférer les résultats de la recherche ferroviaire appliquée aux projets de trains à haute vitesse.

Le Congrès américain a adopté récemment une législation permettant le financement de projets de trains rapides au moyen d'obligations non-taxables au même titre que les projets d'aéroports et d'autoroutes.

LA SITUATION AU CANADA ET LES DÉFIS À RELEVER

L'étude de faisabilité financière d'un train rapide entre Québec et Windsor débutée en avril 1992 et financée au coût de 6 millions \$ par les gouvernements du Canada, du Québec et de l'Ontario, sera complétée au début de 1994.

Cette étude devrait donner aux trois gouvernements les éléments de réponses nécessaires à une décision et une prise de position de ceux-ci sur le projet, à savoir si oui ou non les gouvernements favoriseront un tel projet et à quelles conditions dans l'affirmative.

On peut raisonnablement anticiper que des études techniques plus détaillées seront recommandées; celles-ci auront principalement pour objet de déterminer un tracé définitif, de produire une estimation détaillée des coûts ainsi que de réaliser un programme de recherche et de développement.

Ce programme de R-D aura principalement pour but de trouver des solutions pour minimiser les coûts de construction et d'exploitation ainsi que pour adapter les infrastructures et équipements ferroviaires aux conditions hivernales rigoureuses canadiennes.

Les principaux thèmes et défis technologiques à relever pour l'implantation de technologies à grande vitesse au Canada ont fait l'objet d'une revue détaillée au cours de l'étude de faisabilité d'un consortium de recherche et les objectifs recherchés étaient les suivants:

- des infrastructures ferroviaires (voies, équipements, systèmes d'électrification et de signalisation) conçues pour nos conditions climatiques et hivernales rigoureuses;
- des solutions pour minimiser les coûts de construction et d'exploitation des infrastructures et des systèmes;
- du matériel roulant hivernisé, c'est-à-dire adapté aux conditions hivernales d'exploitation très rigoureuses au Canada.

Ces principaux thèmes ont été développés en sujets d'études et en projets de recherche visant à adapter et à hiverner les systèmes de trains rapides aux conditions canadiennes et ceux-ci sont précisés plus loin.

Les conditions hivernales, quoique très rigoureuses au Canada, ne sont pas exclusives à notre pays; plusieurs corridors nord-américains ont des conditions semblables et les résultats d'un certain nombre de projets de recherche pourront être applicables ailleurs. Les diverses technologies ainsi développées pourront donc être exportées.

LA SITUATION DE LA RECHERCHE FERROVIAIRE

LA SITUATION DE LA RECHERCHE FERROVIAIRE

LA SITUATION EN EUROPE

- La France, la Belgique et l'Allemagne ont entrepris cette année un programme conjoint de recherche appelé **EUROBALT** pour déterminer d'une façon rigoureuse et scientifique les paramètres de la voie ballastée et de l'interface entre la voie et le ballast et entre la roue et le rail; ce programme de plusieurs années coûtera environ l'équivalent de cinq (5) millions de dollars.
- La SNCF a entrepris un vaste programme de recherche et de développement en collaboration avec GEC-ALSTHOM et avec l'appui de trois ministères pour le développement de la nouvelle génération du TGV-NG au coût de 150 millions de dollars; ce projet a pour objectif de développer un matériel capable de franchir une distance de 1000 kilomètres en trois heures et d'atteindre une vitesse commerciale de 350 km-h.
- La SNCF a également entrepris un projet de recherche appelé **ASTREE** destiné à contrôler la circulation des trains et à augmenter le débit des lignes ferroviaires. Ce système est semblable conceptuellement au système américain ATCS également en voie de développement et d'implantation.

LA SITUATION AUX ÉTATS-UNIS

- Pratiquement toute la recherche dans le domaine du transport ferroviaire en Amérique du Nord est financée par les compagnies de chemins de fer et les principaux manufacturiers d'équipements ferroviaires.
- L'Association of American Railroads (AAR) a un budget de recherche de \$26.8 millions de dollars pour l'année en cours; les travaux sont principalement réalisés pour le secteur des trains-marchandises; la priorité est donnée aux projets visant à réduire les coûts d'exploitation et à l'augmentation des revenus.
- L'AAR gère pour le Federal Railroad Administration (FRA) le Centre d'essais des transports ferroviaires à Pueblo, Colorado. Ce centre d'essais est équipée de plusieurs voies ferrées d'essais, dont une équipée d'un caténaire à voltage variable d'une longueur de 14 milles, sur laquelle des vitesses de 160 mph (266 kmh) peuvent être atteintes.
- L'AAR apporte une aide financière de soutien à deux universités américaines, soit le MIT et l'Illinois Institute of Transportation.
- Le Président et chef de la direction de CP Rail préside le comité de R-D de l'AAR.

- Le FRA (Federal Railroad Administration) est l'organisme qui règlemente le transport ferroviaire aux États-Unis; son budget annuel en recherche est de \$ 10 millions et l'orientation des projets de R-D porte surtout sur les questions de sécurité. Cet organisme relève du «US Department of Transportation».
- Le «Transportation Research Board» (TRB) relève du «National Research Council» des États-Unis; il participe à l'identification des besoins et des priorités en matière de recherche et de développement pour tous les modes de transport, et à un certain nombre de projets de recherche.
- Les besoins, les priorités et les opportunités en matière de R-D pour le transport ferroviaire des marchandises, tels que définis conjointement par le TRB, le FRA et l'AAR pour les dix à quinze prochaines années sont identifiés dans un compte rendu de réunion du TRB annexé au présent rapport.
- Les principaux secteurs de recherche pour le transport des marchandises sont les suivants: (1) Infrastructures (voies, véhicules et dynamique véhicule-rail); (2) Signalisation, contrôles et communications incluant nouvelle technologies et interface personne-machine); (3) Gestion de l'exploitation, et (4) Énergie et Environnement. Les questions de sécurité ainsi que la compatibilité des équipements ferroviaires utilisées sur les voies rapides pour trains-passagers ont également été examinées.
- Des fonds de recherche fédéraux ont été attribués à quatre équipes pour le développement d'un concept de train à lévitation magnétique de conception américaine;

LA SITUATION AU CANADA

- Les compagnies ferroviaires canadiennes participent au financement de projets de recherche américains par le biais de leur cotisation à l'AAR, soit 5% du budget de l'association.
- Au Canada, en raison de la conjoncture économique défavorable, la recherche ferroviaire est limitée. Il y a très peu de projets conjoints et chaque entreprise fait ou fait faire sa recherche pour ses propres besoins internes d'une façon indépendante. Les dépenses en R-D de CN et CP totalisent approximativement \$6 millions par année; les activités portent principalement sur la résolution de problèmes courants.
- Le Centre de développement des transports (CDT) relevant de Transports Canada consacre 10% de son budget annuel au secteur ferroviaire, soit 575,000\$; les sujets d'études et de recherche portent sur les aspects suivants: la réglementation, la sécurité, l'environnement, l'énergie et l'évaluation des technologies ferroviaires.

- Les principaux sujets et secteurs de recherche dans le domaine du transport de marchandises par rail sont présentement les suivants:
 - faisabilité technique de l'augmentation des charges à l'essieu
 - amélioration des technologies de surveillance de la voie
 - amélioration des systèmes d'exploitation
 - implantation des systèmes de contrôle automatique des trains (ATCS)
 - amélioration des pratiques et des méthodes d'entretien
- Le Conseil national des recherches possède un Centre de technologies des transports de surface localisé à Ottawa; ce centre possède un laboratoire d'essais dynamiques ainsi qu'une chambre froide d'une dimension suffisante pour y faire entrer une locomotive.
- Le programme de recherche de ce Centre est d'environ 1.5 millions de dollars; les principaux sujets d'études et de recherche dans le secteur ferroviaire des marchandises portent sur la performance des bogies de wagons, les organes de roulement tels que roues, essieux et freins, et l'interaction roue-rail.
- Finalement, un Conseil consultatif en recherche ferroviaire a été mis sur pied il y a trois ans par les compagnies de chemins de fer à la demande de Transports Canada afin de conseiller le ministère sur les sujets d'études et de recherche à réaliser. En plus des compagnies ferroviaires CN et CP, siègent sur ce comité le président de l'Association des manufacturiers d'équipements ferroviaires, ainsi qu'un représentant des organismes suivants: le Conseil national des recherches, le Centre de développement des transports, Transports Canada, une personne représentant le milieu universitaire et un représentant de l'AAR («Association of American Railroads»).

IDENTIFICATION DES SUJETS DE RECHERCHE

THÈMES ET SUJETS DE RECHERCHE

APPROCHE ET MÉTHODOLOGIE

La proposition d'études préparée par le Centre de développement technologique de l'École Polytechnique ainsi qu'un document de travail préparé par CIGGT (Université de Kingston) ont été à l'origine des principaux thèmes et sujets de recherche identifiés en vue d'adapter les technologies de transport par rail à haute vitesse au Canada.

Le compte rendu du symposium tenu à Ottawa en mars 1992 sur les développements des systèmes TGV a été également une source d'information sur les sujets d'études et de recherche à considérer en vue d'une implantation d'un projet de train à grande vitesse au Canada.

Deux missions techniques ont été effectuées en Europe, l'une à l'automne 1992 et l'autre en avril 1993; celles-ci ont été l'occasion de se familiariser davantage avec les différentes technologies de trains rapides pour passagers et de préciser les sujets de recherche et de développement pour adapter et hiverner de telles technologies aux conditions canadiennes.

Deux groupes de travail ont été formés; le premier sur les infrastructures ferroviaires et le second sur le matériel roulant. Plusieurs réunions ont été tenues pour développer chacun des thèmes et des sujets ainsi que pour préciser la nature d'un certain nombre de projets de recherche.

Ces groupes de travail ont réuni des partenaires industriels, des experts-conseils, des chercheurs du milieu universitaire et de centres de recherche. Les noms des participants sont énumérés en annexe au rapport.

Plus de quarante (40) sujets d'études et de recherche ont été identifiés par des universitaires et des experts-conseils en collaboration avec des partenaires industriels. Des commentaires écrits ont été reçus de la SNCF sur la plupart des énoncés des projets ainsi que leur niveau d'intérêt sur les sujets identifiés.

De plus, au cours de l'étude des besoins en recherche pour les trains-passagers à grande vitesse, ont été également identifiés des besoins et des sujets d'études visant à améliorer la performance des trains-passagers actuels.

Le tableau de la page suivante résume d'une façon qualitative le volume de recherche et de développement pour les trois principaux thèmes et sujets de recherche pour les trains-passagers: (1) l'implantation de trains à grande vitesse, (2) l'amélioration de la situation actuelle, et (3) le maintien de la situation actuelle.

PRINCIPAUX THÈMES ET SUJETS D'ÉTUDES ET DE RECHERCHE POUR LES TRAINS-PASSAGERS

| THÈMES | SUJETS | PARTENAIRES INDUSTRIELS | VOLUME DE R&D |
|--|--|--|---------------|
| <p>1. IMPLANTATION DE TRAINS À GRANDE VITESSE</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Adaptation et hivernisation ● Minimisation des coûts de construction et d'exploitation | <ul style="list-style-type: none"> - Infrastructures ferroviaires - Voies ferrées - Systèmes d'électrification - Systèmes de contrôle - Matériel roulant - Exploitation hivernale - Optimisation de l'exploitation | <ul style="list-style-type: none"> - TGV CANADA (Consortium formé de Bombardier/GEC-ALSTHOM et al) - Manufacturiers d'équipements ferroviaires | ÉLEVÉ |
| <p>2. AMÉLIORATION DE LA SITUATION ACTUELLE</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Réduction des temps de parcours et augmentation des vitesses jusqu'à 200km-h sur les voies existantes ● Optimisation de l'exploitation et minimisation des coûts | <ul style="list-style-type: none"> - État des voies existantes - Modifications à apporter aux voies existantes - Réduction des charges suspendues et non-suspendues des locomotives - Mise au point des voitures pour des vitesses de 200 km-h - Mise au point de systèmes de contrôle et de protection | <ul style="list-style-type: none"> - VIA RAIL CANADA - Compagnies de chemins de fer - Manufacturiers d'équipements ferroviaires | MOYEN |
| <p>3. MAINTIEN DE LA SITUATION ACTUELLE</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Recherche de solutions pour réduire les coûts d'exploitation | <ul style="list-style-type: none"> - Matériel roulant - Optimisation de l'exploitation | <ul style="list-style-type: none"> - VIA RAIL CANADA | FAIBLE |

SUJETS D'ÉTUDES ET DE RECHERCHE POUR LES TRAINS-PASSAGERS

1. Implantation de systèmes à grande vitesse (300km-h et plus)

Les principaux sujets d'études et de recherche pour l'implantation de systèmes de transport de passagers sur rail à grande vitesse au Canada ont été identifiés en fonction des thèmes suivants:

- des infrastructures et équipements ferroviaires (remblais, voies ferrées, équipements, systèmes d'électrification et de signalisation) conçues pour nos conditions climatiques et hivernales rigoureuses, et des conditions de sols difficiles;
- du matériel roulant hivernisé, c'est-à-dire adapté aux conditions hivernales d'exploitation canadiennes;
- le développement et la mise au point de solutions permettant de minimiser les coûts de construction et d'exploitation.

Les pages suivantes résument les principaux sujets d'études et de recherche identifiés au cours de l'étude. En fait l'adaptation, l'hivernisation, et la recherche de solutions appropriées et économiques pour les infrastructures, les systèmes, les équipements et le matériel roulant requis pour le projet de train rapide au Canada constitueront un vaste programme de recherche et de développement.

2. Amélioration de la situation actuelle

Les trains-passagers interurbains actuels sont limités à des vitesses de 160 km-h par réglementation et en raison de l'état des voies existantes partagées avec les trains de marchandises.

Des modifications au matériel roulant actuel (locomotives et voitures), aux voies ferrées existantes et aux systèmes de contrôle des trains et de protection des passages à niveau pourraient probablement permettre d'augmenter les vitesses jusqu'à 200 km-h. Ce projet est actuellement considéré par VIA RAIL et pourrait devenir un projet de R&D en 1994.

3. Maintien de la situation actuelle

Le volume de travaux de R&D pour le maintien de la situation actuelle est très faible.

Par ailleurs, un certain nombre d'infrastructures ferroviaires (voies ferrées et systèmes de signalisation) sont communes aux trains de marchandises et aux trains de passagers. Des améliorations à celles-ci pourraient bénéficier aux deux modes de transport et pourraient faire l'objet d'ententes spécifiques pour la réalisation d'un certain nombre de projets conjoints.

Les pages suivantes résument les sujets et les projets de R-D identifiés au cours de l'étude.

CONSORTIUM DE RECHERCHE SUR LES SYSTÈMES DE TRANSPORT FERROVIAIRE À GRANDE VITESSE

PROJETS DE RECHERCHE VISANT À ADAPTER ET À HIVERNISER LES TRAINS À HAUTE VITESSE AU CANADA (300 kmh)

Infrastructures et voies ferrées

- Géotechnique
 - Développement de techniques pour réduire les effets du gel et du dégel (voies nouvelles).
 - Développement de techniques de construction de voies sur des emprises existantes.
 - Caractérisation de différents types de ballast.
 - Conception de transitions entre remblais et structures.
- Traverses et voies ferrées
 - Coussinets adaptés au froid.
 - Traverses bi-bloc vs monobloc.
 - Contraintes thermiques.
- Structures (ponts et viaducs)

Standardisation du design.
- Environnement

Bruit, vibration, etc.

Matériel roulant

- Neige et glace
 - Développement de solutions pour éviter l'accumulation de neige et de glace sur le toit, le pare-brise, le pantographe, les bogies, etc...
- Hivernisation des systèmes
 - CVAC et entrée d'air
 - Eau potable
 - Eaux usées
 - Systèmes pneumatiques
 - Lubrifiants
 - Roues, essieux et freins
 - Articulations et roulements
 - Matériaux non-corrosifs
- Exploitation hivernale
 - Déneigement des trains
 - Entretien du matériel
 - Traction
 - Freinage
- Normes de sécurité
 - Equivalence et conformité

Électrification, signalisation et exploitation

- Électrification
 - Caténaire: prévention de la formation de verglas.
 - Dynamique pantographe-caténaire.
 - Système de distribution électrique et de récupération d'énergie.
- Signalisation
 - Hivernisation des composantes et des équipements.
 - Adaptation du système ATCS pour la haute vitesse.
 - Simulateurs des systèmes d'exploitation, de contrôle et de communications
 - Détection des rails sectionnés.
 - Conformité aux normes de sécurité.
 - Interférence électromagnétique.
 - Exploitation sur voies partagées en milieu urbain.
- Exploitation hivernale
 - Aiguillage (déneigement)
 - Déneigement de la voie.
 - Effets des vents.

CONSORTIUM DE RECHERCHE SUR LES SYSTÈMES DE TRANSPORT FERROVIAIRE À GRANDE VITESSE

PROJETS DE RECHERCHE VISANT À AMÉLIORER LES INFRASTRUCTURES, LES ÉQUIPEMENTS ET LES SYSTÈMES EXISTANTS

Infrastructures et voies ferrées

- Détermination des modifications à apporter aux voies existantes afin de permettre des vitesses jusqu'à 200 kmh.
- Mise au point de techniques de réduction des effets du gel dans les assises existantes.
- Amélioration des transitions entre les remblais et les structures existantes.
- Mise au point de techniques pour déterminer en continu l'état du ballast, des remblais et des discontinuités dans les sols de fondations.
- Développement de nouveaux types d'aiguillages pour l'hiver ne nécessitant pas de soufflante ni de système pour fondre la neige.

Matériel roulant

- Modification d'une locomotive existante (réduction de la masse suspendue et non-suspendue) afin d'atteindre des vitesses de 200 kmh.
- Amélioration du système pendulaire sur les voitures existantes pour des vitesses de 200kmh.
- Mise au point d'un système d'augmentation de l'adhérence roue-rail au moyen d'un sabot plutôt que par un jet de sable
- Mise au point de roues, d'essieux et de freins de qualité supérieure et d'une longévité plus grande pour des conditions hivernales rigoureuses et des vitesses plus grandes.

Électrification, signalisation et exploitation

- Signalisation
 - Mise au point d'un système d'arrêt automatique des trains aux passages à niveau.
- Exploitation hivernale
 - Mise au point d'un système de dégivrage de la caténaire pour les trains de banlieue.
 - Mise au point d'un système automatique de déneigement des aiguillages.
- Recherche opérationnelle
 - Étude en vue d'augmenter le débit des lignes existantes (partage des voies, trains-passagers et trains de marchandises).

Identification des sujets d'études et de recherche

1. IMPLANTATION DE SYSTÈMES DE TRANSPORT FERROVIAIRE À GRANDE VITESSE

1.1 Infrastructures ferroviaires

- ▶ Développement de techniques de réduction des effets du gel et du dégel dans les assises des voies nouvelles conçues pour la grande vitesse.
- ▶ Développement et mise au point de techniques de construction de voies ferrées à grande vitesse sur des emprises et remblais existants (stabilisation des sols et construction sur les remblais existants plutôt que excavation complète et reconstruction totale).
- ▶ Conception des transitions entre les structures (ponts et viaducs) et les remblais compressibles permettant la circulation à haute vitesse.
- ▶ Détermination de modes appropriés de construction des assises des voies ferrées sur des argiles sensibles pour les trains passagers à haute vitesse (impact des vibrations).
- ▶ Vibration et bruit : mesures, atténuation, fréquence, phénomène de résonance, propagation vs distance sur les structures (ponts, viaducs) et remblais ferroviaires.
- ▶ Études et développement de systèmes automatiques de protection hivernale pour les aiguilles à grande vitesse, et mise au point de nouvelles aiguilles conçues pour ouvrir et fermer sans entrave dans la neige.
- ▶ Caractérisation de différentes sources et granulométries de ballast.
- ▶ Comparaison technico-économique des traverses en béton bi-bloc avec les traverses mono-bloc compte tenu des contraintes hivernales auxquelles elles sont exposées.
- ▶ Optimisation des infrastructures ferroviaires en fonction des fréquences et des temps de parcours afin de minimiser les coûts d'immobilisation (par exemple, une voie ferrée entre Montréal et Québec plutôt que deux).
- ▶ Déneigement de la voie ferrée: études sur modèles pour déterminer l'emplacement des barrières à neige en fonction des vents et des accidents de terrain.
- ▶ Étude des contraintes thermiques dans la voie ferrée.

Identification des sujets d'études et de recherche

1. IMPLANTATION DE SYSTÈMES DE TRANSPORT FERROVIAIRE À GRANDE VITESSE

1.2 Hivernisation du matériel roulant

- Prévention de la formation de glace sur le matériel roulant (entre les caisses, sous les bogies, sur le toit, sur le pantographe, ouvertures des portes et plates-formes et dans les grilles d'aspiration et de ventilation).
- Adaptation des systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation (CVAC) pour les conditions hivernales nord-américaines.
- Hivernisation des systèmes d'eau potable et d'eaux usées.
- Hivernisation des systèmes pneumatiques (suspension, air comprimé).
- Recherche de matériaux moins fragiles et résistant mieux aux froids intenses.
- Développement de pièces en matériaux composites pour réduire le poids et les effets de la corrosion.
- Mise au point d'un système de dégivrage et de déneigement rapide des trains.
- Mise au point d'un système efficace de dégivrage du pare-brise et de fonctionnement des essuie-glaces en temps de verglas.
- Mise au point d'un système efficace d'augmentation de l'adhérence roue-rail par un sabot abrasif sur la roue plutôt que par un jet de sable.
- Développement et mise au point de roues, essieux et freins adaptés aux conditions climatiques et d'écart extrême de températures.
- Mise au point de roulements et d'articulations adaptés aux conditions climatiques rigoureuses et aux grandes variations de températures.
- Mise au point de lubrifiants soumis à des grandes variations de températures.

Identification des sujets d'études et de recherche

1. IMPLANTATION DE SYSTÈMES DE TRANSPORT FERROVIAIRE À GRANDE VITESSE

1.3 Electrification

- Mise au point d'un système de dégivrage de la caténaire pendant l'exploitation (entre le passage de deux trains par exemple).
- Étude des effets des vents latéraux sur les mouvements de la caténaire.
- Conception du système d'électrification (caténaire, isolateur, support) en fonction des contraintes climatiques et des tempêtes de neige et de verglas.
- Etude et mise au point d'un système de récupération d'énergie du freinage des moteurs électriques.
- Etude des effets sur le réseau électrique du passage des trains.

1.4 Systèmes de signalisation, de contrôle et de communications

- Hivernisation des composantes et des équipements soumis aux intempéries et à de grandes variations de températures.
- Adaptation du système nord-américain ATCS pour la haute vitesse.
- Adaptation et mise au point de simulateurs pour les trains et les postes de contrôle.
- Adaptation de systèmes de détection de rails brisés.
- Evaluation des effets des interférences électromagnétiques sur les systèmes de communications et mise au point de mesures de mitigation si nécessaire.
- Mise au point de systèmes d'exploitation et de contrôle sur des voies partiellement doublées et sur des voies partagées avec d'autres trains en milieu urbain.

Identification des sujets d'études et de recherche

2. AMÉLIORATION DE LA SITUATION ACTUELLE

2.1 Optimisation des infrastructures existantes

- Optimisation de l'utilisation des voies ferrées existantes dans le corridor Montréal-Toronto afin de déterminer la faisabilité de réserver une des deux voies ferrées à l'usage exclusif des trains de passagers pour des vitesses de 200 km-h et l'autre voie ferrée pour les trains de marchandises.
- Détermination des modifications à apporter aux voies ferrées existantes et réservées aux trains-passagers pouvant circuler à des vitesses de 200km-h et, aux voies partagées à la fois par des trains de marchandises et par des trains-passagers de 200 km-h.
- Mise au point de techniques pour réduire les effets du gel dans les assises ferroviaires existantes et dans les nouveaux remblais.
- Mise au point de techniques pour améliorer les transitions entre les remblais compressibles et les structures existantes (ponts et viaducs).
- Mise au point d'un système automatique et économique de fonte de neige sur les aiguilles sans effets secondaires (tassement différentiel, drainage inadéquat, «soft track»).
- Mise au point de techniques géophysiques sans contact avec le sol ayant pour objet de déterminer l'état du ballast, des remblais et des discontinuités dans les sols de fondations.
- Caractérisation de différentes sources et granulométries de ballast afin de sélectionner les types les plus appropriés à la reconstruction de voies ferrées existantes.

2.2 Électrification et Signalisation

- Passages à niveau : démonstration d'un système automatique d'arrêt des trains-passagers circulant à des vitesses pouvant aller jusqu'à 160/200km-h en cas d'intrusion des passages à niveau par des véhicules routiers.
- Mise au point d'un système de dégivrage de la caténaire sur les trains de banlieue de Deux-Montagnes.

Identification des sujets d'études et de recherche

2. AMÉLIORATION DE LA SITUATION ACTUELLE

2.3 Matériel roulant actuel modifié pour des vitesses de 200 km-h

- Modification d'une locomotive existante pour train-passager afin d'atteindre des vitesses de 200km-h sur les voies existantes en réduisant les charges à l'essieu et la charge non-suspendue afin de ne pas créer d'efforts additionnels sur les voies existantes que les locomotives actuelles plus lourdes) à 160km-h..
- Amélioration du système pendulaire sur les LRC pour des vitesses de 200 km-h
- Mise au point d'un système d'augmentation de l'adhérence roue-rail par un sabot sur la roue plutôt que par un jet de sable.
- Détermination des dimensions maximales des nez plats (flat spots) sur les roues pour différentes conditions d'utilisation
- Mise au point de roues et essieux de qualité supérieure et d'une longévité plus grande pour des vitesses de 200 km-h.

3. MAINTIEN DE LA SITUATION ACTUELLE

Le maintien de la situation actuelle (le statu quo) dans les systèmes de transport ferroviaire de passagers ne produira pas de demande très importante pour des travaux de recherche et de développement; il s'agit ici plutôt de résoudre des problèmes immédiats le plus souvent par des ressources internes.

Par contre la survie des compagnies de transport de marchandises par chemins de fer nécessitera la recherche et la mise au point de nouvelles solutions innovatrices pour améliorer leur compétitivité et réduire leurs coûts d'exploitation.

PRODUITS À DÉVELOPPER OU À AMÉLIORER

Des retombées économiques importantes découleront des projets de R-D visant à adapter et à hiverner les infrastructures, les équipements et le matériel. Plusieurs produits, matériaux, équipements, procédés et systèmes sont susceptibles d'être développés, mis au point ou améliorés à la suite des projets de recherche; les principaux produits identifiés sont les suivants:

- ▶ **Infrastructures et voies ferrées conçues pour la grande vitesse**
 - **Matériel isolant** à la fois résistant à la compression et suffisamment flexible, placé sous le ballast ou le sous-ballast pour empêcher la pénétration du gel.
 - **Traverses en béton** (bi-bloc ou monobloc) ayant une haute résistance aux cycles de gel et de dégel et aux abrasifs, et une grande stabilité latérale.
 - **Coussinets** amortisseurs entre le rail et la traverse d'une résilience élevée aux basses températures.
 - Nouveau type **d'aiguille** ne nécessitant pas de soufflante ou de système de fonte de la neige ni un déneigement manuel.
 - Équipement amélioré et automatique pour faire fondre la neige afin de ne pas obstruer le mécanisme des aiguilles conventionnelles.

- ▶ **Matériel roulant à grande vitesse adapté aux conditions hivernales**
 - Enveloppe extérieure conçue pour prévenir l'accumulation de neige et de glace (par exemple: forme aérodynamique spécialement adapté, carénage des bogies, matériaux plus appropriés, etc...)
 - Composantes mécaniques et systèmes hivernisés (pantographes, marches-pieds, portes, grilles d'aspiration, systèmes d'eau potable et d'eaux usées, matériaux moins corrosifs, etc...)
 - Roues, essieux et freins adaptés aux conditions d'exploitation et aux écarts extrêmes de température
 - Sabot abrasif sur les roues motrices pour augmenter l'adhérence roue-rail pour remplacer le système actuel d'injection de sable souvent colmaté par temps froid.

► **Matériel roulant actuel modifié pour atteindre des vitesses de 200 km-h**

- Modification d'une locomotive existante pour train-passager afin d'atteindre des vitesses de 200km-h sur les voies existantes en réduisant les charges à l'essieu et la charge non-suspendue afin de ne pas créer d'efforts additionnels sur les voies existantes que les locomotives actuelles plus lourdes) à 160km-h..
- Amélioration du système pendulaire sur les LRC pour des vitesses de 200 km-h
- Mise au point d'un système d'augmentation de l'adhérence roue-rail par un sabot sur la roue plutôt que par un jet de sable.
- Roues et essieux de qualité supérieure et d'une longévité plus grande pour des vitesses de 200 km-h.

ORDRE DE GRANDEUR DES COÛTS DES PROJETS DE R - D POUR ADAPTER LES INFRASTRUCTURES, LES ÉQUIPEMENTS ET LES SYSTÈMES DE TRANSPORT FERROVIAIRE À GRANDE VITESSE AUX CONDITIONS CANADIENNES

Parmi les quelques quarante (40) sujets d'études et de recherche identifiés, une dizaine de projets ont été définis d'une façon détaillée et ont été estimés, tandis que les autres ont été décrits d'une façon sommaire; il est donc difficile de déterminer avec exactitude en ce moment le coût total de tous les projets de R-D à réaliser.

Toutefois, un ordre de grandeur des coûts peut être établi à partir des estimations disponibles pour un certain nombre de projets et de la nature des projets à réaliser; les coûts des projets en dollars canadiens se répartiraient approximativement comme suit:

| | |
|--|--------------------|
| - Infrastructures ferroviaires et voies ferrées | \$10 à 20 millions |
| - Matériel roulant | \$ 5 à 10 millions |
| - Systèmes d'électrification, de contrôle et de communications | \$ 5 à 10 millions |
| <hr/> | |
| - ORDRE DE GRANDEUR DES COÛTS DE LA R-D | \$20 à 40 millions |

On trouvera à l'annexe B les tableaux des principaux projets de recherche identifiés au cours de l'étude et dans un cahier séparé les énoncés des projets de recherche préparés par les différents chercheurs et experts-conseils.

IDENTIFICATION DES EXPERTISES DE RECHERCHE

EXPERTISES DE RECHERCHE

APPROCHE ET MÉTHODOLOGIE

L'étude de faisabilité a eu pour objet d'identifier et de répertorier les principales expertises et institutions de recherche dans le domaine ferroviaire au Canada, aux États-Unis et en Europe.

La mission d'un «Consortium de recherche ferroviaire» ou d'une structure de coordination sera de mettre en relation les entreprises de l'industrie ferroviaire ayant des besoins de R-D avec les établissements et les chercheurs possédant des connaissances et des expertises dans des domaines spécifiques à ces besoins et de participer à la formation d'équipes de recherche pour les projets retenus.

Une revue des principaux établissements de recherche (universités et centres de recherche) et groupes d'experts-conseils a été effectuée pour les différents sujets d'études et de recherche.

Plus de 125 chercheurs et spécialistes ont été répertoriés et regroupés suivant les sujets d'études et de recherche identifiés au cours de l'étude de faisabilité; la distribution est la suivante:

- 25, en infrastructures ferroviaires (géotechnique principalement)
- 15, en structures (ponts et viaducs)
- 15, en voies ferrées et en matériel de voie (aiguilles, fixations, etc...)
- 25, en matériel roulant
- 20, en électrification, signalisation et communications
- 8, en systèmes d'exploitation
- 9, en exploitation hivernale
- 8, en environnement

Les tableaux d'expertises de l'annexe C sont les suivants:

- une liste des principaux établissements et des principaux chercheurs canadiens pour chaque thème et domaine de recherche identifié;
- une liste des principaux établissements et centres de recherche aux États-Unis
- une liste des principales institutions de recherche européennes incluant l'identification des sujets de recherche complétés ou en cours de réalisation avec la SNCF.

Pour les expertises canadiennes, une recherche a été faite auprès des principales universités québécoises et ontariennes afin d'identifier les différents chercheurs et experts dans les domaines retenus. L'identification des chercheurs en Ontario a été faite par CIGGT de l'Université Queens. Les chercheurs québécois ont été identifiés en communiquant avec les bureaux de liaison entreprises-universités des différentes institutions, avec les chercheurs eux-mêmes ainsi qu'avec des spécialistes de l'industrie ferroviaire.

Les expertises américaines ont été identifiées à partir d'une recherche documentaire des différentes publications d'organismes de recherche américains (AAR, FRA et TRB). La liste fut revue et complétée par un collaborateur du Texas Transportation Institute ainsi que par des spécialistes canadiens, notamment du Conseil National des recherches.

La liste européenne a été préparée à partir d'informations fournies par la SNCF.

L'expertise en recherche ferroviaire au Canada est répartie dans plusieurs institutions principalement localisées surtout au Québec et en Ontario. On y retrouve deux catégories d'experts:

- des chercheurs et des experts ayant une expertise spécifique à certains aspects de l'industrie ferroviaire et possédant une bonne connaissance de l'industrie;
- des chercheurs ayant une expertise fondamentale dans un domaine des sciences, de la technologie ou du génie applicable à l'industrie ferroviaire comme par exemple la géotechnique, la métallurgie, les matériaux, la mécanique, l'électronique de puissance, l'informatique, etc...

Les répertoires inclus en annexe donnent une énumération des principaux établissements et chercheurs identifiés au cours de l'étude; ils n'ont pas la prétention de présenter une liste exhaustive et complète de tous les spécialistes disponibles.

EXPERTISES RECHERCHÉES ET IDENTIFIÉES

La réalisation d'un programme de recherche et de développement sur l'adaptation nord-américaine des systèmes ferroviaires à grande vitesse fera appel à de nombreux experts et chercheurs; l'identification des besoins et sujets de recherche a été le point de départ pour repérer les expertises requises à la réalisation des travaux de R-D. Les domaines spécifiques d'expertises recherchés sont les suivants:

- **Infrastructures ferroviaires**

La conception et la construction d'assises ferroviaires et de voies ferrées stables et à l'abri des effets du gel et de déformations inacceptables à raison de sols de mauvaise qualité représentent un enjeu majeur pour implanter avec succès un train à grande vitesse en Amérique du Nord. Il sera essentiel de développer des solutions et des méthodes à la fois fiables et économiques pour la construction de nouvelles voies à grande vitesse.

Il ya beaucoup de chercheurs et d'experts au Canada en géotechnique et en matière de conception d'infrastructures de transport adaptées aux conditions de gel et dégel.

- **Structures ferroviaires**

Les transitions entre les ponts et viaducs et les remblais compressibles devront être bien construites pour éviter des déformations inacceptables et des coûts d'entretien répétitifs élevés. Une standardisation des ponts et viaducs serait souhaitable ainsi qu'une réduction du nombre de joints dans les structures pour réduire les coûts de construction et d'entretien. L'utilisation de nouveaux matériaux tels que béton-fibre, béton à haute performance et composites pourrait ici trouver des applications intéressantes en raison de la rigueur du climat.

Des experts en structures de béton et d'acier et des spécialistes en matériaux composites seront nécessaires pour trouver les solutions requises.

- **Voies ferrées et matériel de voie**

Les conditions hivernales imposeront des contraintes très sévères aux matériaux de la voie ferrée: traverses, fixations, coussinets, rails et appareils de voie. Les matériaux et les équipements devront être possiblement adaptés et mis au point pour les conditions d'utilisation prévues.

Des experts et des spécialistes en métallurgie, en génie des matériaux et en conception d'appareils de voie seront nécessaires pour développer les solutions recherchées.

- **Matériel roulant**

Le matériel roulant à grande vitesse devra nécessairement être adapté et hivernisé pour opérer avec le minimum d'ennuis mécaniques et de retards. Plusieurs systèmes et composantes devront être adaptés ou modifiés. Les questions d'accumulation de neige et de glace sur le pare-brise, sur le toit des voitures, sur le pantographe, entre les voitures et sur les bogies, dans les grilles d'aspiration et de ventilation, entre les portes et les plates-formes devront être étudiées avec soin. De plus les systèmes de chauffage, de ventilation, d'air comprimé, d'eau potable et d'eaux usées ainsi que les lubrifiants et les roulements et les articulations devront être spécifiquement adaptés aux conditions climatiques anticipées.

Il existe au Canada beaucoup d'expertises et de laboratoires de recherche pour étudier et solutionner les différents problèmes reliés au fonctionnement du matériel roulant par temps froid et pendant les tempêtes de neige et de verglas. Des experts en aéronautique et mécanique des fluides seront également nécessaires pour trouver des moyens d'empêcher l'accumulation de la neige et de la glace sur le matériel roulant. Plusieurs chambres froides sont disponibles pour tester du matériel à des températures de -40°C et moins, dont celle du Conseil National des recherches à Ottawa, dans laquelle on peut y faire entrer une locomotive.

- **Exploitation hivernale**

L'exploitation hivernale de trains à grande vitesse (300 km-h) dans des conditions climatiques similaires aux nôtres n'a jamais été réalisée. Le déneigement des voies ferrées et des appareils de voie, la prévention de la formation de bancs de neige en travers de la voie, le déneigement efficace et rapide du matériel roulant sont des sujets sur lesquels les spécialistes auront à trouver des solutions pratiques et économiques.

Des études sur modèle réduit seront nécessaires pour trouver les meilleures solutions pour prévenir l'accumulation de neige sur et en travers la voie ferrée; il existe plusieurs spécialistes dans ce domaine au Canada.

- **Systèmes d'électrification, de signalisation et de communications**

Il y a peu de systèmes de transport électrifiés en Amérique du Nord. La technologie de trains à très grande vitesse (300km-h) exige nécessairement le recours à l'énergie électrique. Bien que ces technologies et techniques soient bien connues et maîtrisées, il n'en reste pas moins qu'il faudra les adapter à nos conditions hivernales rigoureuses. Entre autres, la question de prévention de la formation de verglas sur la caténaire pendant l'exploitation devra être étudiée de près.

L'implantation sécuritaire et fiable de trains à grande vitesse exigera la mise en place de systèmes de contrôle, de signalisation et de communications sans faute.

- **L'étude des impacts environnementaux**

La réalisation d'un projet de train-passager à grande vitesse au Canada sera précédée d'études d'impacts sur l'environnement en vue de choisir le tracé définitif, la largeur des emprises requises et les mesures de mitigation pour réduire au minimum les inconvénients possibles dus au bruit et aux vibrations s'il y a lieu. Il s'agit ici surtout de l'application de techniques et de méthodes connues; il y aura peut-être lieu d'adapter un certain nombre d'appareils de mesures et de développer des logiciels d'applications pour l'étude de ces aspects.

Les spécialistes de ces questions sont nombreux au Canada et aux États-Unis, et les connaissances acquises de l'exploitation de trains européens à grande vitesse depuis plus de 10 ans seront indispensables pour la réalisation de ces études.

TABLEAU RÉSUMÉ DES EXPERTISES CANADIENNES

Les tableaux des pages suivantes résument les domaines d'expertises des principaux établissements de recherche canadiens universitaires, centres de recherche et experts-conseils en transport ferroviaire. On trouvera à l'annexe C les listes détaillées des expertises répertoriées ainsi que les noms des principaux chercheurs.

**ÉTUDE DE FAISABILITÉ D'UN CONSORTIUM DE RECHERCHE SUR
LES SYSTÈMES DE TRANSPORT FERROVIAIRE À GRANDE VITESSE
EXPERTISES DES PRINCIPAUX PARTENAIRES**

ÉTABLISSEMENTS DE RECHERCHE CANADIENS (UNIVERSITÉS)

| Domaines d'expertises | É.Poly-technique | U.Concordia | U. McGill | U. Laval | U. Queens | U. Sherb. | UQAC Chlc. | U. Ottawa | É.T.S. | Royal Milit.Coll. | U. Windsor | U. Carleton | U. Western | U. Waterloo |
|--|------------------|-------------|-----------|----------|-----------|-----------|------------|-----------|--------|-------------------|------------|-------------|------------|-------------|
| Infrastructures ferroviaires | | | | | | | | | | | | | | |
| Argiles sensibles | • | | | • | • | | | | | | | • | | • |
| Gel/dégel | • | | • | • | • | • | • | | | | | | | • |
| Géomatique et télédétection | • | | | | | | | | | | | | | |
| Géotechnique | • | | • | • | • | • | | • | | • | | • | • | • |
| Géophysique | • | | | | | | | | | | | | | • |
| Voies ferrées | | | | | | | | | | | | | | |
| Ballast | • | | | • | • | | | | • | • | | | | • |
| Comp. dynamique et thermique des voies | • | | | | • | | | | | | | | | • |
| Métallurgie (rail) - aiguillages - fixations | • | | | | • | | | | | | | | | |
| Traverses en béton | • | | • | | • | | | | | | | | | |
| Structures (ponts et viaducs) | | | | | | | | | | | | | | |
| Comportement au gel/dégel | • | | | • | | | • | • | | | | | | |
| Méthode & standardisation des structures | • | | | • | | • | | | | | | | | |
| Structures en acier et béton | • | | • | | • | • | | | | | | | | |
| Environnement | | | | | | | | | | | | | | |
| Bruits | • | | | | | • | | | • | | | | | |
| Études d'impacts physiologiques | | | | | | | | | | | | | | |
| Vibration | | | | | • | • | | | • | | | | | |

**ÉTUDE DE FAISABILITÉ D'UN CONSORTIUM DE RECHERCHE SUR
LES SYSTÈMES DE TRANSPORT FERROVIAIRE À GRANDE VITESSE
EXPERTISES DES PRINCIPAUX PARTENAIRES**

ÉTABLISSEMENTS DE RECHERCHE CANADIENS (UNIVERSITÉS)

| Domaines d'expertises | É.Poly-technique | U. Concordia | U. McGill | U. Laval | U. Queens | U. Sherb. | UQAC Chic. | U. Ottawa | É.T.S. | Royal Milit.Coll. | U. Windsor | U. Carleton | U. Western | U. Waterloo |
|--|------------------|--------------|-----------|----------|-----------|-----------|------------|-----------|--------|-------------------|------------|-------------|------------|-------------|
| Exploitation hivernale (modèles simulation) | | | | | | | | | | | | | | |
| Matériel roulant | • | • | | | • | | • | | • | | | | | |
| Voies ferrées | • | | • | • | • | | • | | • | | | | | |
| Matériel roulant et composantes mécaniques | | | | | | | | | | | | | | |
| Analyse et caractérisation (matériaux) | • | • | • | | • | | • | | | | | | • | |
| Aérodynamique | • | • | | | | | | | | | | | | |
| Système de traction | • | • | • | | • | • | | | | | | • | | |
| Systèmes mécaniques et électromécaniques | • | • | | | • | | | | | | | | • | |
| Interface roue-rail | • | • | • | | | • | | | | | | | | |
| Dynamique des véhicules roulants | • | • | | | • | | | | | | | • | • | |
| Électrification | | | | | | | | | | | | | | |
| Distribution électrique | | • | | | • | | | • | | | | | | |
| Études sur la caténaire | | | | | • | | | | • | | • | | | |
| Compatibilité électronique | | • | | | • | • | | • | | | | | | |
| Signalisation et contrôles | | | | | | | | | | | | | | |
| Informatique embarquée | • | • | | | • | • | | | | | | • | | |
| Modèles et simulation | • | • | | | • | | | | | | | | | |
| Systèmes de contrôle des trains | • | • | | | • | | | | | | | | • | |
| Systèmes d'exploitation | | | | | | | | | | | | | | |
| Recherche opérationnelle | • | | • | | • | | | | | | | | | |

**ÉTUDE DE FAISABILITÉ D'UN CONSORTIUM DE RECHERCHE SUR
LES SYSTÈMES DE TRANSPORT FERROVIAIRE À GRANDE VITESSE
EXPERTISES DES PRINCIPAUX PARTENAIRES**

CENTRES DE RECHERCHE ET EXPERTS-CONSEILS

| Domaines d'expertises | Centres de recherches | | | | Experts-conseils | | | | Industries | | | | |
|---|-----------------------|------|-------|------|------------------|----------|-----|-------------|------------|--|--|--|--|
| | CNRC | CRIQ | CERCA | IREQ | CANAC | CANARAIL | GPR | SNC-Lavalin | | | | | |
| Infrastructures ferroviaires | | | | | | | | | | | | | |
| Argiles sensibles | • | | | | | | | • | | | | | |
| Gel/dégel | • | | | | | • | | • | | | | | |
| Géomatique et télédétection | | | | | | | | • | | | | | |
| Géotechnique | • | | | | | • | • | • | | | | | |
| Géophysique | | | | | | | | • | | | | | |
| Voies ferrées | | | | | | | | | | | | | |
| Baillast | • | | | • | | • | • | • | | | | | |
| Comportement dynamique et thermique des voies | • | | | | | • | • | • | | | | | |
| Métallurgie (rail) -aiguillage-fixations | • | | | | | • | • | • | | | | | |
| Traverses en béton | • | | | | | • | • | • | | | | | |
| Structures (ponts et viaducs) | | | | | | | | | | | | | |
| Comportement au gel/dégel | | | | | | • | | • | | | | | |
| Méthode & standardisation des structures | | | | | | • | | • | | | | | |
| Structures en acier et béton | | | | | | • | | • | | | | | |
| Environnement | | | | | | | | | | | | | |
| Bruits | • | • | | | | | | • | • | | | | |
| Études d'impacts physiologiques | | | | | | | | • | | | | | |
| Vibration | • | • | | | | | | • | | | | | |

**ÉTUDE DE FAISABILITÉ D'UN CONSORTIUM DE RECHERCHE SUR
LES SYSTÈMES DE TRANSPORT FERROVIAIRE À GRANDE VITESSE
EXPERTISES DES PRINCIPAUX PARTENAIRES**

CENTRES DE RECHERCHE ET EXPERTS-CONSEILS

| Domaines d'expertises | Centres de recherches | | | | Experts-conseils | | | | Industries | | | | | |
|---|-----------------------|------|-------|------|------------------|----------|-----|-------------|------------|--|--|--|--|--|
| | CNRC | CRIQ | CERCA | IREQ | CANAC | CANARAIL | GPR | SNC-Lavalin | | | | | | |
| Exploitation hivernale (modèles, simulation) | | | | | | | | | | | | | | |
| Matériel roulant | • | • | • | • | | • | • | | • | | | | | |
| Voies ferrées | • | • | • | | | • | • | | • | | | | | |
| Matériel roulant et composantes mécaniques | | | | | | | | | | | | | | |
| Analyse et caractérisation (matériaux) | • | • | | | | | | | | | | | | |
| Aérodynamique | • | | • | | | | | | | | | | | |
| Système de traction | | | | | | • | • | | • | | | | | |
| Systèmes mécaniques et électromécaniques | | | | | | • | • | | • | | | | | |
| Interface roue-rail | • | | | | | • | • | | | | | | | |
| Dynamique des véhicules roulants | • | • | | | | • | • | | | | | | | |
| Électrification | | | | | | | | | | | | | | |
| Distribution électrique | | | | • | | | | | • | | | | | |
| Études sur la caténaire | | | | • | | • | • | | • | | | | | |
| Compatibilité électronique | | • | | | | | | | | | | | | |
| Signalisation et contrôles | | | | | | | | | | | | | | |
| Informatique embarquée | | • | | | | • | • | | • | | | | | |
| Modèles et simulation | | • | • | | | • | • | | • | | | | | |
| Systèmes de contrôle des trains | | | • | | | • | • | | • | | | | | |
| Systèmes d'exploitation | | | | | | | | | | | | | | |
| Recherche opérationnelle | | | | | | • | • | | • | | | | | |

FINANCEMENT DES TRAVAUX DE RECHERCHE

FINANCEMENT DE LA RECHERCHE

PRINCIPALES SOURCES CANADIENNES D'AIDE FINANCIÈRE À LA RECHERCHE

Une revue des programmes canadiens d'aide à la recherche et au développement a été effectuée. En plus des crédits d'impôt à la recherche et au développement, les entreprises peuvent obtenir sous certaines conditions des contributions gouvernementales additionnelles pour financer leurs projets de recherche.

Au Canada, le montant maximal de contributions gouvernementales pour les activités de recherche et de développement versées aux entreprises est de 75 p. cent, incluant les crédits d'impôt; en moyenne, elles se situent à environ 50 p. cent du coût des dépenses admissibles.

Pour certains programmes comme celui du Conseil de recherche en Sciences naturelles et Génie (CRSNG), les fonds sont versés directement aux institutions de recherche (et non aux entreprises) pour des activités de R- D.

Le CRSNG a manifesté de l'intérêt à appuyer financièrement un programme de recherche et de développement sur les infrastructures ferroviaires en partenariat avec l'industrie.

Au Québec, le ministère de l'Industrie, du Commerce et de la Technologie peut apporter une aide substantielle à un programme de R-D dans la mesure où des retombées économiques importantes sont anticipées. De plus, un consortium et un programme de recherche sur les systèmes de transport ferroviaire à grande vitesse pourraient être supportés financièrement comme projet mobilisateur par le Fonds de développement technologique (FDT) dans le cadre de priorités gouvernementales.

FINANCEMENT D'UN PROGRAMME DE RECHERCHE EN VUE DE L'IMPLANTATION DE SYSTÈMES FERROVIAIRES À GRANDE VITESSE AU CANADA.

L'implantation d'un système de transport ferroviaire à grande vitesse au Canada nécessitera la réalisation d'un grand nombre d'études et de projets de recherche afin d'adapter et d'hiverner les infrastructures, les équipements, le matériel et les systèmes aux conditions nord-américaines, et afin de trouver des solutions visant à minimiser les coûts de construction et d'exploitation.

Comme on l'a vu, il s'agit d'un important programme de R-D de plusieurs dizaines de millions de dollars qui s'échelonne sur plusieurs années. Une trentaine de sujets d'études et de recherche ont été identifiés et portent sur les infrastructures, les voies ferrées, le matériel roulant et les systèmes d'exploitation, bref sur presque tous les aspects du projet.

Les partenaires industriels varieront dépendant des sujets et des projets à réaliser. Les tableaux résumant les projets de R-D en annexe donnent une indication des noms des partenaires potentiels pour la plupart des projets.

Le financement d'un programme de recherche en vue de l'implantation de systèmes de transport ferroviaire à grande vitesse au Canada dépendra de l'appui des gouvernements vis-à-vis le projet canadien. Dans l'éventualité d'une recommandation favorable, l'intérêt des entreprises se concrétisera et le financement des travaux de recherche et de développement sera alors assuré.

Comme un certain nombre de sujets d'études et de projets de recherche auront une application nord-américaine (l'adaptation des systèmes et des équipements aux conditions hivernales), plusieurs projets de R-D pourront être réalisés conjointement avec des partenaires américains et financés partiellement avec des fonds américains.

Les projets de R-D pourraient être démarrés rapidement à partir du moment où les différents niveaux de gouvernements recommanderaient et appuieraient financièrement la réalisation d'un avant-projet technique incluant un programme de R-D ; les sujets d'études et de recherche identifiés dans cette étude seraient le point de départ de ce programme.

Le financement gouvernemental des différentes composantes du programme de recherche en vue d'implanter un système de transport sur rail à grande vitesse pourrait provenir de plusieurs sources étant donné la grande variété des sujets et le grand nombre de partenaires impliqués: les fonds gouvernementaux suivants pourraient être mis à contribution pour les différentes composantes du programme:

- **Infrastructures ferroviaires**

- Conseil de la recherche en sciences naturelles et génie (CRSNG)
- Transports Canada, Québec et Ontario

- **Matériel roulant**

- Conseil National des Recherches
- Industrie, Sciences et Technologie Canada
- Industrie, Commerce et Technologie du Québec
- Industrie, Commerce et Technologie de l'Ontario

- **Systèmes de contrôle, de signalisation et de communications**

- Centre de développement des transports (Transports Canada)
- Ministères à vocation économique des gouvernements du Canada, du Québec et de l'Ontario.

Une structure de financement semblable à celle mise en place pour PRECARN & ASSOCIATES pourrait être retenue pour le programme de recherche sur l'adaptation des systèmes de transport ferroviaire à grande vitesse. Les partenaires industriels et gouvernementaux verseraient une cotisation annuelle pour financer une structure de gestion et de coordination des projets ainsi que pour défrayer une portion des activités de recherche d'intérêt commun à tous les partenaires.

Les projets de R-D seraient financés projet par projet ou par groupe de projets (comme par exemple les infrastructures) puisque les projets impliqueraient des partenaires industriels différents en fonction de la nature des projets.

FINANCEMENT DE PROJETS DE R-D EN VUE D'AMÉLIORER LES SYSTÈMES EXISTANTS DE TRANSPORT FERROVIAIRE POUR PASSAGERS

Le financement des projets de recherche et de développement dans le domaine ferroviaire en vue d'améliorer les systèmes existants de transport ferroviaire pour passagers seront financés projet par projet suivant les programmes d'aide normés déjà existants.

FAISABILITÉ D'UN CONSORTIUM DE RECHERCHE

FAISABILITÉ D'UN CONSORTIUM DE RECHERCHE

DÉFINITION, BESOINS, OPTIONS ET FAISABILITÉ

- Objet de l'étude

Cette étude a eu aussi pour objet (1) de déterminer quelle structure organisationnelle (centre, consortium, institut, etc...) serait la plus appropriée et faisable pour la réalisation du programme de recherche en vue d'implanter avec succès un système de transport ferroviaire à grande vitesse pour passagers au Canada et ailleurs en Amérique du Nord, et (2) de connaître l'intérêt des partenaires industriels à mettre sur pied, à financer et à assurer la viabilité d'une telle structure.

Rappelons qu'un grand nombre de projets de recherche et de développement devront être réalisés pour permettre l'implantation avec succès d'un système de transport ferroviaire à grande vitesse au Canada. De plus, étant donné l'ampleur des travaux de recherche à réaliser et le grand nombre de projets et de participants, il sera nécessaire de mettre sur pied plusieurs équipes de recherche et possiblement plusieurs consortiums de recherche sur des sujets spécifiques pour mener à bien les travaux de recherche.

Rappelons aussi que les travaux de recherche comprendront principalement les trois domaines suivants: (1) les infrastructures, les voies ferrées et le système d'électrification, (2) le matériel roulant et (3) les systèmes de contrôle, de signalisation et de communications.

La recherche de solutions nouvelles, mieux adaptées et à moindre coût nécessitera donc un grand nombre d'experts et de chercheurs provenant de plusieurs établissements de recherche différents et d'un grand nombre d'entreprises; une structure d'encadrement et de coordination sera donc nécessaire et préférable pour regrouper et canaliser les efforts et pour maximiser les résultats.

Il faut rappeler que cette étude portait sur la faisabilité d'un consortium de recherche pour répondre aux besoins en recherche sur les trains passagers à grande vitesse et non sur les besoins en R-D pour le transport ferroviaire des marchandises. Les améliorations aux systèmes ferroviaires existants pour les trains-passagers ont été également identifiées au cours de l'étude tandis que les besoins en matière de R-D pour le transport des marchandises n'ont pas été examinés sauf pour la question des infrastructures partagées.

- Modèles de consortiums et d'organismes de recherche

Pratiquement tous les centres et consortiums de recherche sont appuyés financièrement par un ou plusieurs organismes gouvernementaux. La plupart des consortiums de recherche ont été créés par l'initiative du secteur privé. Ils regroupent généralement plusieurs entreprises d'un même secteur industriel avec dans certains cas des établissements de recherche représentés au conseil d'administration.

Les consortiums de recherche sont la plupart du temps des organismes indépendants et sans but lucratif. La mission de ces organismes de recherche est généralement de réaliser des travaux de recherche pré-compétitive ou de la recherche générique intéressant tous les partenaires.

Les principaux consortiums ou organismes de recherche examinés sont les suivants: PRECARN (Robotique et intelligence artificielle), PROGERT (Géomatique), PAPRICAN (Pâtes et papier), MACROSCOPE (Informatique), CRIM (Informatique), et le CONSEIL DE L'INDUSTRIE DE L'HYDROGÈNE. La plupart de ces consortiums ont été constitués pour un projet précis ou un domaine particulier.

PRECARN est un consortium canadien de recherche regroupant aujourd'hui 39 entreprises et organismes de recherche. Sa mission est la mise en commun des efforts de recherche à long terme dans les technologies de la robotique et de l'intelligence artificielle dans le but de stimuler la diffusion des connaissances et l'application de ces technologies stratégiques à travers l'industrie canadienne.

PRECARN gère actuellement quatre projets majeurs de recherche et les coûts de réalisation sont de l'ordre de \$34 millions. La participation des gouvernements est de 70% et celle de l'industrie de 30%, ce qui incite les entreprises à s'engager dans de la recherche à plus long terme. D'autres organismes de recherche ont été mis sur pied par le gouvernement du Québec pour conseiller les ministères en matière de R-D comme le Conseil de la recherche forestière du Québec et le Conseil de la recherche ferroviaire.

- Options et faisabilité technique

Les trois options suivantes ont été retenues pour fins de comparaison de différentes structures organisationnelles: (1) une structure d'encadrement et de coordination du programme de recherche, (2) un ou plusieurs consortiums de recherche regroupant les entreprises et les institutions de recherche intéressées et (3) un institut de recherche regroupant sous un même toit les chercheurs nécessaires.

Un **institut de recherche** regroupant sous un même toit les chercheurs et les différents partenaires pour la durée du programme n'apparaît pas comme une solution pratique, économique et efficiente étant donné le grand nombre de projets, d'établissements de recherche nécessaires et de chercheurs requis. Cette option pour des raisons évidentes a été rapidement écartée.

Un **consortium de recherche unique** regroupant tous les partenaires industriels (exploitants et manufacturiers) et les principaux établissements de recherche ayant de l'expertise dans les domaines recherchés pourrait théoriquement fonctionner; en pratique, une telle formule serait très lourde étant donné le grand nombre de projets et de partenaires et la diversité des sujets d'études et de recherche (infrastructures, matériel roulant et systèmes) et la nature des travaux de recherche (recherche générique et recherche compétitive).

En fait plusieurs équipes de recherche distinctes regroupant des partenaires industriels et universitaires seront nécessaires pour effectuer de la recherche sur les différentes parties du programme; de plus, il est fort possible que plusieurs consortiums de recherche industriels seront aussi créés pour développer et commercialiser un certain nombre d'appareils et d'équipements.

Enfin, comme troisième option, une **structure de coordination** appelée «**Centre de développement des technologies ferroviaires**» (CDTF) pourrait répondre aux besoins et prendre charge du montage, du financement, du démarrage, de la réalisation et de la coordination des projets de recherche et de développement.

Cette structure organisationnelle serait semblable au Consortium PRECARN, organisme mis sur pied il y a maintenant plusieurs années pour gérer un programme de recherche dans le domaine de la robotique et des systèmes intelligents. Ceci serait techniquement faisable et approprié pour mener à bien les différents projets de recherche requis pour l'adaptation canadienne des systèmes de transport ferroviaire à grande vitesse.

En résumé, une structure d'encadrement et de coordination du programme de R-D serait nécessaire pour les raisons suivantes:

- l'ampleur du programme de recherche à réaliser et le nombre de projets justifient la création d'un organisme de support, d'encadrement et de coordination;
- un programme de cette envergure impliquera un grand nombre de participants de l'industrie et des établissements de recherche et nécessitera une grande concertation entre les différents partenaires;
- le montage et l'obtention de financement pour le programme de recherche sera plus facile par l'intermédiaire d'une structure regroupant les partenaires industriels et les établissements de recherche.

VIABILITÉ DE CONSORTIUMS DE RECHERCHE MIS SUR PIED POUR ADAPTER LES SYSTÈMES DE TRANSPORT FERROVIAIRE À GRANDE VITESSE AUX CONDITIONS CANADIENNES

Lorsque les gouvernements se seront prononcés en faveur de l'implantation d'un projet de train rapide au Canada ou encore lorsqu'ils accepteront de contribuer financièrement à un avant-projet technique incluant un programme de recherche et de développement, les fonds nécessaires à la mise sur pied d'équipes et de consortiums de recherche, et à la réalisation d'un programme de recherche d'envergure seront disponibles.

Les coûts associés à la mise sur pied et à l'opération d'une importante structure de coordination et de consortiums de recherche sur les systèmes de transport ferroviaire à grande vitesse sont élevés et ne pourront être justifiés que lorsqu'une décision sera prise à propos du projet canadien.

Comme un certain nombre de sujets d'études et de recherche sur le transport ferroviaire à grande vitesse ont pour objet d'adapter les infrastructures, les équipements et le matériel aux conditions hivernales, plusieurs de ces projets de recherche pourront être réalisés conjointement avec des partenaires américains et des experts européens ainsi qu'avec une partie du financement provenant des États-Unis si la volonté et la conjoncture sont favorables.

Par ailleurs, l'intérêt et la participation des partenaires industriels à mettre sur pied des consortiums de recherche et une structure de coordination du programme de recherche dépendra de la technologie choisie, soit celle d'un train à très grande vitesse comme le TGV à 300 kilomètres à l'heure ou soit une technologie à moyenne vitesse comme le X-2000 de ABB à 200/220 kilomètres à l'heure sur des voies existantes reconstruites, électrifiées et réservées aux trains-passagers. Ces deux conceptions et ces deux approches sont différentes et regroupent des intérêts et des partenaires différents.

Compte tenu de ce qui précède et en raison de l'incertitude quant à l'implantation d'un train à haute vitesse au Canada, il faut conclure que la mise sur pied de consortiums de recherche et d'une importante structure d'encadrement et de coordination du programme de recherche visant à adapter les systèmes et les technologies ferroviaires à grande vitesse aux conditions canadiennes n'est pas possible dans les conditions actuelles.

Cependant, il y a assez d'intérêt présentement de la part d'entreprises canadiennes de l'industrie ferroviaire et suffisamment de sujets d'études et de recherche répondant à des besoins immédiats pour mettre sur pied une petite structure pour prendre charge du montage technique et financier de projets de R-D et pour faciliter le démarrage, la réalisation et la coordination de ceux-ci.

PROJETS DE R-D RÉPONDANT À DES BESOINS IMMÉDIATS

Les compagnies de chemins de fer CN et CP possèdent les voies ferrées dans le corridor Québec-Windsor sur lesquelles circulent les trains de marchandises, les trains de passagers de VIA Rail et les trains de banlieue au voisinage des grandes villes. Ces entreprises privilégient une approche étagée et l'utilisation le plus possible des voies existantes pour les trains-passagers.

L'étude de l'utilisation des voies ferrées dans l'Est du Canada réalisée par le CN et le CP permettra de déterminer la faisabilité et la possibilité pour ces entreprises de partager les mêmes voies ferrées pour le transport des marchandises et aussi possiblement de séparer sur deux corridors exclusifs le transport des marchandises et le transport des passagers sur une partie des voies ferrées existantes entre Québec et Windsor; un certain nombre de voies pourraient donc devenir exclusives aux trains-passagers et des vitesses plus rapides (200kmh) pourraient être atteintes avec des modifications appropriées aux voies, au matériel roulant et aux systèmes de contrôle et de signalisation.

Il y a donc une possibilité et une opportunité de développer et de mettre au point des solutions pour augmenter les vitesses jusqu'à 200km-h sur les voies existantes, d'ici à ce qu'un train à très grande vitesse (300km-h) soit implanté. Les modifications à apporter aux voies ferrées, au matériel roulant et aux systèmes de contrôle des trains et de protection aux passages à niveau sont les principaux sujets d'études et de recherche présentement considérés par VIA RAIL CANADA.

Une structure d'encadrement pourrait être mise sur pied pour faire le montage technique et financier de ces projets et pour démarrer et coordonner ceux-ci. Un «**Centre de développement des technologies ferroviaires**» pourrait donc être créé à cette fin pour prendre charge des besoins et des projets immédiats. Cette même structure pourra éventuellement prendre charge du démarrage et de la coordination du programme de R-D à réaliser en vue de l'implantation d'un projet de train à haute vitesse au Canada.

AVANTAGES D'UN CENTRE DE DÉVELOPPEMENT DES TECHNOLOGIES FERROVIAIRES

La réalisation d'un projet de train à grande vitesse au Canada contribuera à assurer la viabilité du **Centre de développement des technologies ferroviaires** et permettra la mise sur pied d'un réseau d'experts dans ce domaine. Si le Canada devient le premier gouvernement en Amérique du Nord à opter pour une technologie à très grande vitesse, soit 300 km-h, ceci positionnera avantageusement les entreprises canadiennes et les experts canadiens avec des partenaires européens pour le marché nord-américain.

Dans ce cas, les canadiens pourraient prendre le leadership dans plusieurs domaines reliés à l'implantation de systèmes et de technologies de transport ferroviaire à grande vitesse conçus pour des régions nordiques et des conditions hivernales rigoureuses.

Les principaux avantages de ce Centre de développement des technologies ferroviaires seraient les suivants:

- ▶ Coordonner les activités de recherche sur des sujets génériques et d'intérêt commun (infrastructures, voies ferrées, équipements et systèmes d'électrification et signalisation);
- ▶ Rassembler autour d'un même programme les exploitants et des partenaires industriels ayant les mêmes objectifs et les mêmes préoccupations;
- ▶ Faire partager les risques et les coûts de la recherche générique ou précompétitive par des partenaires industriels et les exploitants (chemins de fer);
- ▶ Maximiser les résultats de la recherche grâce au partenariat et à la synergie entreprises-universités;

- ▶ Obtenir le maximum d'efficience et de cohérence par une meilleure coordination du programme de recherche puisqu'il s'agit d'un ensemble de parties interreliées et interdépendantes;
- ▶ Fournir un service de veille technologique;
- ▶ Permettre un accès plus direct et facile aux réseaux d'experts canadiens, américains et européens pour la formation d'équipes de projets constituées des meilleurs experts;
- ▶ Développer une expertise ferroviaire nouvelle au Canada;
- ▶ Favoriser l'accès à des fonds de recherche gouvernementaux versés aux chercheurs universitaires pour un programme de recherche sur les infrastructures ferroviaires.

Une fois le CDTF créé, des alliances et des partenariats pourront être conclus avec des partenaires américains et européens pour travailler sur un certain nombre de sujets d'intérêt commun. Un grand nombre de projets de trains rapides sont à l'étude aux Etats-Unis et il s'agit d'une opportunité pour les chercheurs et les experts canadiens, américains et européens.

On peut également anticiper qu'un tel Centre pourra également intéresser éventuellement les compagnies de transport ferroviaire de marchandises; celles-ci sont à la recherche de solutions pour réduire leurs coûts et pour augmenter leur compétitivité.

Enfin les bénéfices et les retombées pour les différents partenaires seront nombreux et sont énumérés au tableau de la page suivante.

BÉNÉFICES ET RETOMBÉES POUR LES PARTENAIRES

D'UN CENTRE DE DÉVELOPPEMENT DES TECHNOLOGIES FERROVIAIRES

| | Court terme | Moyen terme | Long terme |
|------------------------------|--|---|--|
| Centres de recherche | <p>Projets de recherche en partenariat avec l'industrie:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● échanges entre les chercheurs et l'industrie ● Identification de nouveaux besoins dans l'industrie par les chercheurs ● Création d'une synergie entre l'industrie et le milieu de recherche | <ul style="list-style-type: none"> ● Développement de nouvelles expertises; ● Formation de personnel qualifié ● Développement de nouvelles applications | <ul style="list-style-type: none"> ● Réalisation de projets de R-D en alliances, en partenariat et avec des consortiums industriels |
| Universités | <ul style="list-style-type: none"> ● Participation à des projets de recherche avec l'industrie ● Meilleure compréhension des chercheurs aux besoins des entreprises ● Formation de personnel | <ul style="list-style-type: none"> ● Avancement des connaissances et publication des résultats dans le milieu scientifique ● Développement des connaissances spécifiques en ferroviaire et d'autres applications ● Participation au développement de nouvelles technologies | <ul style="list-style-type: none"> ● Formation de spécialistes et chercheurs de l'industrie ferroviaire. |
| Experts-conseils | <ul style="list-style-type: none"> ● Participation aux projets de recherche ● Développement d'une expertise nouvelle | <ul style="list-style-type: none"> ● Transferts des résultats aux projets d'ingénierie et de construction | <ul style="list-style-type: none"> ● Exportation de nouvelles connaissances |
| Entreprises manufacturières | <ul style="list-style-type: none"> ● Développement de meilleures solutions et de nouveaux produits ● Accroissement du savoir-faire, de la spécificité des produits et de leur qualité | <ul style="list-style-type: none"> ● Développement d'une expertise interne plus grande ● Commercialisation de nouveaux produits et équipements | <ul style="list-style-type: none"> ● Potentiel d'affaires et de revenus plus élevés ● Partenariat privilégié avec les centres d'expertises; ● Accès à des nouvelles technologies |
| Exploitants (chemins de fer) | <ul style="list-style-type: none"> ● Formation du personnel à de nouveaux procédés et méthodes ● Transfert des résultats intérimaires de la recherche à des applications courantes et aux opérations | <ul style="list-style-type: none"> ● Réduction des coûts d'entretien et de maintenance ● Application de nouvelles méthodes de travail ● Utilisation de nouveaux produits efficaces et moins coûteux ● Maintien et surveillance de l'information disponible (veille technologique) | <ul style="list-style-type: none"> ● Plus grande compétitivité des entreprises ● Amélioration de la qualité du service et de la ponctualité ● Exportation d'expertises et de nouvelles technologies |

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATION

CONCLUSION NO 1

Plusieurs projets de R-D doivent être réalisés pour permettre l'implantation avec succès d'un système de transport ferroviaire à grande vitesse au Canada.

- Plusieurs sujets d'études et de recherche ont été identifiés et devront être réalisés pour implanter avec succès un système de transport ferroviaire à grande vitesse pour passagers au Canada. La liste des sujets et des projets de recherche est incluse à la section 6 du rapport et le résumé des principaux projets est donné en annexe.
- Les projets de recherche et de développement auront principalement pour objet d'adapter et d'hiverner les infrastructures, les équipements ferroviaires, les voies ferrées, le matériel roulant, et les systèmes de contrôle et de signalisation.
- De plus, ces projets auront également pour objet de trouver des solutions pour minimiser les coûts de construction des infrastructures et des équipements ferroviaires et les coûts d'exploitation d'un système ferroviaire à grande vitesse pour passagers.
- Plusieurs des sujets portant sur l'hivernisation des infrastructures, des équipements et du matériel ont une application nord-américaine (nord-est surtout); les solutions mises au point au Canada pourraient donc être transférées et applicables aux États-Unis et pour d'autres régions froides.
- Les projets de R-D se répartissent en trois catégories: (1) les infrastructures ferroviaires incluant les voies ferrées; (2) le matériel roulant et (3) les systèmes de contrôle, de signalisation et de communications. De ces trois catégories, la première - les infrastructures - est de loin la plus importante et accapatera la majeure partie du budget de recherche et une enveloppe de 10 à 20 millions de dollars répartie sur une durée de trois à cinq ans.
- Plusieurs produits, équipements et procédés sont susceptibles d'être développés, mis au point ou améliorés à la suite des projets de recherche identifiés pour l'adaptation et l'hivernisation des équipements et du matériel ferroviaires, et pourront trouver une application dans d'autres pays.
- L'étude de faisabilité n'a pas porté sur les besoins en matière de recherche et de développement pour le transport des marchandises par chemin de fer; un survol rapide permet de conclure cependant que les besoins en R-D dans ce secteur sont importants et visent principalement à réduire les coûts et à augmenter la compétitivité des entreprises.

CONCLUSION NO 2

Une importante expertise de recherche existe au Canada, aux États-Unis et en Europe et sera nécessaire pour réaliser les projets de recherche

- Une expertise spécialisée et abondante existe au Canada, aux États-Unis et en Europe pour accomplir les travaux de R-D nécessaires à l'implantation de systèmes ferroviaires à grande vitesse; une liste des principaux experts canadiens, américains et européens dans chacun des principaux domaines de recherche est annexée au rapport
- Les projets de R-D devront être effectués en étroite collaboration avec les exploitants ferroviaires, les manufacturiers d'équipements et de matériel, les ingénieurs-conseils, les centres de recherche et les chercheurs universitaires.
- Le Canada possède une expertise reconnue dans le domaine de la conception et du comportement de structures et de systèmes adaptés aux conditions et aux contraintes hivernales, ainsi que dans la conception d'ouvrages et de systèmes de transport de surface. Plusieurs chambres froides sont disponibles pour tester le comportement de véhicules à des températures très froides (-40°).
- Les États-Unis disposent d'un réseau universitaire de réputation mondiale dans plusieurs domaines scientifiques reliés au transport de surface ainsi que plusieurs centres de recherche dans le domaine ferroviaire notamment le Centre d'essais à Pueblo, Colorado. Les budgets en recherche ferroviaire sont de plusieurs dizaines de millions de dollars annuellement et sont principalement consacrés au secteur du transport de marchandises.
- La France est un chef de file dans le domaine des trains à très grande vitesse. Les autres pays ayant développé une expertise dans le domaine des trains à haute vitesse sont l'Allemagne, l'Angleterre, l'Espagne, l'Italie, et la Suède. De grandes entreprises européennes ont formé des alliances avec des compagnies canadiennes; d'autres ont exprimé leur intention de participer activement à l'élaboration et à la réalisation d'un programme de R-D canadien sur les trains à grande vitesse.
- La France, la Belgique et l'Allemagne ont entrepris en 1992 un programme conjoint de R-D appelé **EUROBALT** pour déterminer d'une façon rigoureuse et scientifique les paramètres de la voie ballastée et son comportement; il s'agit d'un programme de plusieurs années et doté d'un budget de 5 millions de dollars.
- La SNCF a entrepris avec GEC-ALSTHOM et avec l'appui de trois ministères du gouvernement français un vaste programme de recherche et de développement pour la nouvelle génération du TGV-NG au coût de 150 millions de dollars; ce projet a pour objectif de développer un matériel capable de franchir une distance de 1000 kilomètres en trois heures et d'atteindre une vitesse commerciale de 350 km-h.

CONCLUSION NO 3

La réalisation du programme de R-D pour l'adaptation canadienne des systèmes de transport ferroviaire à grande vitesse nécessitera la mise sur pied de plusieurs équipes de recherche et une structure de coordination

- Plusieurs équipes de recherche devront être formées pour réaliser les différents projets du programme de recherche proposé en vue d'implanter et d'adapter les systèmes de transport ferroviaire à grande vitesse au Canada avec la participation des exploitants ferroviaires, de manufacturiers et de firmes d'experts-conseils.
- Plusieurs entreprises canadiennes ont manifesté un intérêt à participer éventuellement à un programme de recherche sur les systèmes de transport ferroviaire à grande vitesse. Certains organismes gouvernementaux ont eux aussi démontré leur ouverture pour financer un programme de R-D dans le domaine du transport ferroviaire.
- Plusieurs consortiums de recherche ont été éprouvés au Canada dans de nombreux secteurs industriels et scientifiques, tels que PRECARN (Robotique et systèmes «intelligents»), PROGERT (Géomatique), et MACROSCOPE (Informatique). Dans la plupart des cas, ces consortiums sont financés par les gouvernements et des entreprises d'un même secteur qui réalisent de la recherche pré-compétitive et qui en partagent les coûts, les risques, les résultats et les bénéfices.
- De nombreuses formules peuvent être envisagées pour réaliser le programme de R-D nécessaire à l'adaptation et à l'hivernisation de systèmes de transport ferroviaire à grande vitesse. Etant donné la diversité et le grand nombre de sujets d'études (infrastructures, matériel roulant et systèmes de contrôle) plusieurs équipes de recherche distinctes seront nécessaires pour réaliser les projets et pour trouver les solutions aux différents problèmes à résoudre. Une structure de coordination comme un «Centre de développement des technologies ferroviaires»(CDTF) serait nécessaire pour aider au montage, au financement, à la coordination et à la réalisation des projets de R-D.
- Les avantages d'une telle structure pour coordonner et gérer le programme de R-D en vue d'implanter avec succès un système de transport ferroviaire à grande vitesse au Canada sont nombreux: (1) une meilleure coordination des efforts et des travaux des équipes et consortiums de recherche; (2) un accès plus direct et plus facile aux meilleurs experts et établissements de recherche; (3) un accès à des fonds de recherche universitaires pour réaliser une partie des travaux, et (4) une plus grande synergie entreprises-universités afin de maximiser les résultats.

CONCLUSION NO 4

La viabilité d'équipes et de consortiums de recherche mis sur pied pour adapter les systèmes canadiens de transport ferroviaire à grande vitesse sera financièrement possible et faisable lorsque les gouvernements se seront prononcés en faveur de l'implantation d'un projet de train à grande vitesse au Canada.

- Au Canada, la viabilité financière de consortiums de recherche orientés vers des besoins industriels dépend, généralement, d'une disponibilité de fonds gouvernementaux provenant de programmes d'aide à la R-D et d'une participation des entreprises oscillant autour de 50% du budget total.
- Lorsque les gouvernements se seront prononcés en faveur de l'implantation d'un train à grande vitesse au Canada, les fonds nécessaires à la mise sur pied d'équipes et de consortiums de recherche ainsi qu'à la réalisation d'un programme de recherche d'envergure seront disponibles.
- La création de consortiums de recherche regroupant des partenaires industriels et des établissements de recherche mis sur pied en vue d'adapter et d'hiverner les systèmes de transport ferroviaire à grande vitesse au Canada est techniquement faisable et apparaît comme la formule la plus appropriée pour maximiser les résultats.
- Les coûts associés à la mise sur pied et à l'opération d'une importante structure de coordination et de consortiums de recherche sur les systèmes ferroviaires à grande vitesse sont élevés et ne pourront être justifiés que lorsqu'une décision sera prise sur le projet d'un train rapide au Canada.
- Il y a cependant assez d'intérêt de la part d'entreprises canadiennes et suffisamment de sujets d'études et de recherche répondant à des besoins immédiats pour mettre sur pied un «Centre de développement des technologies ferroviaires» (CDTF) pour prendre charge du montage technique et financier des projets de R-D et pour faciliter le démarrage, la réalisation et la coordination de ces projets de recherche et de développement.
- Comme un certain nombre de sujets d'études sur le transport ferroviaire à grande vitesse auront une application nord-américaine (adaptation aux conditions hivernales en particulier), plusieurs projets de R-D pourront être réalisés conjointement avec des partenaires américains et des experts européens avec une partie du financement provenant des États-Unis.
- La Société Nationale des Chemins de Fer français (SNCF) a participé activement à l'étude de faisabilité et a manifesté beaucoup d'intérêt à collaborer éventuellement à plusieurs projets de R-D.

RECOMMANDATION

RECOMMANDATION PRINCIPALE

Pour répondre aux besoins immédiats et futurs de l'industrie du transport ferroviaire mettre sur pied un «Centre de développement des technologies ferroviaires» (CDTF) dont le mandat principal sera de faciliter l'élaboration, le financement, le démarrage, la réalisation et la coordination de projets de R-D.

- Plusieurs sujets d'études et de recherche ont été identifiés pour améliorer la situation présente du transport des passagers par chemin de fer en réduisant les temps de parcours dans le corridor Québec-Toronto et en augmentant les vitesses jusqu'à 200km-h sur des tronçons de voies existantes améliorées avec des locomotives plus légères.
- Sur le plan technique, ces objectifs se traduisent par la nécessité d'effectuer des projets de R-D visant à développer de nouveaux équipements ou à améliorer des équipements existants dans les domaines des voies ferrées, du matériel roulant et des systèmes de contrôle et de signalisation, etc...
- Les compagnies de transport de marchandises sur rail sont confrontées à une conjoncture économique très difficile; elles ne sont pas disposées pour le moment à investir dans des projets de recherche à long terme, mais sont à la recherche de solutions pour réduire leurs coûts d'exploitation et d'entretien et pour augmenter leur compétitivité.
- Plusieurs manufacturiers d'équipements ferroviaires ont manifesté de l'intérêt à développer ou mettre au point leurs produits afin d'améliorer la qualité de leurs produits et afin d'augmenter leur position concurrentielle sur le marché nord-américain.
- Il est recommandé qu'un «Centre de développement des technologies ferroviaires» (CDTF) soit mis sur pied pour faciliter l'élaboration, le financement, le démarrage, la réalisation et la coordination de ces projets au cours de la prochaine année, et pour participer, le cas échéant, au démarrage du programme de recherche sur l'adaptation canadienne des systèmes de transport ferroviaire à grande vitesse.
- Plusieurs représentants d'organismes gouvernementaux, notamment le Conseil national des recherches et le Ministère des Transports du Québec, souhaitent une meilleure concertation ainsi qu'une coordination plus grande des activités de R-D dans le domaine du transport ferroviaire.

- Le «Centre de développement des technologies ferroviaires» (CDTF) sera une structure légère et peu coûteuse; il consacrera l'essentiel de ses efforts à des activités d'élaboration, de financement et de démarrage et de coordination de projets R-D. La structure organisationnelle est présentée à la section suivante du rapport. La liste des sujets de recherche portant sur l'amélioration des systèmes existants pour les trains passagers à la section 6 du rapport, serait l'agenda de départ du Centre.
- Le Centre aurait deux objectifs. Premièrement il répondrait à des besoins de l'industrie ferroviaire en facilitant le financement, le démarrage et la réalisation de projets de R-D portant sur des préoccupations immédiates et dont les résultats lui bénéficieraient à court terme. D'autre part, étant donné la nature des projets de recherche et leur rapport avec les travaux reliés au domaine de la grande vitesse, cette nouvelle structure mobiliserait déjà une partie de l'expertise et préparerait la voie pour l'amorce du programme de R-D advenant l'annonce de l'implantation d'un train à grande vitesse au Canada.
- De plus, le Centre de développement des technologies ferroviaires pourrait également participer au moment opportun à la préparation des propositions pour le financement, la coordination et la réalisation des travaux de R-D en vue d'implanter un système de transport ferroviaire à grande vitesse au Canada.
- On peut également anticiper qu'un tel Centre pourra également intéresser éventuellement les compagnies de transport ferroviaire de marchandises; celles-ci sont à la recherche de solutions pour réduire leurs coûts d'exploitation et pour augmenter leur compétitivité.

**CENTRE DE DÉVELOPPEMENT
DES TRANSPORTS FERROVIAIRES**

CENTRE DE DÉVELOPPEMENT DES TECHNOLOGIES FERROVIAIRES

La mission et les objectifs du Centre de développement des technologies ferroviaires peuvent être formulés comme suit:

MISSION

Favoriser, orienter, appuyer, coordonner et diffuser la recherche et le développement de technologies ferroviaires visant à adapter et à hiverner les infrastructures, les équipements et le matériel ferroviaire pour les trains-passagers à haute vitesse, à minimiser les coûts de construction et d'exploitation, à améliorer l'efficacité et la sécurité du système ferroviaire canadien et à accroître la compétitivité des entreprises de l'industrie.

OBJECTIFS STRATÉGIQUES ET RÔLES

- **Montage technique et financier des projets de recherche**
 - ▶ Participer à la définition des projets de R-D dans les domaines des infrastructures, équipements et systèmes ferroviaires avec des partenaires industriels et les exploitants;
 - ▶ Regrouper les expertises canadiennes, américaines et européennes qui pourraient être mises à contribution dans l'exécution des projets;
 - ▶ Participer au financement des projets ainsi qu'à la recherche de financement des projets incluant le démarchage et la préparation de demande d'aide financière;
- **Gestion et coordination des projets de recherche**
 - ▶ Participer à la gestion, à la coordination et à la réalisation des projets de R-D.
- **Transfert de technologie, veille technologique et diffusion de l'information scientifique.**
 - ▶ Exercer une veille technologique et diffuser de l'information scientifique et technique;
 - ▶ Favoriser le transfert de technologies ferroviaires résultant des activités de recherche vers les manufacturiers et les exploitants.
 - ▶ Favoriser le développement de nouvelles normes de construction d'infrastructures ferroviaires à grande vitesse pour le Canada.

ORIENTATION DES TRAVAUX DE RECHERCHE

En résumé les travaux de recherche du Centre de développement des technologies ferroviaires porteront sur les thèmes suivants:

(1) Amélioration et optimisation des infrastructures, voies ferrées, équipements et systèmes ferroviaires existants.

Projets visant à améliorer et optimiser les équipements et les systèmes existants, à améliorer la sécurité, à adapter les infrastructures et les équipements aux contraintes climatiques, à faciliter l'exploitation hivernale et à réduire les coûts d'exploitation et d'entretien pour les systèmes de transport ferroviaire de passagers et de marchandises.

(2) Adaptation des infrastructures, équipements et systèmes ferroviaires requis pour des trains à haute vitesse aux conditions hivernales canadiennes.

Projets de recherche visant à adapter et à hiverner les infrastructures, les équipements ferroviaires et les systèmes d'électrification et de signalisation conçus pour les trains-passagers à haute vitesse.

(3) Recherche de solutions pour minimiser les coûts de construction et d'exploitation.

Projets de recherche ayant pour objectifs de minimiser les coûts de construction et d'exploitation des infrastructures, des équipements, du matériel et des systèmes requis pour les trains-passagers à grande vitesse et pour les trains de marchandises; par exemple mise au point de méthodes de construction d'assises et de voies ferrées à grande vitesse sur de nouvelles emprises ainsi que sur des emprises existantes, et résistant aux effets du gel et dégel.

Les projets de recherche et de développement identifiés dans l'étude de faisabilité constitueront l'agenda de départ du Centre.

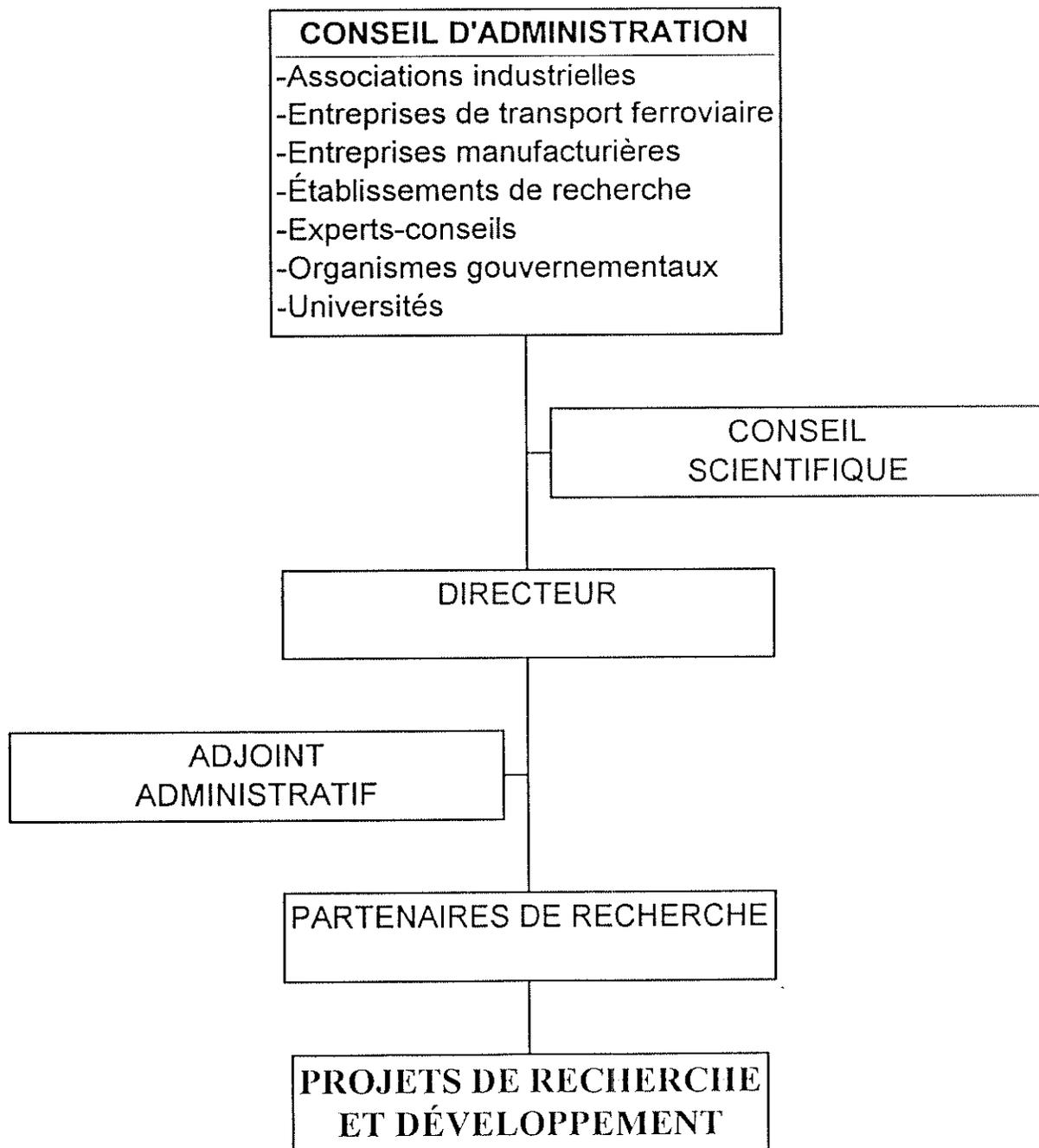
STRUCTURE ORGANISATIONELLE

L'organigramme de la page suivante présente la structure organisationnelle initiale proposée pour le Centre de développement des technologies ferroviaires.

Le Conseil d'administration serait composé de personnes représentant les entreprises et organismes suivants: Association des chemins de fer du Canada ou Compagnies de chemins de fer, Entreprises manufacturières dans le secteur du matériel de transport, Établissements de recherche, Experts-conseils en ingénierie d'infrastructures et de systèmes de transport ferroviaire et organismes gouvernementaux d'aide à la R-D.

Un conseil scientifique serait formé et constitué de personnes ayant de l'expertise dans le domaine des transports ferroviaires.

CENTRE DE DÉVELOPPEMENT DES TECHNOLOGIES FERROVIAIRES



MODE DE FONCTIONNEMENT DU CENTRE DE DÉVELOPPEMENT DES TECHNOLOGIES FERROVIAIRES

En quelques mots, le mode de fonctionnement du Centre sera essentiellement le suivant:

Conseil d'administration (C.A.)

Le C.A. approuve le budget du CDTF et tous les projets de recherche devant être financés.
Le Président du C.A. est choisi par les membres du conseil.

Conseil scientifique (C.S.)

Le C.S. propose au C.A. et au Directeur des orientations scientifiques et des avenues de recherche prometteuses.

Directeur

- Il identifie les projets, les partenaires industriels et universitaires, les expertises et les sources de financement;
- Il participe au démarchage et au montage des demandes d'aide financière pour les projets;
- Il présente au C.A. les projets à financer;
- Il coordonne le travail des chargés de projets;
- Il agit comme porte-parole du Centre
- Il organise des échanges avec des experts étrangers et des tables rondes sur des sujets d'études et de recherche.

Chargés de projets

- Ils participent à l'élaboration des projets de recherche conjointement avec les partenaires industriels, les universités et les centres de recherche;
- Ils participent à la préparation des propositions pour le financement des projets;
- Ils participent à la gestion, la coordination et au suivi des projets.

PLANIFICATION DES ACTIVITÉS DU CENTRE

Les principales activités du Centre seront les suivantes:

PHASE I : Année 1994 - Mise sur pied et démarrage des activités

Organisation et activités :

- Création du CENTRE
- Accord des principaux partenaires industriels
- Démarrage de quelques projets de recherche en partenariat industries-universités pour améliorer les systèmes existants
- Montage et présentation du dossier de financement du programme de recherche en vue d'adapter les infrastructures et les systèmes de transport ferroviaire à grande vitesse aux conditions canadiennes.
- Planification détaillée des projets de R-D reliés à la grande vitesse et démarrage de quelques projets portant sur les infrastructures.
- Négociation et protocole d'entente avec des partenaires étrangers (participation d'organismes et de chercheurs européens et américains).

PHASE II : Années 1995-1996-1997-1998

Hypothèse : Le financement d'un avant-projet technique et d'un programme de R-D pour un train rapide Québec-Windsor est annoncé au milieu de 1994.

Organisation et activités :

- Réalisation et coordination des projets de R-D.
- Mise en place d'un service de veille technologique sur les travaux de recherche et sur l'innovation en technologies ferroviaires
- Réalisation de projets conjoints avec des partenaires américains et européens.
- Validation et valorisation des résultats de la recherche.

BÉNÉFICES ANTICIPÉS DU CENTRE DE DÉVELOPPEMENT DES TECHNOLOGIES FERROVIAIRES ET DU PROGRAMME DE R ET D

En résumé, les bénéfices anticipés du Centre de développement des technologies ferroviaires et du programme de recherche sur l'adaptation des systèmes de transport ferroviaire à grande vitesse pour les trains-passagers peuvent être formulés de la façon suivante:

- ▶ Développer des solutions efficaces et à moindre coût pour mettre les infrastructures à l'abri des effets du gel et des accumulations de neige pouvant gêner l'exploitation et pour hiverner le matériel roulant;
- ▶ Développer des solutions pour minimiser les coûts de construction et d'exploitation et pour réduire la durée de réalisation du projet;
- ▶ Développer une masse critique et une expertise unique de la conception, de la construction d'infrastructures et la fabrication d'équipements exploités en conditions hivernales;
- ▶ Transporter les résultats de la recherche et de cette expertise à d'autres projets ayant des conditions semblables;
- ▶ Participer au développement et à la commercialisation de nouveaux produits, matériaux et procédés;
- ▶ Transporter les solutions applicables aux infrastructures ferroviaires existantes utilisées par les trains de marchandises et les trains-passagers et à d'autres infrastructures de transport.

ACRONYMES

ACRONYMES (Anglais et Français)

| | |
|--------------|--|
| AAR | Association of American Railroads |
| ACFC | L'Association des chemins de fer du Canada |
| ACTIM | Agence pour la Coopération technique et économique |
| ATCS | Advanced Train Control System |
| CIGGT | Canadian Institute of Guided Ground Transport (Université Queens) |
| CRT | Centre de recherche sur les transports (Université de Montréal, École des Hautes Études Commerciales et École Polytechnique) |
| CDT | Centre de développement des transports (Transports Canada) |
| CERCA | Centre de recherche en calcul appliqué |
| CRSNG | Conseil de recherche en sciences naturelles et en génie |
| CNRC | Conseil national de recherche du Canada |
| FRA | Federal Railroad Administration (US Department of Transportation) |
| MESS | Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science |
| MICT | Ministère de l'Industrie, du Commerce et de la Technologie du Québec |
| MTQ | Ministère des Transports du Québec |
| NRCC | National Research Council of Canada |
| RAC | The Railway Association of Canada |
| SNCF | Société nationale des chemins de fer de France |
| TGV | Trains à grande vitesse |
| TDC | Transportation Development Centre (Transport Canada) |
| TRB | Transportation Research Board (US National Research Council) |
| TTI | Texas Transportation Institute (Texas A&M University) |

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

| AUTEUR | TITRE DU DOCUMENT |
|--|---|
| ACTIM et CNRC | Compte-rendu du Colloque Canada-France sur les développements des systèmes TGV. Ottawa, Mars 1992. |
| ACFC | Le chemin de fer au Canada, aujourd'hui et demain. 1990 |
| AAR & RAC | ATCS and the future of the rail industry |
| AICC | Mémoire de l'Association des ingénieurs-conseils du Canada au Groupe de travail Québec-Ontario sur le train rapide. Mai 1990. |
| CN | Rapport annuel 1992 |
| CN - Service du génie | Manuel d'entretien de la voie. Circulaires sur les méthodes normalisées. |
| CP | Rapport annuel 1992 |
| CDT | Centre de développement des transports. Rapport annuel 1992-1993. |
| Chambre des communes Comité des transports | Étude sur les lignes à grande vitesse: la version canadienne. Mars 1992. |
| Commission royale sur le transport des voyageurs. | Directions. Rapport final 1992. |
| Conseil de la Science et de la technologie | URGENCE TECHNOLOGIE. 1993. |
| École Polytechnique | Les unités de recherche à Polytechnique. 1993. |
| École Polytechnique | Proposition d'étude de faisabilité d'un Consortium de recherche sur les systèmes de transport sur rail à grande vitesse. Mars 1992. |
| École Polytechnique | Projet de consortium de recherche sur les technologies ferroviaires Rapport d'étape. Mars 1993. |
| École Polytechnique | Proposal for a high-speed rail research consortium. Progress Report. March 1993. |
| École Polytechnique | Rapports de missions techniques en Europe: 1992 et 1993. |

BIBLIOGRAPHIE

- FRA (US DOT) An assesment of High-Speed Rail Safety Issues and Research Needs. May 1990.
- FRA (USDOT)
Office of R&D Improving transportation through railroad research (1988-1991).
- GEC-ALSTHOM Development of the «New Generation» of High-Speed Train. May 1993.
- HSR/MA High-Speed Rail/Maglev Association. YEARBOOK 1993.
- F.L. PECKOVER Effects of winter conditions on the safety of high-speed trains on the Montréal-Québec line. TDC June 1977.
- RAC
- Canada's Railway Industry Present & Future. 1990
 - Review of Research Needs and Issues (Conference by Robert Ballantyne, President of the RAC, 1993)
- SNCF
- Le TGV: Bilan et Perspectives. Septembre 1983.
 - Le TGV ATLANTIQUE. 1986
 - RAPPORT D'ACTIVITÉ 1991.
 - Le TGV NORD et la jonction. Jan-Fév 1992.
 - ASTREE: l'espace retrouvé. Vers un système de contrôle-commande des circulations ferroviaires. 1992
 - L'interconnexion en Ile-de-France. 1993.
- Arthur TAYLOR HI-TECH TRAINS. The ultimate in speed, power and style. 1992.
- TRB RAILROAD
R&D COMMITTEE Railroad freight transportation research needs, opportunities and priorities (July 1993).
- TTI (Texas A & M
University) Proceedings from Seminar on High-Speed Ground Transportation. May 1990.
- UIC- International
Union of Railways Earthworks & Trackbed Construction for railway lines. UIC 719R.
- VIA RAIL CANADA
- Étude du transport ferroviaire des voyageurs au Canada. Juillet 1989.
 - Rapport annuel 1992.
- Joseph VRANICH
(HSR/MA) SUPERTRAINS: Solutions to America's Transportation Gridlock. May 1993.

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

**ÉTUDE DE FAISABILITÉ
D'UN CONSORTIUM DE RECHERCHE SUR
LES SYSTÈMES DE TRANSPORT FERROVIAIRE
À GRANDE VITESSE POUR PASSAGERS**

ANNEXES

AU RAPPORT FINAL

8 DÉCEMBRE 1993

ANNEXES AU RAPPORT FINAL

- A LISTE DES PARTICIPANTS ET DES PERSONNES CONSULTÉES**
- B TABLEAUX SOMMAIRES DES PROJETS DE RECHERCHE**
- C LISTE DES EXPERTISES IDENTIFIÉES**
- D LISTE DES PRINCIPALES ENTREPRISES CANADIENNES
DE L'INDUSTRIE DE TRANSPORT FERROVIAIRE**
- E EXEMPLES D'ORGANISMES DE RECHERCHE**
- F SUJETS D'ÉTUDES ET DE RECHERCHE**

ANNEXE A

LISTE DES PARTICIPANTS ET DES PERSONNES CONSULTÉES

Universités

Centres de recherche

Compagnies de chemins de fer

Consultants et ingénieurs-conseils

Manufacturiers

Organismes gouvernementaux

Associations

ANNEXE A

Liste des participants et des personnes consultées

UNIVERSITÉS

| NOM | TITRE ET DÉPARTEMENT | TÉLÉPHONE | TÉLÉCOPIEUR |
|---|--|-----------|-------------|
| <u>ÉCOLE POLYTECHNIQUE</u> | | | |
| <u>Direction</u> | | | |
| Jean-Paul Gourdeau, ing. | Président du conseil d'administration | 340-4704 | 340-3222 |
| André Bazergui, ing. | Directeur | 340-4943 | 340-4600 |
| Gilbert Drouin, ing. Ph.D. | Directeur des études supérieures et de la recherche | 340-4990 | 340-4440 |
| <u>C.D.T.</u> | | | |
| Denis N. Beaudry | Directeur | 340-4720 | 340-4019 |
| Pierre Guité, B.Arch., M.Ing. | Chef de section, Alliances et Partenariat de Recherche | 340-3207 | 340-4019 |
| <u>Chercheurs et professeurs</u> | | | |
| Marie Bernard, ing., Ph.D. | Professeure Agrégée Section mécanique appliquée Département de génie mécanique | 340-4590 | 340-4176 |
| Thang Bui-Quoc, Ph.D., ing. | Professeur Titulaire Directeur, groupe d'analyse de composant mécaniques Département de génie mécanique | 340-4859 | 340-4176 |
| Michel C. Chouteau, ing., Ph.D. | Professeur (géophysique) Laboratoire de Géophysique appliquée Département de génie minéral | 340-4703 | 340-4191 |
| Raymond Gauvin, ing., Ph. D. | Directeur Centre de Recherche appliquée sur les Polymères Département de génie mécanique | 340-4588 | 340-5867 |

| NOM | TITRE ET DÉPARTEMENT | TÉLÉPHONE | TÉLÉCOPIEUR |
|---|---|-----------|-------------|
| Richard Hurteau, ing. D. Ing. | Professeur Agrégé Département de Génie électrique | 340-4886 | 340-4174 |
| Branko Ladanyi, ing., P. Eng., Ph.D., F.R.S.C., F.C.A.E. | Professeur Département de Génie civil | 340-4804 | 340-5841 |
| Jean Lafleur, ing., Ph.D. | Professeur Section de Géotechnique Département de Génie civil | 340-4792 | 340-5841 |
| Gilles L'Espérance, Ph.D. | Directeur Centre de caractérisation mi- croscopique des matériaux | 340-4532 | 340-4468 |
| Bruno Massicotte, Ph.D., ing. | Professeur Adjoint Département de Génie civil | 340-4501 | 340-5881 |
| François Trochu, Ph.D. | Professeur Adjoint Département de Génie mécanique | 340-4280 | 340-5867 |
| Henri J. M. Yelle, ing. Ph.D. | Professeur Titulaire Département de Génie mécanique | 340-4589 | 384-2522 |

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

| | | | |
|----------------------------|---|----------|----------|
| Christian Lardinois, Ph.D. | Secrétaire Général Centre de Recherche sur les Transports | 343-6475 | 343-7121 |
|----------------------------|---|----------|----------|

UNIVERSITÉ LAVAL

| | | | |
|-----------------------|---------------------------|----------------|----------------|
| Marius Roy, Ph.D.ing. | Vice-Doyen à la recherche | (418) 656-7368 | (418) 656-5902 |
|-----------------------|---------------------------|----------------|----------------|

| NOM | TITRE ET DÉPARTEMENT | TÉLÉPHONE | TÉLÉCOPIEUR |
|-----|----------------------|-----------|-------------|
|-----|----------------------|-----------|-------------|

QUEEN'S UNIVERSITY

| | | | |
|------------------------------------|--|-------------------|-------------------|
| Christopher J. Boon, B.Sc., M.B.A. | Manager Transportation Systems Research | (613) 634-3030 | (613) 545-3856 |
| Gordon W. English, P.Eng | Executive Director Canadian Inst. of Guided Ground Transport | (613) 634-3030 | (613) 545-3856 |
| Dr. Joseph Jones, MBA | Associate Canadian Inst. of Guided Ground Transport | (613) 634-3030 | (613) 545-3856 |

UNIVERSITÉ TEXAS

| | | | |
|---|--|-------------------|-------------------|
| William J. Harris, Sc.D., P.E., N.A.E. | E.B. Snead Professor of Trans- portation Eng. Department of Civil Engineering | (409) 845-3635 | (409) 845-9356 |
| Hoy A. Richards | Research Economist Texas Transportation Institute | (409) 845-5815 | (409) 857-5815 |
| Steve Roop | Head of Rail Research Group Texas Transportation Institute | (409) 845-8536 | (409) 845-9761 |

CENTRES DE RECHERCHE

| NOM | TITRE ET DÉPARTEMENT | TÉLÉPHONE | TÉLÉCOPIEUR |
|-----|----------------------|-----------|-------------|
|-----|----------------------|-----------|-------------|

CERCA

| | | | |
|--------------------------|---------------------|----------------|----------|
| André Biron | Directeur adjoint | (514) 369-5209 | 369-3881 |
| Wagdi G. Habashi | Directeur-industrie | (514) 369-5202 | 369-3880 |
| Ricardo Camarero, Ph.D.. | Chercheur | (514) 369-5207 | 369-3880 |

CRIQ

| | | | |
|-------------------------|--|-------------------|-------------------|
| Pierre Roy, ing., Ph.D. | Vice-président à la R-D | (418) 652-2283 | (418) 652-2251 |
| Réjean Crépeau | Adjoint au Vice-président Marketing | | |

ORTECH INTERNATIONAL

| | | | |
|---------------------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| Gordon F. Mutch, Ph.D., P. Eng. | Program Director | (416) 822-4111 | (416) 823-1446 |
|---------------------------------|------------------|-------------------|-------------------|

TRANSPORTATION TEST CENTER

(FRA) Pueblo Colorado

| | | | |
|--------------|-----------------------------|-------------------|-------------------|
| Don K. Waldo | Manager Customer Service | (719) 584-0548 | (719) 584-0672 |
|--------------|-----------------------------|-------------------|-------------------|

C.N.R.C. (Conseil national de recherches Canada)

| | | | |
|------------------------------|--|----------------|----------------|
| John Coleman | Directeur général Centre de technologies des transports de surface | (613) 998-9639 | (613) 957-0831 |
| R.M.W, Frederking, Ph.D.ing. | Chef, Programme de génie thermique et des régions froides | (613) 993-2439 | (613) 954-1235 |

EXPERTS-CONSEILS EN TRANSPORT FERROVIAIRE

| NOM | TITRE ET DÉPARTEMENT | TÉLÉPHONE | TÉLÉCOPIEUR |
|-----|----------------------|-----------|-------------|
|-----|----------------------|-----------|-------------|

CANAC INTERNATIONAL INC.

| | | | |
|----------------------|--|----------------|----------|
| J. Frank Scott | Senior Research Engineer Operations, Exploitation | (514) 339-6021 | 339-6004 |
| Jos Vilagos | Vice-président | (514) 339-3593 | 399-3967 |
| Gaston Paquin | Directeur général Projets majeurs-VIA | (514) 399-4619 | 399-7881 |
| Raynald Masse | Directeur général Matériel roulant | (514) 399-4019 | 399-3967 |
| Claude Labarre, ing. | Ingénieur de projets | (514) 399-8901 | 399-3967 |
| Paul Berthiaume | Chef adjoint Recherche technique | (514) 399-6017 | |

CANARAIL

| | | | |
|----------------------|-------------------|----------------|----------|
| Don Gillstrom, ing. | Ingénieur en chef | (514) 985-0930 | 985-0929 |
| Hovig Bedekian, ing. | Président | (514) 985-0930 | 985-0929 |

COMPAGNIES DE CHEMINS DE FER CANADIENNES

| NOM | TITRE ET DÉPARTEMENT | TÉLÉPHONE | TÉLÉCOPIEUR |
|-----|----------------------|-----------|-------------|
|-----|----------------------|-----------|-------------|

C.N.

| | | | |
|-----------------------|---|----------------|----------|
| Earl J. Chapman | Directeur (réseau) Normes et contrôles de qualité - Signalisations et communications | (514) 399-4706 | 399-7503 |
| Mario A. Ruel, ing. | Ingénieur géotechnicien principal Bureau de l'ingénieur en chef | (514) 399-4985 | 399-8643 |
| François Hébert, ing. | Ingénieur en chef adjoint | (514) 399-5077 | |
| Michel Boucher, iing. | Vice-président Région Saint-Laurent | | |
| C. Jim Barnett | Directeur national Voyageurs - Marketing | (514) 399-4224 | 399-5800 |

CP RAIL

| | | | |
|------------------------|--|----------------|----------|
| Jacques J. Côté | Directeur exécutif Immobilisations | (514) 395-7408 | 395-6399 |
| Michael E. Kieran | Directeur général Infrastructures Systèmes de transports intermodaux | (514) 395-7603 | 395-7959 |
| Gilles Dufault | Special Advisor | (514) 395-7225 | 395-5769 |
| Michel De Bellefeuille | Directeur, Expansion des affaires Systèmes de transports intermodaux | (514) 395-6896 | 395-7959 |

SNCF

| NOM | TITRE ET DÉPARTEMENT | TÉLÉPHONE | TÉLÉCOPIEUR |
|-----------------------|---|----------------------------------|-----------------------|
| Patrice Bernard | Adjoint au directeur Direction de la recherche | (33-1) 42 85 65 03 | (33-1) 42 85 65 02 |
| Gérard Coget | Directeur adjoint Direction du matériel | (1) 40 08 96 02 | (1) 40 08 95 30 |
| Jacques Courvoisier | Adjoint au chef de division Direction de la ligne nouvelle du TVG nord et de l'interconnexion | (1) 48 62 90 18 | (1) 48 62 90 29 |
| Jacques Desbat | Direction du transport Division équipement du transport (TSEZ) | (1) 42 85 88 00 poste 3804 | (1) 41 08 92 56 |
| Jean-Michel Gayon | Direction des Affaires internationales | (33-1) 42 85 63 52 | (33-1) 42 85 63 63 |
| Jean-Pierre Huile | Chef de la Division des études scientifiques et statistiques Direction de l'équipement | (1) 40 08 95 62 | (1) 42 85 99 19 |
| Jean-Yves Taillé | Chef du département des lignes nouvelles et projets Direction de l'équipement | (1) 49 95 14 05 | (1) 49 95 14 44 |
| François Lacôte | Directeur du matériel Direction du matériel | (1) 40 08 96 01 | (1) 40 08 96 00 |
| Daniel Lancien | Chef du département Astrée Direction de la recherche | (1) 42 85 64 50 | (1) 42 85 65 84 |
| Yves Larroche | Chef du département Prospective Direction de la recherche | (1) 42 85 65 16 | (1) 42 85 60 60 |
| Serge Montagné | Chef du département Département des études et recherches "voie" Direction de l'équipement | (1) 40 08 95 60 | |
| Marie-Josèphe Poitout | Chef de la Division de géotechnique Ouvrages en terre Hydrologie Direction de l'équipement | (1) 49 95 14 90 | (1) 49 95 14 48 |
| Paul Caille | Chef de la division Sciences Physiques (Études sur le bruit) | (1) 42 85 65 87 | (1) 42 85 60 60 |

MANUFACTURIERS

| NOM | TITRE ET DÉPARTEMENT | TÉLÉPHONE | TÉLÉCOPIEUR |
|-----|----------------------|-----------|-------------|
|-----|----------------------|-----------|-------------|

BOMBARDIER INC.

| | | | |
|-------------------------|--|----------------|----------|
| André G. Fontaine, ing. | Directeur TGV Ingénierie d'avant-projet | (514) 441-3138 | 441-6417 |
| Pierre Goulet | Vice-président exécutif Exploitation | (514) 441-2020 | 441-0827 |
| Pierre MacDonald | Vice-président projets TGV Groupe matériel de transport | (514) 441-2020 | 441-4885 |

CAE ELECTRONICS LTD

| | | | |
|------------------------------|--|----------------|----------|
| Terence J. Kerwin, ing. M.S. | Chef de service commercial Systèmes de contrôle | (514) 340-5386 | 340-5525 |
| Max Rutherford | Senior Vice President Business Development | (514) 340-5465 | 341-7699 |
| Roy Hoffmann | Manager Control Systems R & D | (514) 341-6780 | 340-5571 |

GEC ALSTHOM

| | | | |
|------------------------|---|-----------------|-----------------|
| Henri-Louis Batty | Vice-président Division Transport & Systèmes | (514) 465-9795 | 465-9596 |
| Jean-Claude Raoul | Directeur du Projet TGV Nouvelle génération | (1) 47 44 98 88 | (1) 47 44 90 80 |
| Henri Rollet | Directeur Technologie Division Transport | (1) 47 44 92 15 | (1) 47 44 90 93 |
| Georges Palais | Direction Ingénierie Division Transport | (1) 47 44 95 03 | (1) 47 44 99 49 |
| Olivier de Saint-Albin | Export Manager - North America | (1) 47 44 90 82 | (1) 47 44 91 93 |

HAWKER SIDDELEY CANADA INC.

| | | | |
|-----------------------|---|----------------|----------|
| Robert Bergeron | Vice-président, Directeur général - Direction générale | (514) 255-4041 | 254-7084 |
| Edward Wyse, Eng. MBA | Directeur technologies et services à la production | (514) 255-4041 | 254-7084 |

MANUFACTURIERS

| NOM | TITRE ET DÉPARTEMENT | TÉLÉPHONE | TÉLÉCOPIEUR |
|-----|----------------------|-----------|-------------|
|-----|----------------------|-----------|-------------|

HOVEY INDUSTRIES LTD

| | | | |
|------------------------|-----------|----------------|----------------|
| Byrne Bramwell, P.Eng. | Président | (613) 822-1765 | (613) 822-1556 |
|------------------------|-----------|----------------|----------------|

TECHNOLOGIES MPB INC.

| | | | |
|--------------------------------|--|----------------|----------|
| Fadi E. Chaya, M.Eng., B. Ing. | Cadre Supérieur en développement Ingénieur Division des Communications | (514) 683-1490 | 683-1727 |
| Asoke K. Ghosh, Ph.D | Director Space & Photonics Division | (514) 694-8751 | 695-7492 |

VALDUNES

| | | | |
|------------------|---|-----------------|-----------------|
| Bernard G. Catot | Directeur Qualité Recherche Contrôle | 28 29 61 08 | 28 29 60 17 |
| Pierre Nougaret | Directeur général | (1) 47 67 82 21 | (1) 47 67 88 43 |

CSEE

| | | | |
|-----------------------|---------------------|-------------|-------------|
| Georges Dubot | Directeur général | 64 54 54 54 | 64 48 14 50 |
| Christian Vandeventer | Directeur technique | 64 54 54 54 | 64 54 54 55 |

FAIVELEY

| | | | |
|-----------------------|--------------------------------------|-------------|-----------------------|
| Jean-Claude Gimaray | Directeur des ventes Exportation | 48 13 65 74 | 33 (1) 48 13 66 47 |
| Jean-Jacques Maillard | Directeur Division internationale | 48 13 65 76 | 48 13 66 47 |

CONSULTANTS ET EXPERTS-CONSEILS

| NOM | TITRE ET DÉPARTEMENT | TÉLÉPHONE | TÉLÉCOPIEUR |
|-----|----------------------|-----------|-------------|
|-----|----------------------|-----------|-------------|

COMPAGNIE NATIONALE DE FORAGE ET SONDRAGE (SNC LAVALIN)

| | | | |
|----------------------------|------------------------------------|----------------|----------|
| Henri Madjar, ing. M.Sc.A. | Directeur Division géotechnique | (514) 876-4557 | 393-9540 |
|----------------------------|------------------------------------|----------------|----------|

GÉOPHYSIQUE GPR INTERNATIONAL

| | | | |
|---------------|-----------|----------------|----------|
| France Goupil | Président | (514) 679-2400 | 521-4128 |
|---------------|-----------|----------------|----------|

GEOSURV INC.

| | | | |
|----------------------|-----------|-------------------|-------------------|
| Paul Mrstik, P. Eng. | Président | (613) 820-4545 | (613) 820-9772 |
|----------------------|-----------|-------------------|-------------------|

GIRO

| | | | |
|---------------------------|--|----------|----------|
| Jean-Marc Rousseau, Ph.D. | Président Logiroute Inc. Vice-président GIRO Ent. | 383-0404 | 383-4971 |
|---------------------------|--|----------|----------|

SNC-LAVALIN

| | | | |
|----------------------------|--|----------------|----------|
| Réal L'Archevêque | Vice-président principal Directeur général Technologie | (514) 393-1000 | 866-0795 |
| Pierre Lundahl, Ph. D. | Président - SNC Lavalin Environnement | (514) 866-1000 | 393-9540 |
| Gaétan Boyer, ing., M.Sc.A | Directeur Routes et Transports | (514) 982-3377 | 982-9416 |
| Jacques Lamarre | Président Groupe Transports | (514) 393-1000 | 875-7714 |

TRANSURB

| | | | |
|----------------------|-------------------|----------------|----------|
| Pierre Asselin, ing. | Directeur général | (514) 871-0148 | 397-9750 |
|----------------------|-------------------|----------------|----------|

ORGANISMES GOUVERNEMENTAUX

| NOM | TITRE ET DÉPARTEMENT | TÉLÉPHONE | TÉLÉCO-PIEUR |
|-----|----------------------|-----------|--------------|
|-----|----------------------|-----------|--------------|

GOUVERNEMENT DU CANADA

| | | | |
|---|--|----------------|-------------|
| <u>Industrie et Sciences Canada</u> | | | |
| Daniel Champigny | Chargé de secteur Industries des équipements de transport terrestre | (514) 283-7386 | 283-3302 |
| <u>Bureau fédéral de développement régional</u> (Québec) | | | |
| Diane Bellon | Directrice Transport, Commerce, Finance internationale Région de Montréal | (514) 283-2251 | 283-3302 |
| <u>Ambassade du Canada à Paris</u> | | | |
| Linda Bernard | Attachée au service commercial - Ambassade du Canada à Paris | 44 43 32 00 | 44 43 34 98 |
| Pierre Pichette | Conseiller Affaires commerciales | 44 43 32 00 | 44 43 34 98 |
| <u>Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada</u> | | | |
| A. Léo Derikx, P.Eng. | Directeur général Recherche orientée | (613) 996-1545 | 992-5337 |
| <u>Transports Canada</u> | | | |
| A.E. Pokotylo | Directeur général R-D Politiques et coordination | (613) 991-6029 | 993-8236 |
| <u>Centre de développement des transports</u> | | | |
| William S.C. McLaren | Chef Division technologie courante | (514) 283-0006 | 283-7158 |

ORGANISMES GOUVERNEMENTAUX

| NOM | TITRE ET DÉPARTEMENT | TÉLÉPHONE | TÉLÉCO-PIEUR |
|--|--|----------------|--------------|
| GOUVERNEMENT DU QUÉBEC | | | |
| <u>Ministère des Transports</u> | | | |
| Luc Lefebvre | Conseiller en recherche et développement Service de la recherche et du transfert technologique | (514) 873-8125 | 873-7389 |
| André Meloche | Analyste en transport Direction du transport maritime, aérien et ferroviaire | (418) 643-1772 | 646-6196 |
| Paul-André Fournier | Chef de service Politiques multi-modales | (514) 643-1552 | 646-6196 |
| <u>Ministère des Affaires internationales</u> | | | |
| Luc Bergeron | Adjoint - Affaires économiques Direction générale France | (418) 649-2331 | 649-2654 |
| <u>Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science</u> | | | |
| Julien Baril | Direction de la recherche | (418) 646-4800 | 646-8462 |
| <u>Ministère de l'Industrie, du Commerce et de la Technologie</u> | | | |
| Alain Cloutier | Direction du soutien à la R&D | (514) 499-2161 | 873-4200 |

ORGANISMES GOUVERNEMENTAUX

| NOM | TITRE ET DÉPARTEMENT | TÉLÉPHONE | TÉLÉCOPIEUR |
|-----|----------------------|-----------|-------------|
|-----|----------------------|-----------|-------------|

VILLE DE MONTRÉAL

| | | | |
|---------------------|--|----------------|----------|
| Normand Lucas | Commissaire Transport de surface | (514) 872-6249 | 872-8520 |
| Nicolas Roy, L.L.M. | Assistant-directeur et commissaire général adjoint Commission d'initiative et de développement économiques de Montréal (CIDEM) | (514) 872-4712 | 872-8520 |

GOUVERNEMENT FRANÇAIS

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT, DES TRANSPORTS ET DU TOURISME

| | | | |
|-----------|--|-----------------------|-----------------------|
| Hervé Gay | Ingénieur des Ponts et Chaussées Chef du bureau des affaires internationales Direction des Transports terrestres | (33.1) 40.81.14.21 | (33.1) 40.81.13.92 |
|-----------|--|-----------------------|-----------------------|

FEDERAL RAILROAD ADMINISTRATION (FRA)

| | | | |
|------------------|--------------------------------------|-------------------|--|
| Robert C. Hunter | Director, Office of freight services | (202) 366-9657 | |
|------------------|--------------------------------------|-------------------|--|

GOUVERNEMENT DE L'ONTARIO

| | | | |
|---|-------------------------------|----------------|----------------|
| <u>Industry Trade & Technology</u> Martha Hayter, P.Eng. | Project Officer | (416) 314-8211 | (416) 314-8224 |
| <u>Ministry of Transportation</u> Don Beange | Head, High Speed Rail Section | (416) 395-7225 | (416) 395-5769 |
| Jeffrey Young | | (416) 314-8211 | (416) 314-8224 |

ASSOCIATIONS

| NOM | TITRE ET DÉPARTEMENT | TÉLÉPHONE | TÉLÉCOPIEUR |
|----------------------|---|----------------|----------------|
| Robert H. Ballantyne | Président Railway Association of Canada | (514) 879-8556 | 879-1522 |
| James R. Lundgren | Assistant Vice President Advanced Technology Association of American Railroads | (202) 639-2243 | 639-2285 |
| Joseph Vranich | President & CEO High Speed Rail/Maglev Association | (412) 366-6887 | (412) 369-8698 |
| David A. Watts | Marketing Consultant Transportation Test Center AAR | (719) 584-0547 | (719) 584-0672 |

CONSORTIUM DE RECHERCHE SUR LES TRAINS RAPIDES

Groupe de Travail

Sur les Infrastructures ferroviaires (Géotechnique et Assises des voies ferrées)

PARTICIPANTS

| | | |
|--------------------------------|--|--|
| ▶ École Polytechnique | Jean Demers Jean Lafleur Michel Chouteau | (514) 383-7712 (514) 340-4792 (514) 340-4703 |
| ▶ CIGGT | Chris Boon | (613) 545-2814 |
| ▶ CANAC (CN) | Mario Ruel Frank Scott | (514) 399-4985 |
| ▶ Canarail | Don Gillstrom | (514) 985-0930 |
| ▶ SNC-Lavalin | Gaëtan Boyer Henri Madjar | (514) 982-3377 (514) 876-4557 |
| ▶ Université Laval | Marius Roy | (418) 656-7368 |
| ▶ Geophysics GPR International | France Goupil | (514) 679-2400 |
| ▶ Franki Canada | Réjean Gagné | (514) 933-3675 |

CONSORTIUM DE RECHERCHE SUR LES TRAINS RAPIDES

Groupe de Travail

Matériel roulant

PARTICIPANTS

- | | | | |
|---|-----------------------|---|----------------------------------|
| ▶ | École Polytechnique | Jean Demers François Trochu Raymond Gauvin Henri Yelle | (514) 383-7712 (514) 340-4280 |
| ▶ | Bombardier | André Fontaine | (514) 441-3138 |
| ▶ | VIA Rail Canada | André Gravelle Gary Herman | (514) 871-6142 (514) 871-6449 |
| ▶ | MPB Technologies inc. | Fadi E. Chaya | (514) 683-1490 |
| ▶ | CIGGT | Gordon English | (613) 545-2814 |
| ▶ | CERCA | Wagdi G. Habashi Claude Biron | (514) 369-5202 |
| ▶ | CRIQ | Réjean Crépeau | (514) 383-1550 |
| ▶ | ORTECH | Gordon Mutch | (416) 822-4111#527 |
| | CANADAIR | Fotios Mavriplis | (514) 744-1511 |

ANNEXE B

TABLEAUX SOMMAIRES DES PROJETS DE RECHERCHE

- **Projets de R-D ayant pour but d'améliorer les systèmes existants de transport ferroviaire de passagers (Phase I)**
- **Projets de R-D ayant pour but d'adapter et d'hiverner les systèmes de transport ferroviaire à grande vitesse (Phase II)**

CONSORTIUM DE RECHERCHE - TECHNOLOGIES FERROVIAIRES

TABLEAUX SOMMAIRES DES PROJETS DE RECHERCHE

CONSORTIUM DE RECHERCHE - TECHNOLOGIES FERROVIAIRES

TABLEAU SOMMAIRE DES PROJETS DE RECHERCHE

| DESCRIPTION DU PROJET | PARTENAIRES POTENTIELS | | DURÉE | VALEUR | STATUT | INTÉRÊT |
|-----------------------|------------------------|------------------------------------|-------|--------|--------|---------|
| | INDUSTRIES | EXPERTS ET ORGANISMES DE RECHERCHE | | | | |

AMÉLIORATION DES SYSTÈMES EXISTANTS - PHASE I

| INFRASTRUCTURES EXISTANTES - PHASE 1 | | | | | | |
|--------------------------------------|--|---------------------------------------|--|-------|------------|----|
| 1 | Mise au point de techniques pour réduire les effets du gel dans les assises ferroviaires existantes | CN, CP, MTQ, Via Rail | É. Polytechnique, U. Laval, SNC | 2 ans | 500 000 \$ | DD |
| 2 | Mise au point de techniques pour améliorer les transitions entre les remblais et les structures existantes | CN, CP, SNCF | É. Polytechnique, SNC | 2 ans | 500 000 \$ | DS |
| 3 | Mise au point d'un système automatique et efficace de déneigement des aiguilles sans effets secondaires (tassement différentiel, drainage inadéquat, soft track, gel/dégel) | CN, CP, Hovey Industrie | Canarail, SNC | 2 ans | 400 000 \$ | DS |
| 4 | Mise au point de techniques géophysiques sans contact avec le sol ayant pour objet de déterminer l'état du ballast, des remblais et des discontinuités dans les sols de fondations | CN, CP, | E. Polytechnique, Géophysique GPR, SNC | 2 ans | 565 000 \$ | DD |
| 5 | Étude de l'état du ballast par géoradar et de sa dégradation en fonction des charges pour différents types de ballast | CN, CP, Géophysique GPR International | E. Polytechnique, Géophysique GPR | | | TS |
| 6 | Développement de techniques et de solutions visant à améliorer la qualité des voies permettant des vitesses jusqu'à 200 kmh | CN, CP, VIA | E. Polytechnique, U. Queens | 2 ans | | TS |
| 7 | Développement de nouveaux type d'aiguilles conçues pour les conditions hivernales requérant un minimum d'entretien | CN, CP, Hovey Industrie | E. Polytechnique, CNRC, U. Queens | 3 ans | | TS |

CONSORTIUM DE RECHERCHE - TECHNOLOGIES FERROVIAIRES

TABLEAU SOMMAIRE DES PROJETS DE RECHERCHE

| DESCRIPTION DU PROJET | PARTENAIRES POTENTIELS | | DURÉE | VALEUR | STATUT | INTÉRÊT |
|--|---------------------------|---|-------|------------|--------|---------|
| | INDUSTRIES | EXPERTS ET ORGANISMES DE RECHERCHE | | | | |
| ÉLECTRIFICATION ET SIGNALISATION - PHASE 1 | | | | | | |
| 1 Passages à niveau: démonstration et normalisation d'un système automatique d'arrêt des trains aux passages à niveau | ABB, CN, CP, Via Rail | CIGGT, Centre de recherche sur les transports | | 500 000 \$ | TS | |
| 2 Mise au point d'un système de dégivrage du caténaire (trains de banlieue de Deux-Montagnes) | CN, MTQ | Canac, IREQ, SNC | | 250 000 \$ | TS | |
| MATÉRIEL ROULANT - PHASE 1 | | | | | | |
| 1 Caractérisation des roues | Hawker Siddeley, Valdunes | É. Polytechnique | 2 ans | 400 000 \$ | DD | |
| 2 Développement de locomotive diesel-électrique ou à turbines plus rapides, plus légères pouvant atteindre des vitesses de 200 kmh | VIA | | | | TS | |

CONSORTIUM DE RECHERCHE - TECHNOLOGIES FERROVIAIRES

TABLEAU SOMMAIRE DES PROJETS DE RECHERCHE

| DESCRIPTION DU PROJET | PARTENAIRES POTENTIELS | | DURÉE | VALEUR | STATUT | INTÉRÊT |
|--|--|------------------------------------|---------------------------------|--------|--------------|---------|
| | INDUSTRIES | EXPERTS ET ORGANISMES DE RECHERCHE | | | | |
| ADAPTATION ET HIVERNISATION DES TECHNOLOGIES À HAUTE VITESSE - PHASE II | | | | | | |
| INFRASTRUCTURES FERROVIAIRES NOUVELLES - PHASE II | | | | | | |
| 1 | Développement de solutions pour réduire les effets du gel dans les assises de voies nouvelles à haute vitesse | CN, CP, Via Rail, SNC-Lavalin | É. Polytechnique, U. Laval, SNC | 2 ans | 1 090 000 \$ | DD |
| 2 | Développement de méthodes de construction de voies ferrées à haute vitesse sur des emprises et voies existantes | CN, CP, Via Rail | É. Polytechnique, U. Laval, SNC | 2 ans | 500 000 \$ | TS |
| 3 | Optimisation d'épaisseur de la couche de forme rapportée sur les sols de qualité médiocre par amélioration de ceux-ci aux liants hydrauliques | CN, CP, Via Rail | É. Polytechnique, U. Laval, SNC | | | TS |
| 4 | Conception des transitions entre les structures et les remblais compressibles permettant la circulation à haute vitesse | CN, CP, SNCF | É. Polytechnique, SNC | 2 ans | 500 000 \$ | DS |
| 5 | Étude du comportement mécanique des traverses de béton, des attaches et des coussinets de caoutchouc selon les températures d'opération | CN, CP | É. Polytechnique, SNC | | | TS |
| 6 | Détermination des techniques appropriées de construction des assises des voies ferrées sur des argiles sensibles pour les trains passagers à haute vitesse | CN, CP | U. Laval | | | DS |
| 7 | Développement d'un système efficient et sécuritaire de déneigement des aiguilles à grande vitesse | CN, CP, Hovey Industrie | É. Polytechnique, CANARAIL, SNC | 2 ans | 500 000 \$ | DS |
| 8 | Caractérisation des différentes sources de ballast (type de roche, granulométrie, résistance) | CN, CP | CIGGT, É. Polytechnique, SNC | | | TS |
| 9 | Améliorations des fondations ferroviaires par des ajouts cimentaires (chaux et/ou ciment) | CN, CP, SNCF | U. Laval | | 430 000 \$ | DD |

CONSORTIUM DE RECHERCHE - TECHNOLOGIES FERROVIAIRES

TABLEAU SOMMAIRE DES PROJETS DE RECHERCHE

| DESCRIPTION DU PROJET | PARTENAIRES POTENTIELS | | DURÉE | VALEUR | STATUT | INTÉRÊT |
|--|---|------------------------------------|-----------------------------------|----------|------------|---------|
| | INDUSTRIES | EXPERTS ET ORGANISMES DE RECHERCHE | | | | |
| INFRASTRUCTURES FERROVIAIRES NOUVELLES - PHASE II | | | | | | |
| 10 | Développement et utilisation d'un modèle numérique bi-dimensionnel pour optimiser la conception des infrastructures ferroviaires | CN, CP, SNCF, (Projet EUROBALT) | U. Laval | 1- 2 ans | 300 000 \$ | DS |
| 11 | Méthodologie de reconnaissance en géotechnique pour les projets linéaires | | U. Laval | 2 ans | 354 000 \$ | DS |
| 12 | Contrôle de la qualité (méthodes, mise au point d'équipements de mesure et de contrôle des travaux en infrastructures pour des projets linéaires) | CN, CP, SNC-Lavalin | É. Polytechnique et U. Laval | | | TS |
| 13 | Développement de logiciels et d'outils géomatiques pour le choix des tracés et pour les études d'impacts sur l'environnement et les populations | Géophysique GPR International | Géophysique GPR, SNC | | 371 000 \$ | DD |
| 14 | Développement de nouveaux types d'aiguilles fiables, sécuritaires et conçues pour l'exploitation hivernale et nécessitant peu d'entretien | CN, CP, SNCF | CNRC et Canarail | | | |
| ÉLECTRIFICATION - PHASE II | | | | | | |
| 1 | Analyse des systèmes de fixation des caténaires et de leur sensibilité aux vents latéraux | CN, CP, | É. Polytechnique , CANARAIL , SNC | | | TS |
| 2 | Étude de faisabilité d'un système de récupération d'énergie du freinage des moteurs électriques | CN, CP, | É. Polytechnique , CANARAIL , SNC | | | TS |
| 3 | Développement de solution pour prévenir la formation de glace et de verglas dans le système électrique (caténaire, isolateur) | | IREQ , CANARAIL , SNC | | | TS |
| 4 | Développement d'un modèle d'analyse des contraintes thermiques dans la caténaire | | | | | TS |
| 5 | Adaptation du système d'électrification aux normes et standards canadiens | CN,CP | | | | TS |

CONSORTIUM DE RECHERCHE - TECHNOLOGIES FERROVIAIRES

TABLEAU SOMMAIRE DES PROJETS DE RECHERCHE

| DESCRIPTION DU PROJET | PARTENAIRES POTENTIELS | | DURÉE | VALEUR | STATUT | INTÉRÊT |
|---|--|------------------------------------|-------|--------|--------|---------|
| | INDUSTRIES | EXPERTS ET ORGANISMES DE RECHERCHE | | | | |
| ÉLECTRIFICATION - PHASE II - Développement de modèles d'analyses et de simulation: | | | | | | |
| 6 | Planification et simulation de l'installation physique des équipements et de support de la caténaire | | | | TS | |
| 7 | Planification des réseaux de transport et de distribution électrique: effets du passage du train sur le réseau | | | | TS | |
| SIGNALISATION - PHASE II | | | | | | |
| 1 | Développement d'un système de formation et d'entraînement du personnel et des opérateurs | CN, CP, VIA, CAE | | | TS | |
| 2 | Système de simulation et d'analyse des réseaux de communications ferroviaires. Diagnostic sur le réseau et détection des rails brisés | | | | TS | |
| 3 | Système de contrôle embarqué selon les conditions climatiques d'opérations | | | | TS | |
| 4 | Interface hommes-machines au centre de contrôle et à bord des trains | | | | TS | |
| 5 | Stratégies opérationnelles pour les voies partiellement doublées, assurance de la fiabilité et du niveau de sécurité à maintenir | CN, CP, VIA, | | | TS | |
| INTERFÉRENCE ÉLECTROMAGNÉTIQUE - PHASE II | | | | | | |
| 1 | Électrification et effets électromagnétiques sur les systèmes de contrôles et de signalisation | CN, CP, VIA, | | | TS | |
| 2 | Compatibilité électromagnétique des composantes des trains et des lignes de communication; analyse des inductions et des interférences | | | | TS | |

CONSORTIUM DE RECHERCHE - TECHNOLOGIES FERROVIAIRES

TABLEAU SOMMAIRE DES PROJETS DE RECHERCHE

| DESCRIPTION DU PROJET | PARTENAIRES POTENTIELS | | DURÉE | VALEUR | STATUT | INTÉRÊT |
|---|--|------------------------------------|-------|--------|--------|---------|
| | INDUSTRIES | EXPERTS ET ORGANISMES DE RECHERCHE | | | | |
| ENVIRONNEMENT | | | | | | |
| 1 | Analyses des bruits générés par les trains rapides et développement de mesures de mitigation appropriées | | | | | |
| 2 | Analyse des effets physiologiques des vibrations générées par les trains rapides | | | | | |
| <i>Projets supplémentaires (EXPLOITATION HIVERNALE, VOIES PARTAGÉES, etc)</i> | | | | | | |
| 1 | Recherche de solutions sur le déneigement de la voie par le train | CN, CP | | | TS | |
| 2 | Analyse des opérations sur des voies partagées en région urbaines | CANAC | | | TS | |
| 3 | Sécurité: Intégrité de la réception et de la transmission et validation du système de freinage d'urgence | CANAC | | | TS | |
| 4 | Analyse des vibrations; effets dynamiques sur les structures ferroviaires | SNCF | | | TS | |
| 5 | Vibration: Mesures , atténuation, fréquence, phénomène de résonnance, propagation vs distance sur les structures (ponts, viaducs) et remblais ferroviaires | CN, CP , SNCF | | | DS | |

ANNEXE C

LISTE DES EXPERTISES IDENTIFIÉES

- ▶ **EXPERTISES CANADIENNES**

- ▶ **EXPERTISES AMÉRICAINES**

- ▶ **EXPERTISES EUROPÉENNES**

EXPERTISES CANADIENNES

**LISTE PRÉLIMINAIRE
DES EXPERTISES PERTINENTES
AUX ACTIVITÉS DE RECHERCHE FERROVIAIRE**

Document de travail

Centre de développement technologique (C.D.T.)

REGROUPEMENT DES EXPERTS PAR THÈMES DE RECHERCHE

| | |
|--|---------|
| INFRASTRUCTURES FERROVIAIRES | page 1 |
| Géotechnique | page 1 |
| Étude de sols et stabilité | page 1 |
| Sensibilité au gel et au dégel | page 1 |
| Géophysique | page 4 |
| Géomatique/ Télé-détection | page 4 |
| STRUCTURES (PONTS ET VIADUCS) | page 5 |
| Stabilisation des interfaces sols - structures | page 5 |
| Méthodes et standardisation des structures | page 5 |
| Structures de béton et d'acier | page 6 |
| Comportement au gel et dégel | page 6 |
| VOIES FERRÉES ET MATÉRIEL DE VOIES | page 9 |
| Ballast | page 9 |
| Comportement thermique et dynamique des voies | page 9 |
| Structures de voies | page 9 |
| Traverses en béton | page 10 |
| Aiguillages et fixations des rails | page 11 |
| Durabilité et performance des rails | page 11 |
| ENVIRONNEMENT | page 12 |
| Études d'impacts | page 12 |
| Bruits et vibration | page 12 |

| | |
|---|---------|
| EXPLOITATION HIVERNALE | page 14 |
| Étude et test du matériel ferroviaire fixe et roulant | page 14 |
| Simulation des conditions hivernales | page 14 |
| ÉLECTRIFICATION ET SIGNALISATION ET COMMUNICATION | page 16 |
| Distribution électrique | page 16 |
| Modèles et simulation des réseaux | page 16 |
| Interférences électromagnétiques | page 16 |
| Études sur les systèmes d'alimentation par caténaire | page 17 |
| Système de contrôle des trains | page 17 |
| Informatique embarquée | page 17 |
| Système de communication | page 19 |
| Système de sécurité et de protection des trains | page 19 |
| MATÉRIEL ROULANT ET COMPOSANTES MÉCANIQUES | page 21 |
| Analyses des composantes mécaniques | page 21 |
| Caractérisation des matériaux | page 22 |
| Dynamique des véhicules roulants | page 23 |
| Système de propulsion | page 25 |
| SYSTÈMES D'EXPLOITATION | page 26 |
| Méthodes d'analyse et d'aide à la décision | page 26 |
| Étude de capacité de circulation | page 26 |
| Recherche opérationnelle | page 27 |

**LISTE PRÉLIMINAIRE DES EXPERTISES PERTINENTES
AUX ACTIVITÉS DE RECHERCHE FERROVIAIRE**

| Thèmes et domaines de recherche | Expertises | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises canadiennes, Québec et Ontario) | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises américaines et européennes) |
|--|---|---|---|
| INFRASTRUCTURES FERROVIAIRES | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Géotechnique • Étude de sols et stabilité • Sensibilité au gel et au dégel | <ul style="list-style-type: none"> - Comportement des sols gelés, pergélisol, géotechnique nordique, influence du gel sur les infrastructures de transport - Application des géosynthétiques en drainage et en imperméabilisation, filtration sous charges dynamiques, nouveaux matériaux routiers, isolants thermiques, suivi de comportement d'ouvrages <i>in situ</i> - Comportement des argiles sensibles, remblais sur sols compressibles, stabilité des talus, fondations superficielles et profondes, interaction sol-structure - Caractérisation géostatistique des sites, modélisation numérique des phénomènes de conductivité thermique et hydraulique | <p>Groupe de recherche en géotechnique</p> <p>MM. Branko Ladanyi* Jean Lafleur** André Rollin** Jacek Mlynarek** Vincenzo Silvestri Michel Soulié</p> <p>Tél.: (514) 340-4792 Fax.: (514) 340-5841</p> <p>* CINEP: Centre d'ingénierie nordique</p> <p>** GEOSEP: Groupe de recherche en géosynthétiques</p> <p align="right">École Polytechnique de Montréal</p> | |

| Thèmes et domaines de recherche | Expertises | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises canadiennes, Québec et Ontario) | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises américaines et européennes) |
|---------------------------------|---|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Recherche sur les problèmes de drainage des sols - Consultation et équipements de test et de laboratoire pour les études de drainage et d'amélioration des sols au Canada et à l'étranger | <p>Centre for Drainage Studies</p> <p>Dr. Robert S. Broughton</p> <p>Tél.: (514) 398-7780</p> <p style="text-align: right;">Université McGill</p> | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Mécanisme de formation de la glace dans les sols - Transport dans un milieu poreux sous différentes températures - Interaction véhicule-sol - Étude des argiles sous de hautes pressions | <p>Geotechnical Research Centre</p> <p>Dr. Raymond Young</p> <p>Tél.: (514) 398-6672</p> <p>Fax: (514) 398-7361</p> <p style="text-align: right;">Université McGill</p> | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Étude des sols gélifs et drainage des sols | <p>MM. R. Hass, L. Rothenburg E.L. Matyas J.C. Santamarina</p> <p>Tél.: (519) 885-1211</p> <p style="text-align: right;">Université de Waterloo</p> | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Mécanique des argiles et des sols pulvérulents - Géotechnique environnementale - Géotechnique des régions froides - Géotechnique routière | <p>Groupe de recherche en géotechnique</p> <p>MM. Jean-Marc Konrad Serge Le Roueil Pierre Larochelle Marius Roy</p> <p>Tél.: (418) 656-7368</p> <p style="text-align: right;">Université Laval</p> | |

| Thèmes et domaines de recherche | Expertises | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises canadiennes, Québec et Ontario) | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises américaines et européennes) |
|---------------------------------|--|---|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Gel et dégel - Argile sensible, géotextile - Géostatistique | <p>M. Guy Lefebvre</p> <p>Tél.: (819) 821-7107 Fax: (819) 821-7974</p> <p>Université de Sherbrooke</p> | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Levées de stabilité des argiles molles - Dynamique des sols - Effets des tremblements de terre sur des argiles molles | <p>M. K. Tim Law</p> <p>Tél.: (613) 788-2600, poste 7474</p> <p>Université Carleton</p> | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Effets dynamiques dus au gel et au dégel des sols | | <p>MM. Michel Frémont Dominique Burgunder</p> <p>LCPC - Paris France</p> |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Effets dynamiques dus au gel et au dégel des sols | | <p>Dr. Kennet Axelsson</p> <p>s-951 87 Luleå, Sweden Tél.: +46 920 91 357</p> <p>Division of Soil Mechanics Sweden</p> |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Propriétés thermiques des sols - Effets dynamiques dus au gel et au dégel des sols - Isolation thermique des levées de terre | <p>Institute for Research in Construction</p> <p>Dr. Laurel E. Goodrich</p> <p>Tél.: (613) 993-3797</p> <p>Conseil national de recherches, Canada</p> | |

| Thèmes et domaines de recherche | Expertises | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises canadiennes, Québec et Ontario) | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises américaines et européennes) |
|---|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ● Géophysique | <ul style="list-style-type: none"> - Géo-radar | MM. Michel Chouteau P. Fullagar Tél.: (514) 340-4703 École Polytechnique de Montréal | (J. Daniels) Ohio State University (G. Olhoef) USGS |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Géo-radar | M. Jean Pilon Commission géologique du Canada M. P. Annan Université de Waterloo | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Géo-tomographie | MM. Michel Chouteau P. Fullagar Tél.: (514) 340-4703 École Polytechnique de Montréal | BRGM (France) |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Géo-tomographie | MM. D. Oldenburg R. Ellis University of British Columbia | B. Becker Berkeley (USA) Stanford, USA USGS |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Géomatique/ Télédétection | | | |

| Thèmes et domaines de recherche | Expertises | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises canadiennes, Québec et Ontario) | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises américaines et européennes) |
|--|------------|--|---|
| | | | |
| STRUCTURES (PONTS ET VIADUCS) | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Stabilisation des interfaces sols - structures • Méthodes et standardisation des structures | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Méthodes et conception des interfaces sols - structures | | <p>M. E. Evgin Tél.: 613-564-3278</p> <p>M. K. Fakharian Tél.: 613-564-3432</p> <p style="text-align: center;">Université d'Ottawa</p> | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Interactions, sols/structures | | <p>Faculty of Science and Engineering</p> <p>Prof. Milos Novak</p> <p style="text-align: center;">Université Western Ontario</p> | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Interactions, sols/structures | | <p>Department of Civil Engineering</p> <p>Prof. R. Mitchell</p> <p style="text-align: center;">Université Queen's</p> | |

| Thèmes et domaines de recherche | Expertises | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises canadiennes, Québec et Ontario) | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises américaines et européennes) |
|--|---|---|---|
| | - Interactions, sols/structures | M. K. Time Law Tél.: (613) 788-2600, poste 7474 Université Carleton | |
| | - Interactions, sols/structures | Dr. P. Selvadurai McGill University | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Structures de béton et d'acier • Comportement au gel et dégel | - Conception de structures innovatrices en matériaux composites de béton | Groupe de recherche sur les matériaux composites en génie civil M. Kenneth W. Neale Tél.: (819) 821-7752 Fax: (819) 821-7974 Université de Sherbrooke | |
| | - Étude de la fabrication des bétons à haute performance - Analyse des problèmes de construction de grandes structures | High Performance Concrete Dr. Dennis Mitchell Tél.: (514) 398-6859 Université McGill | |

| Thèmes et domaines de recherche | Expertises | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises canadiennes, Québec et Ontario) | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises américaines et européennes) |
|---------------------------------|---|---|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Étude et applications des bétons à haute performance - Applications de produits minéraux complexes et d'adjuvants chimiques | <p>GRÉBUS (Groupe de recherche et d'études sur le béton)</p> <p>M. Pierre-Claude Aïtcin</p> <p>Tél.: (819) 821-7771 Fax: (819) 821-7974</p> <p>Université de Sherbrooke</p> | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Structures de béton | <p>M. T.I. Campbell</p> <p>Tél.: (613) 545-2141</p> <p>Université Queen's</p> | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Développement de norme canadienne des ponts béton / acier - Structure acier/béton, évaluation et renforcements des ponts béton et acier - Développement des bétons fibres - Dynamique des ponts sous les charges | <p>M. Bruno Massicotte</p> <p>M. Jules Houde</p> <p>M. Mario Fafard</p> <p>École Polytechnique de Montréal</p> | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Surveillance de condition des ponts en acier | | <p>Dr. Davies</p> <p>University of Wales, Cardiff</p> |

| Thèmes et domaines de recherche | Expertises | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises canadiennes, Québec et Ontario) | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises américaines et européennes) |
|---------------------------------|--|--|---|
| | - Performance et propriétés des bétons | Institute for Research in Construction Dr. J.J. Beaudoin Conseil national de recherches, Canada | |

| Thèmes et domaines de recherche | Expertises | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises canadiennes, Québec et Ontario) | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises américaines et européennes) |
|--|--|---|---|
| VOIES FERRÉES ET MATÉRIEL DE VOIES | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Ballast | <ul style="list-style-type: none"> - Études sur la dynamique des milieux poreux et fissurés; préparation du terrain, fondation et construction d'un remblai | <p>M. Denis Leboeuf Tél.: (514) 289-8800</p> <p style="text-align: center;">École de Technologie Supérieure (ETS)</p> | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Études de caractérisation sur le ballast | <p>CIGGT M. C.J. Boon Tél.: (613) 634-3030</p> <p style="text-align: center;">Université Queen's</p> | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Comportement thermique et dynamique des voies ● Structures de voies | <ul style="list-style-type: none"> - Entretien et conception de structures de voies | <p>M. G.P. Raymond Tél.: (613) 545-2131</p> <p style="text-align: center;">Université Queen's</p> | |

| Thèmes et domaines de recherche | Expertises | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises canadiennes, Québec et Ontario) | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises américaines et européennes) |
|--|---|---|---|
| | - Structures de voies et géosynthétiques | M. R. Bathurst Z. Cai Tél.: (613) 541-6391 Royal Military College | |
| | - Conception de structures de voies | M. A.N. Sherbourne Université de Waterloo | |
| | - Applications de matériaux géosynthétiques | Centre for Geosynthetics Dr. Guentheb Bauer Tél.: (613) 778-2600, poste 5784 Fax: (613) 778-3951 Université Carleton | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Traverses en béton | | | |

| Thèmes et domaines de recherche | Expertises | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises canadiennes, Québec et Ontario) | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises américaines et européennes) |
|---|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Aiguillages et fixations des rails • Durabilité et performance des rails | <ul style="list-style-type: none"> - Usure, taux de dégradation, lubrification et optimisation des rails | <p>Laboratoire de tribologie et de mécanique Institut de recherche sur les machines</p> <p>Dr. J. Kalousek</p> <p>6620 North West Marine Drive Vancouver (Colombie Britannique) V6T 1Z4</p> <p>Conseil national de recherches, Canada</p> | |

| Thèmes et domaines de recherche | Expertises | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises canadiennes, Québec et Ontario) | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises américaines et européennes) |
|---|--|--|---|
| ENVIRONNEMENT | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Études d'impacts | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Bruits et vibration | | | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Contrôle du bruit; caractérisation des sources de bruit et effets sur les structures environnantes | <p>M. Frédéric Laville Tél.: (514) 289-8800</p> <p style="text-align: center;">École de Technologie Supérieure (ETS)</p> | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Caractérisation des matériaux acoustiques et antivibratoires - Propagation du son: <ul style="list-style-type: none"> -effet de sol -absorption, transmission, amortissement | <p>Groupe d'acoustique et vibrations</p> <p>M. Jean Nicolas Tél.: (819) 821-7157 Fax: (819) 821-7163</p> <p style="text-align: center;">Université de Sherbrooke</p> | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Transmission et susceptibilité des édifices et structures | <p>Institute for Research in Construction</p> <p>Dr. G. Pernica Tél.: (613) 993-9750</p> <p style="text-align: center;">Conseil national de recherches, Canada</p> | |

| Thèmes et domaines de recherche | Expertises | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises canadiennes, Québec et Ontario) | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises américaines et européennes) |
|---------------------------------|--|---|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Analyse de propriétés structurelles des pavées multicouches - Propagation de vagues - Mensuration de vibrations <i>in situ</i> - Analyse des données des signaux dynamiques | <p>Institute for Research in Construction</p> <p>Dr. H.O. Al-Hundaidi</p> <p>Tél.: (613) 993-9720</p> <p>Conseil national de recherches, Canada</p> | |

| Thèmes et domaines de recherche | Expertises | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises canadiennes, Québec et Ontario) | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises américaines et européennes) |
|---|--|--|---|
| EXPLOITATION HIVERNALE | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> Étude et test du matériel ferroviaire fixe et roulant | <ul style="list-style-type: none"> Étude de formation de givre et de verglas sur les structures Modélisation numérique de la formation de givre Évaluation du comportement des produits dégivrants et antigivre pour le matériel de transport aéronautique | <p>GRIEA (Groupe de recherche en ingénierie de l'environnement atmosphérique)</p> <p>MM. Masoud Farzaneth Jean-Louis Laforte Tél.: (418) 545-5045</p> <p>Université du Québec à Chicoutimi</p> | |
| <ul style="list-style-type: none"> Simulation des conditions hivernales | <ul style="list-style-type: none"> modélisation de la formation de glace et accumulation de neige sur des parois et composantes mécaniques; modélisation de l'interaction de l'écoulement d'air externe avec une couche liquide de dégivrant; résolution numérique des écoulements dans le cadre de ces modélisations dans des conditions et configurations appropriées | <p>CERCA (Centre de recherche en calcul appliqué)</p> <p>M. Ricardo Camarero</p> <p>Tél.: (514) 369-5207 Fax: (514) 369-3880</p> <p>École Polytechnique de Montréal, Université McGill, Université de Montréal, Université Concordia</p> | |

| Thèmes et domaines de recherche | Expertises | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises canadiennes, Québec et Ontario) | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises américaines et européennes) |
|---------------------------------|---|---|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Expériences à l'échelle réelle et réduite sur l'ingestion de neige et de glace dans les moteurs - Simulation numérique de l'ingestion de la neige et de glace dans les moteurs - modélisation et expériences sous conditions de neige et de froid | <p>Programme de génie thermique et des régions froides</p> <p>Dr. M.M. Oleskiw Dr. S. Beale</p> <p>Tél.: (613) 993-2371</p> | |

| Thèmes et domaines de recherche | Expertises | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises canadiennes, Québec et Ontario) | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises américaines et européennes) |
|--|---|---|---|
| ÉLECTRIFICATION ET SIGNALISATION ET COMMUNICATION | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Distribution électrique ● Modèles et simulation des réseaux | <ul style="list-style-type: none"> - Techniques de modulation et de commande des convertisseurs de puissances - Amélioration du rendement par convertisseurs de puissance | <p>Laboratoire de recherche en électronique de puissance et entraînements électriques</p> <p>M. Geza Joos</p> <p>Tél.: (514) 848-3080 Fax: (514) 848-2802</p> <p>Étude et modélisation des effets électromagnétiques</p> <p>M. S.J. Kubina</p> <p style="text-align: right;">Université Concordia</p> | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Interférences électromagnétiques | <ul style="list-style-type: none"> - Interférences électromagnétiques | <p>MM. E. Pietru G. Gostache</p> <p>Tél.: (613) 564-2495</p> <p style="text-align: right;">Université d'Ottawa</p> | |

| Thèmes et domaines de recherche | Expertises | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises canadiennes, Québec et Ontario) | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises américaines et européennes) |
|--|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ● Études sur les systèmes d'alimentation par caténaire | <ul style="list-style-type: none"> - Analyse et recherche opérationnelle de systèmes électriques | CIGGT M. G.W. English Tél.: (613) 634-3030 Université Queen's | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Simulation du givrage sur les lignes de transports d'énergie et mesure du givrage | M. Pierre McComber Tél.: (514) 289-8800 École de Technologie Supérieure (ETS) | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Conception de systèmes de caténares électriques | M. R. Hackham Tél.: (519) 253-4232 Université Windsor | |
| <ul style="list-style-type: none"> ● Système de contrôle des trains ● Informatique embarquée | <ul style="list-style-type: none"> - Système de contrôle automatique des trains | M. H. Mouftah Tél.: (613) 545-2934 Université Queen's | |

| Thèmes et domaines de recherche | Expertises | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises canadiennes, Québec et Ontario) | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises américaines et européennes) |
|---------------------------------|---|---|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Conception et application des systèmes de contrôle par micro-processeurs à différentes applications mécaniques, de transport, machines-outils, système de combustion et hydraulique | <p>Centre for Industrial Control</p> <p>Dr. R.M. Cheng</p> <p>Tél.: (514) 848-3135</p> <p>Fax: 514-848-3132</p> <p style="text-align: right;">Université Concordia</p> | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Conception et mise au point de techniques de vision industrielle - Modélisation et commande de systèmes de robotique | <p>GRPR (Groupe de recherche en perception et robotique)</p> <p>M. P. Cohen</p> <p>Tél.: (514) 340-4549</p> <p>Fax: 340-3240</p> <p>Membres associés: M. J.C. Piedboeuf (RMC-Kingston), M. Pierre Boulanger (CNRC-Ottawa)</p> <p style="text-align: right;">École Polytechnique de Montréal</p> | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Développement de capteurs intelligents et micro-capteurs résistants aux intempéries; micro-actuateurs; senseurs et d'actuateurs en couches minces | <p>LISA (Laboratoire pour l'intégration des senseurs et des actuateurs)</p> <p>M. J.F. Currie</p> <p>Tél.: (514) 340-3707</p> <p style="text-align: right;">École Polytechnique de Montréal</p> | |

| Thèmes et domaines de recherche | Expertises | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises canadiennes, Québec et Ontario) | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises américaines et européennes) |
|---|--|---|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Centre de recherche et développement et de transfert en technologie de l'information | CRIM (Centre de recherche informatique de Montréal) Dr. Monique Lefebvre Tél.: (514) 340-5700 Fax: (514) 340-5777 | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Système de communication • Système de sécurité et de protection des trains | <ul style="list-style-type: none"> - Communications et systèmes par micro- ondes | M. J.S. Wight Tél.: (613) 788-5754 Université Carleton | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Systèmes de communication et électromagnétisme | MM. Noël Boutin Sarto Morissette Bernard Béland Jean-Pierre Adoul Université de Sherbrooke | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Conception de circuits intégrés et de système de communications micro-ondes | M. F.M Ghannouchi Tél.: (514) 340-4091 École Polytechnique de Montréal | |

| Thèmes et domaines de recherche | Expertises | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises canadiennes, Québec et Ontario) | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises américaines et européennes) |
|---------------------------------|--|---|---|
| | - Système de contrôle de détection de rail brisé | M. J. Jiang Tél.: (519) 679-2111 Université Western Ontario | |

| Thèmes et domaines de recherche | Expertises | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises canadiennes, Québec et Ontario) | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises américaines et européennes) | |
|---|------------|--|---|--|
| MATÉRIEL ROULANT ET COMPOSANTES MÉCANIQUES | | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> Analyses des composantes mécaniques | | | | |
| | | <ul style="list-style-type: none"> Recherche et test: <ul style="list-style-type: none"> -fatigue et fluage, analyse des contraintes dans les structures -techniques expérimentales d'analyse des contraintes et développement de capteurs | <p>GACM (Groupe d'analyse des composants mécaniques)</p> <p>M. T. Bui-Quoc</p> <p>Tél.: (514) 340-4859 Fax: (514) 340-4176</p> <p>École Polytechnique de Montréal</p> | |
| | | <ul style="list-style-type: none"> Études des interactions céramique-métal Modélisation mathématique de procédés de traitement des métaux solides et liquides Contrôle de procédés et d'acquisition de données sur la qualité des métaux produits | <p>Mc Gill Metals Processing Centre</p> <p>Dr. Roderick I.L. Guthrie</p> <p>Tél.: (514) 398-4364 Fax: (514) 398-4492</p> <p>Université Mc Gill</p> | |

| Thèmes et domaines de recherche | Expertises | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises canadiennes, Québec et Ontario) | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises américaines et européennes) |
|---------------------------------|------------|---|---|
|---------------------------------|------------|---|---|

• **Caractérisation des matériaux**

| | | |
|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> - Développement de méthodes de caractérisation microscopique des matériaux - Ingénierie des matériaux et contrôle des procédés | <p>(CM)² (Centre de caractérisation microscopique des matériaux)</p> <p>M. G. L'Espérance</p> <p>Tél.: 514-340-4163 Fax: 340-4468</p> <p style="text-align: right;">École Polytechnique de Montréal</p> | |
| <ul style="list-style-type: none"> - Développement de procédés pour la fabrication des composites; composites adaptés aux exigences de performance - Caractérisation mécanique, microscopiques et physico-chimique des polymères et des composites - Analyse des structures en composites | <p>CRASP (Centre de recherche appliquée sur les polymères)</p> <p>MM. R.Gauvin F.Trochu</p> <p>Tél.: (514) 340-4588 Fax: (514) 340-5867</p> <p style="text-align: right;">École Polytechnique de Montréal</p> | |

| Thèmes et domaines de recherche | Expertises | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises canadiennes, Québec et Ontario) | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises américaines et européennes) |
|--|---|--|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Caractérisation des matériaux et études des propriétés physiques - Coopération avec l'IREQ et l'Institut des matériaux industriels (NRC-IMI) | <p>CPM (Centre for the physics of the materials)</p> <p>M.J. Zuckermann</p> <p>Tél.: (514) 398-6524 Fax: (514) 398-8434</p> <p style="text-align: right;">Université Mc Gill</p> | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Étude des technologies des polymères et des plastiques: <ul style="list-style-type: none"> -méthodes de formage des plastiques -propriété des matériaux plastiques -contrôle des procédés de fabrication | <p>Polymer McGill</p> <p>Dr. A. Eisenberg</p> <p>Tél.: (514) 398-6934 Fax: (514) 398-3797</p> <p style="text-align: right;">Université Mc Gill</p> | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Dynamique des véhicules roulants | <ul style="list-style-type: none"> - Centre d'expertise dans l'analyse des véhicules: <ul style="list-style-type: none"> -tests en laboratoire et sur le terrain pour optimiser et développer des véhicules de transport -développement de solutions informatique | <p>CONCAVE (Concordia Computer Aided Vehicle Engineering)</p> <p>Dr. S. Sankar</p> <p>Tél.: (514) 848-2424</p> <p style="text-align: right;">Université Concordia</p> | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Modélisation et simulation du comportement dynamique des véhicules roulants | <p>Dr. Ronald Anderson</p> <p>Tél.: (613) 545-2565</p> <p style="text-align: right;">Université Queen's</p> | |

| Thèmes et domaines de recherche | Expertises | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises canadiennes, Québec et Ontario) | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises américaines et européennes) |
|---------------------------------|---|---|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Conception et analyse des contraintes des structures des véhicules | CIGGT M. W.F. Hayes Tél.: (613) 745-7812 Université Queen's | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Système de suspension active | M. K. Goheen Tél.: (613) 788-5697 Université Carleton | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Étude en lubrification - Usure des roues et des rails; Méthodes de meulage des rails - Étude d'optimisation des profils de roues et des rails; optimisation du système rail/roue/freinage | Institut pour la recherche des machineries (6620 North West Marine Drive, Vancouver, B.C.) Dr. Joe Kalousek Conseil national de la recherche | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Usure des matériaux - Lubrification à basse température | Dr. Henri Yelle Tél.: 514-340-4589 École Polytechnique de Montréal | |

| Thèmes et domaines de recherche | Expertises | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises canadiennes, Québec et Ontario) | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises américaines et européennes) |
|---|--|---|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> - Expertise en tribologie: rationalisation du design afin de réduire les coûts d'entretien du matériel; prévention de la défaillance - Analyse de fatigue, fluage et usure des pièces | Laboratoire de caractérisation micromécaniques des matériaux M. Normand Marchand Tél.: (514) 340-4149 École Polytechnique | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Conception de bogies - Dynamique des véhicules roulants | Dr. Waguih Elmaraghy Tél.: (519) 661-3121 Université Western Ontario | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Système de propulsion | <ul style="list-style-type: none"> - Conception assistée par ordinateur des systèmes électroniques de puissance et électrothermiques - Mise au point de capteurs ultrasonores et des systèmes de mesure | Groupe de recherche en électronique industrielle Prof. Venkatachari Rajagopalan Tél.: (819) 376-5071, poste 3912 Fax: (819) 376-5152 Université du Québec à Trois-Rivières | |
| | <ul style="list-style-type: none"> - Système de propulsion et distribution de systèmes électriques | Queen's M. G.E. Dawson Tél.: (613) 545-2939 Université Queen's | |

| Thèmes et domaines de recherche | Expertises | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises canadiennes, Québec et Ontario) | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises américaines et européennes) |
|---------------------------------|---|--|---|
| | - Système de répartition de puissance | M. V.I. John Tél.: (613) 545-2961 Université Queen's | |
| | - Dynamique des véhicules roulants: - conception et analyse des bogies à haute vitesse / performance | M. Roy E. Smith 823 Overlea Court Kingston (Ontario) K7M 6Z8 Resco Engineering Ltd | |

| Thèmes et domaines de recherche | Expertises | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises canadiennes, Québec et Ontario) | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises américaines et européennes) |
|--|--|--|---|
| SYSTÈMES D'EXPLOITATION | | | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Méthodes d'analyse et d'aide à la décision | <ul style="list-style-type: none"> - Développement de méthodes pour la résolution de problèmes complexes de prise de décisions en gestion de la production et en logistique - Développement de logiciels pour l'optimisation des horaires de trains, les cédules de maintenance et les horaires d'équipages - Étude de l'impact énergétique et environnemental des choix technologiques | <p>GERAD (Groupe d'études et de recherche en analyse des décisions)</p> <p>M. François Soumis, Ph.D</p> <p>Tél.: (514) 340-6044 Fax: (514) 340-5665</p> <p>École des Hautes Études Commerciales (HEC), École Polytechnique de Mtl, Université McGill</p> | |
| <ul style="list-style-type: none"> • Étude de capacité de circulation | <ul style="list-style-type: none"> - Analyse de performance des systèmes ferroviaires à très grand vitesse - capacité et circulation - analyse de technologie face aux exigences | <p>Canadian Institute for Guided Ground Transport</p> <p>M. Gordon English</p> <p>St-Lawrence Building Kingston (Ontario) K7L 3N6</p> <p>Queen's University</p> | |

| Thèmes et domaines de recherche | Expertises | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises canadiennes, Québec et Ontario) | Établissement, Centre et Groupe de recherche (Expertises américaines et européennes) |
|---|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ● Recherche opérationelle | <ul style="list-style-type: none"> - Recherche et développement de méthodes d'analyse quantitative pour la planification et la gestion de systèmes de transport - Développement de logiciels d'analyse et de prévision et planification de demande | <p>CRT (Centre de recherche sur les Transports)</p> <p>M. T.G.Crainic</p> <p>Tél.: (514) 343-7575 Fax: (514) 343-7121</p> <p style="text-align: center;">Université de Montréal, École des Hautes Études Commerciales (HEC), École Polytechnique de Mtl</p> | |

EXPERTISES AMÉRICAINES

**CONSORTIUM DE RECHERCHE EN TECHNOLOGIES
FERROVIAIRES**

EXPERTISE AMÉRICAINE

LISTE PRÉLIMINAIRE

A VALIDER

| Thèmes et domaines de recherche | Expertises | Universités et groupe de recherche (Expertise canadiennes, Québec et Ontario) | Universités et groupe de recherche (Expertise américaines et européennes) | Codes de classification A ignorer pour la lecture du tableau | | | |
|---------------------------------|--|--|--|---|--|--|--|
| | | | Expertise Américaine | | | | |
| | <p>-Analyse et planification de système de transport passager intercity;</p> <p>-Recherche operationnelle et étude de la demande</p> <p>-Etude et sélection d'équipement de transport; sécurité et fiabilité</p> <p>-Analyse des systèmes ferroviaires à haute vitesse</p> | | <p>Carnegie Mellon Research Institute Dr Richard Uher, Director 4400 Fifth Avenue Pittsburg, PA 15213-2683 412-268-2960</p> | | | | |
| | | | <p>M.I.T. Patrick Little 77, Massachusetts Avenue RM 1-380, Centre for Transportation Cambridge, MA 02139</p> | | | | |
| | | | <p>Northeastern University Julie H. Hertenstein 404 Hayden Hall Boston, MA 02115 617/373-4711</p> | | | | |
| | | | <p>Northwestern University The Transportation Center Aaron J. Gellman 1936, Sheridan Road Evanston, IL 60208-4040 708/491-7286</p> | | | | |

| Thèmes et domaines de recherche | Expertises | Universités et groupe de recherche (Expertise canadiennes, Québec et Ontario) | Universités et groupe de recherche (Expertise américaines et européennes) | Codes de classification A ignorer pour la lecture du tableau | | | |
|---------------------------------|------------|--|---|---|--|--|--|
| | | | Ohio State University Bernard J. Lalonde College of Business 1775 College Road Columbus , OH 43210 | | | | |
| | | | Pennsylvania State University David N. Wormley 101 Hammond Building University Park , PA 16802 814/865-7537 | | | | |
| | | | Princeton University Alain L. Kornhauser E-319 Engineer Quad Princeton NJ 08540 609/258-4657 | | | | |
| | | | Texas Transportation Institute William J. Harris Jr. Texas A&M University 801D CE/TTI Building College Station, TX 77843-3135 409/845-3635 | | | | |
| | | | University of Delaware Arnold D. Kerr Dept of Civil Engineering Newark, DE 19716 302/831-2756 | | | | |

| Thèmes et domaines de recherche | Expertises | Universités et groupe de recherche (Expertise canadiennes, Québec et Ontario) | Universités et groupe de recherche (Expertise américaines et européennes) | Codes de classification A ignorer pour la lecture du tableau | | | |
|---------------------------------|------------|--|---|---|--|--|--|
| | | | University of Illinois Ernest J. Barenberg 205, N. Mathews Urbana, IL 61801 217/333-6252 | | | | |
| | | | University of Massachusetts Ernest T. Selig Dept of Civil Engineering 28 Marston Hall Amherst, MA 01003 413/545-2862 | | | | |
| | | | University of Pennsylvania Edwin R. Kraft 3817, Spruce Street Box 209 Philadelphia, PA 19104-6101 215/573-7556 | | | | |
| | | | University of Pennsylvania Susan Hollowell Decision Sciences Dept The Wharton School Philadelphia, PA 19104-6366 | | | | |
| | | | University of Tennessee Ray A. Mundy 320 Stokley Mgt Center Knoxville, TN 37916 615/974-5311 | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| Thèmes et domaines de recherche | Expertises | Universités et groupe de recherche (Expertise canadiennes, Québec et Ontario) | Universités et groupe de recherche (Expertise américaines et européennes) | Codes de classification A ignorer pour la lecture du tableau | | |
|---------------------------------|------------|--|--|---|--|--|
| | | | Centre de recherche Américain | | | |
| | | | Argonne National Laboratory John M. Kramer 9700 S. Cass Avenue Argonne, IL 60439 708/252-4583 | | | |
| | | | IIT Research Institute Charles E. Radgowski 10 West 35th Street Chicago, IL 60616 312/567-4459 | | | |
| | | | Oak Ridge National Laboratory John E. Jones Jr. P.O. Box 2009 Bldg 9201-3, MS 8063 Oak Ridge, TN 37831-8063 615/574-0355 | | | |
| | | | Sandia National Laboratories Charles F. Gibbon P.O. Box 5800 Albuquerque, NM 87185-5800 505/844-9173 | | | |
| | | | Southwest Research Institute Vernon Markworth 6220 Culebra Bldg 151 P.O. Drawer 28510 San Antonio, TX 78228-0510 210/522-2617 | | | |

| Thèmes et domaines de recherche | Expertises | Universités et groupe de recherche (Expertise canadiennes, Québec et Ontario) | Universités et groupe de recherche (Expertise américaines et européennes) | Codes de classification A ignorer pour la lecture du tableau | | | |
|---------------------------------|---------------------|--|---|---|--|--|--|
| | Stabilité des voies | | U.S. DOT/Volpe Center Andrew Kish Kendall Square Cambridge, MA 02142 617/494-2794 | | | | |
| | | | Volpe Nat'l Trans Systems Ctr Ronald J. Madigan 55, Broadway Kendall Square Cambridge, MA 02142 617/494-2488 | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | Centre de test | | | | |
| | | | Transportation test center Pueblo, Colorado | | | | |
| | | | Chicago test center Al Kinshinl Sani Calay | | | | |

List of Research and Development Contacts

Reports and General Information

Gracie C. Carter
Program Analyst, RDV-30
Office of Research and Development
400 7th Street, SW (Room 5420a)
Washington, D.C. 20590
Phone: 202-366-0455

Track, Structures, and Train Control Program

William R. Paxton, Chief
Track Research Division, RDV-31
Office of Research and Development
400 7th Street, SW (Room 5420a)
Washington, D.C. 20590
Phone: 202-366-0465

Equipment, Operations, and Hazardous Materials Program

Claire L. Orth, Chief
Equipment and Operation Practices
Research Division, RDV-32
Office of Research and Development
400 7th Street, SW (Room 5420a)
Washington, D.C. 20590
Phone: 202-366-0469

High Speed Guided Ground Transportation Safety Program

Arne J. Bang
Manager Special Programs, RDV-30
Office of Research and Development
400 7th Street, SW (Room 5420a)
Washington, D.C. 20590
Phone: 202-366-0457

National Maglev Initiative Program

John T. Harding, Chief Scientist
National Maglev Initiative
Project Office, RDV-7
400 7th Street, SW (Room 5106)
Washington, D.C. 20590
Phone: 202-366-6144

EXPERTISES EUROPÉENNES

**LISTE D'ORGANISMES AVEC LESQUELS SONT TRAITÉ DES THÈMES DE R ET D
DE LA DIRECTION DE L'ÉQUIPEMENT DE LA SNCF**

| ORGANISMES | THEME | Autres organismes ou sociétés associés |
|--|--|---|
| I.R.I.G.M. (1) | Interprétation géologique de sondages et de campagnes sismiques profondes, géologie structurale et géothermie pour le projet de tunnel de base transalpin (ligne Lyon-Turin) | Université de Savoie Laboratoire de géodynamique CHAMBERY |
| I.R.I.G.M. (1) | Influence de la position de la nappe phréatique sur les phénomènes de remontées de fines dans les structures d'assises de la voie | |
| École Nationale Supérieure de Géologie | Sensibilité au gonflement et comportement aux terrassements de la formation des "Schistes Carton" (Torcien) | Institut National Polytechnique de Lorraine-Nancy |
| École Nationale Supérieure d'Hydraulique de Grenoble | Transports solide dans le lit des cours d'eau | |
| I.N.P.G. (2) | Méthodologie et principes de dimensionnement hydraulique des ouvrages de franchissement des petits bassins versants en climat méditerranéen | I.S.I.M (3) |
| S.N.C.F. Chef de Projet | EUROBALT | Deutch-Bahn British Railways (4) M.A.N (Allemagne) Pandrol (Grande-Bretagne) Stedef (France) Technische Universität Berlin (Allemagne) (5) Ecole de Ponts et Chaussées de l'INREST (France) |

(1) IRIGM : Institut de Recherches Interdisciplinaires de Géologie et de Mécanique-Université

(2) INPG: Institut National Polytechnique de Grenoble

(3) ISIM: Institut des Sciences de l'Ingénieur de Montpellier

(4) Industriels

(5) Universitaires

Joseph Fourier - Grenoble I

**LISTE D'ORGANISMES AVEC LESQUELS SONT TRAITÉS DES THÈMES DE R ET D
DE LA DIRECTION DU MATÉRIEL DE LA SNCF**

| ORGANISMES | THÈME | Autres organismes ou sociétés associés |
|--|--|---|
| INRETS - d° - | Modélisation du contact roue-rail Mesures des défauts de voie sans contact | GECI-RATP-ALSTHOM-ANF |
| UNIVERSITE DE VALENCIENNES | Pôle de frein (disques céramiques, modèles,...) | FREIN FERROVIAIRE |
| INSA LYON | Frein carbone-carbone | CISIGRAPH - SKF - FREIN FERROVIAIRE |
| IAT St-Cyr | Essais d'aérodynamique | |
| ORE/ERCOFTAC (International) | Modélisation de problèmes aérodynamique | |
| ÉCOLE CENTRALE PARIS-UNIVERSITÉ DE COMPIEGNE | Comportement acoustique d'une remorque TGV-2N. Identification de bruits et modélisation | Sté GLAVERBEL Sté St-Gobain Centre d'Essais |
| INSA LYON | Bruit à l'intérieur d'un tunnel Bogies à roues indépendantes Essieux à roues libres | ALSHTOM |
| CETIM | Châssis de bogies en acier HLE Châssis de bogie en alliage léger moulé | SFU |
| UNIVERSITÉ DE PARIS VI | Recherche de critères de caractérisation des liaisons élastiques en caoutchouc métal et en caoutchouc métal et en caoutchouc textile | Sté HUTCHINSON |
| UNIVERSITÉ DE VALENCIENNES (Labo de mécanique générale) | Résistance aux chocs | |

LISTE D'ORGANISMES AVEC LESQUELS SONT TRAITÉS DES THÈMES DE R ET D

DE LA DIRECTION DU MATÉRIEL DE LA SNCF

| ORGANISMES | THEME | Autres organismes ou sociétés associés |
|------------------------------------|--|---|
| ERRI (international) (2) | Bruit (Comité B 163) - Résistance des structures (B 165) - Participation au contrat - Britte Euram: Advanced Design of Crash Fail-Safe Train Structures under Service and Impact Condition (B 106) - Frein (Comité B 126) - Problèmes de freinage (B 177) Signal d'alarme (B 180) - Automotrice (A 186) Adhérence (B 164) | |
| AFNOR | Projet de normes | |
| CENTRALE DE RECHERCHE SA. | Vitesse de fissuration d'axes d'essieu | Institut National Polytechnique de Lorraine-Nancy |
| IRSID | Essais de fatigue de matériaux | |
| INSTITUT DE SOUDURE DE METZ-ENNERY | Réparation de bogies par soudage par faisceau d'électrons | FRAMATOME |
| CEAT | Résistance des caisses aux impacts | |

(1) En outre, des sujets de R et D sont confiés à des stagiaires élèves ingénieurs Grandes Écoles (Centrale, École Mécanique d'Orléans, Mines de Paris, Ensta, et Universités (PARIS VI, LIMOGES, PARIS NORD...))

(2) ERRI - Institut Européen de Recherche Ferroviaire

ANNEXE D

**LISTE DES PRINCIPALES ENTREPRISES CANADIENNES
DE L'INDUSTRIE DU TRANSPORT FERROVIAIRE**

LISTE DES ENTREPRISES, CONSULTANTS, MANUFACTURIERS DANS L'INDUSTRIE FERROVIAIRE AU CANADA

| EXPERTS-CONSEILS | | PROVINCE |
|---|--|----------------|
| <p>ACRES INTERNATIONAL LIMITED 480 University Avenue Toronto (Ontario) M5G 1V2 Tél.: 416-595-2000 Fax : 416-595-2004 Contact : Mme I.W. Graham Spécialiste en Marketing</p> | <p>Consultant, ingénierie</p> | <p>Ontario</p> |
| <p>CANADIAN INSTITUTE OF GUIDED GROUND TRANSPORT (GIGGT) 598, Cataraqi Woods Drive Suite 9 Kingston (Ontario) K7P 1T8 Tél.: 613-634-3030 Fax : 613-634-3088 Contact : M. G.W. English Directeur exécutif</p> | <p>Consultant, ingénierie</p> | <p>Ontario</p> |
| <p>DELCAN INTERNATIONAL CORPO- RATION 133, Wynford Drive North York (Ontario) M3C 1K1 Tél.: 416-391-7550 Fax : 416-441-0445 Contact : M. D.A. Duggan Président</p> | <p>Consultant, ingénierie</p> | <p>Ontario</p> |
| <p>CANAC INTERNATIONAL INC. 1100, rue Université B.P. 8100 Montréal (Québec) H3C 3N4 Tél.: 514-399-5741 Fax : 514-399-8298 Contact : M. J.L. Marchand Vice-président et Directeur général Contact : M.J.P. Vilagos, Vice- président, Services nord-américains</p> | <p>Consultant, ingénierie</p> <p>Locomotives</p> <p>Pièces et composantes pour le matériel roulant ferroviaire</p> <p>Pièces et composantes de matériel de voies</p> | <p>Québec</p> |

| EXPERTS-CONSEILS | PROVINCE | |
|---|--|---------------|
| <p>CANARAIL CONSULTANTS INTERNATIONAL INC. 1140, de Maisonneuve Ouest Bureau 1150 Montréal (Québec) H3A 1M8 Tél.: 514-985-0930 Tax : 514-985-0929 Contact : M. J.D. Spielman Vice-président</p> | <p>Consultant, ingénierie</p> | <p>Québec</p> |
| <p>TECSULT INC. 85, rue Sainte-Catherine O. Montréal (Québec) H2X 3P4 Tél.: 514-287-8500 Fax : 514-287-8643 Contact : M. Luc Benoit Président</p> | <p>Consultant</p> | <p>Québec</p> |
| <p>SNC-LAVALIN 2, Place Félix-Martin Montréal (Québec) H2Z 1Z3 Tél.: 514- Fax : 514- Contact: M. Jacques Lamarre Président, Groupe Transport</p> | <p>Infrastructures de transport Systèmes de transport</p> | <p>Québec</p> |

| FABRICANTS DE SYSTEMES DE CONTROLES, COMMUNICATION ET SIGNALISATION | PROVINCE | |
|---|---|----------------|
| <p>VAPOR CANADA INC. 10655, Henri-Bourassa Ouest Montréal (Québec) H4S 1A1 Tél.: 514-335-4200 Fax : 514-335-4231 Contact : M. Victor Jensen Directeur, Marketing et ventes</p> | <p>Air climatisé, réfrigération, pièces et équipements</p> <p>Surveillance et contrôle de véhicules</p> <p>Portes de véhicules, systèmes et pièces</p> <p>Système d'information</p> <p>Pièces et composantes pour le matériel roulant ferroviaire</p> | <p>Québec</p> |
| <p>BACH-SIMPSON LTD. 1255, Brydges Street C.P. 5484 London (Ontario) N6A 4L6 Tél.: 519-452-3200 Fax : 519-452-3165 Contact: M. Victor Carrière Directeur, Marketing technique</p> | <p>Boîte de surveillance - Locomotive</p> | <p>Ontario</p> |
| <p>DSL DYNAMIC SCIENCES LIMITED 359, boul. Ste-Croix St-Laurent (Québec) H4N 2L3 Tél.: 514-744-5571 Fax : 514-744-0053 Contact : M. John T. Wilson Président</p> | <p>Boîte de surveillance - Locomotive</p> <p>Simulateurs d'entraînement pour locomotive</p> <p>Systèmes de contrôle de train</p> | <p>Québec</p> |
| <p>VALE-HARMON ENTERPRISES LTD. 270, Brabant Mariveau St-Laurent (Québec) H4S 1L1 Tél.: 514-856-1026 Fax : 514-856-1802 Contact : M. S.D. Dobrin Président</p> | <p>Composantes électriques</p> <p>Entretien de voie</p> <p>Pièces et composantes pour le matériel roulant ferroviaire</p> <p>Équipement de signalisation</p> | <p>Québec</p> |

| FABRICANTS DE SYSTEMES DE CONTROLES, COMMUNICATION ET SIGNALISATION | PROVINCE | |
|--|---|----------------|
| <p>POLE-LITE LTD. 1, boul. Edouard VII St-Philippe (Québec) J0L 2K0 Tél.: 514-659-8951 Fax : 514-444-3661 Contact:M. Gilles E. Richer Président</p> | <p>Détecteur de boîtes chaudes</p> <p>Équipement de signalisation</p> | <p>Québec</p> |
| <p>POCATEC LTEE 85, route 132 Ouest C.P. 1390 La Pocatière (Québec) GOR 1Z0 Tél.: 418-856-1454 Fax : 418-856-5978 Contact : M. Jacques Landry Directeur, Ventes, Marketing et Administration</p> | <p>Équipement d'entretien du matériel roulant</p> <p>Équipement de signalisation</p> <p>Surveillances et contrôles de véhicules</p> | <p>Québec</p> |
| <p>SIGNARAIL CANADA INC. 9, place du Commerce Suite T Brossard (Québec) J4W 2V6 Tél.: 514-465-5265 Fax : 514-465-5267 Contact : M. P. Moscovici Directeur général</p> | <p>Équipement de signalisation</p> <p>Systèmes de contrôle de train</p> | <p>Québec</p> |
| <p>TELERIDGE SAGE LIMITED 156, rue Front Ouest Bureau 500 Toronto (Ontario) M5J 2L6 Tél.: 416-596-1940 Fax : 416-595-5653 Contact : M. Roger Clarke Directeur, Marketing</p> | <p>Horaires de parcours</p> | <p>Ontario</p> |

| FABRICANTS DE SYSTEMES DE CONTROLES, COMMUNICATION ET SIGNALISATION | PROVINCE | |
|---|--|-----------------|
| <p>MALCOLM BLACK EQUIPMENT LTD Operating as BLACK BOX CONTROLS LIMITED 656, Main Street Glen Williams (ontario) L7G 3T6 Tél.: 416-873-0141 Fax : 416-877-1809 Contact: M.Malcolm C. Black Président</p> | <p>Locomotives</p> <p>Systèmes de contrôle à distance pour les locomotives</p> | <p>Ontario</p> |
| <p>HELI-FAB LTD. 150, Cree Crescent Winnipeg (Manitoba) R3J 3W1 Tél.: 204-958-6600 Fax : 204-888-2912 Contact : M. Ray Haydaman</p> | <p>Pièces et composantes pour le matériel roulant ferroviaire</p> <p>Équipement de signalisation</p> <p>Pièces et composantes de matériel de voies</p> | <p>Manitoba</p> |
| <p>ALCATEL CANADA WIRE INC. 3900 Victoria Park Avenue North York (Ontario) M2H 3H7 Tél.: 416-756-4100 Fax : 416-756-3990 Contact : M. Clive Gillon Directeur, Ventes - Systèmes de communications</p> | <p>Surveillance et contrôle de véhicules</p> | <p>Ontario</p> |
| <p>MICROTONIX VEHICLE TECHNOLOGIES LTD. 120 Bessemer Road London (Ontario) N6E 1R2 Tél.: 519-681-3430 Fax : 519-681-4706 Contact : M. Steve Gallant Directeur général</p> | <p>Surveillance et contrôle de véhicules</p> | <p>Ontario</p> |

| | | |
|--|--|---------|
| MOTOROLA CANADA LIMITED COMMUNICATIONS 3125 Steeles Avenue East North York (Ontario) M2H 2H6 Tél.: 416-499-1441 Fax : 416-499-9148 Contact : M. Lloyd Kubis Vice-président | Surveillance et contrôle de véhicules | Ontario |
|--|--|---------|

| FABRICANTS DE SYSTEMES DE CONTROLES, COMMUNICATION ET SIGNALISATION | | PROVINCE |
|---|---|-----------------|
| GIRO ENTERPRISES INC. 75, de Port-Royal Est Bureau 500 Montréal (Québec) H3L 3T1 Tél.: 514-383-0404 Fax : 514-383-4971 Contact : M. Nigel Hamer Directeur | Système de gestion des horaires de parcours | Québec |
| PLD SYSTEMS LTD. #1, 2023, 2 ^e Avenue Sud Est Calgary (Alberta) T2E 6K1 Tél.: 403-248-3444 Fax : 403-248-3668 Contact : M. René Prévost | Systèmes automatiques de location de véhicules | Alberta |

| ENTREPRENEURS | PROVINCE | |
|--|--|-------------------------|
| SCI ENGINEERS & CONSTRUCTORS INC. 233, 19 ^e Rue Nord Est Calgary (Alberta) T2E 7Z8 Tél.: 403-569-0780 Fax : 403-569-0070 Contact: Phillip J.Lockwood Vice-président Développement de projets | Entrepreneurs en construction ferroviaire | Alberta |
| A & B RAIL CONTRACTORS LTD. 16240, River Road Suite 200 B Richmond, (Colombie Britannique) V6V 1L6 Tél.: 604-273-4958 Fax : 604-273-2891 Contact:M. Craig P. Nerland Vice-président | Entrepreneurs en construction ferroviaire | Colombie Britannique |

| FABRICANTS ET SOUS-TRAITANTS DE COMPOSANTES POUR L'INDUSTRIE FERROVIAIRE | PROVINCE | |
|--|---|----------------|
| <p>ENVIROBAR CANADA INC. 701, route Rowntree Dairy Woodbridge (Ontario) L4L 5T9 Tél.: 416-850-5876 Fax : 416-850-5872 Contact : M. Peter Hoehne Chef officier administratif</p> | <p>Bancs pour wagons</p> | <p>Ontario</p> |
| <p>INVAR MANUFACTURING LTD. 1, Parry Drive Batawa (Ontario) K0K 1E0 Tél.: 613-398-6106 Fax : 613-966-7932 Contact : M. Frank Brazda Directeur adjoint, Ventés</p> | <p>Composantes de systèmes de transmission</p> | <p>Ontario</p> |
| <p>VIOLIN RAILROAD CONSTRUCTION COMPANY INCORPORATED 155, Healey Road Bolton (Ontario) L7E 5B2 Tél.: 416-857-6828 Fax : 416-857-0188 Contact : M. James Violin Président</p> | <p>Entrepreneur</p> | <p>Ontario</p> |
| <p>HOVEY INDUSTRIES LTD. 2793, Fenton Road Gloucester (Ontario) K1G 3N3 Tél.: 613-822-1765 Fax : 613-822-1556 Contact : M. Byrne Bramwell Président</p> | <p>Entretien de voie Pièces et composantes de matériel de voies</p> | <p>Ontario</p> |

| | | |
|--|---|----------------|
| <p>HYDRA-TECH INTERNATIONAL CORPORATION 12-4826-11^e rue Nord Est Unité 12 Calgary (Alberta) T2E 2W7 Tél.: 403-250-7400 Fax.: 403-250-6794 Contact : M. David Reesor Président</p> | <p>Équipement d'entretien du matériel roulant</p> | <p>Alberta</p> |
|--|---|----------------|

| | | |
|---|-------------|---------|
| GENERAL MOTORS OF CANADA LIMITED DIESEL 1991, rue Oxford Est C.P. 5160 Terminal A London (Ontario) N6A 4N5 Tél.: 519-452-5000 Fax : 519-452-5380 Contact: M. Keith Zerebecki Directeur Ventes - Exportation, locomotives | Locomotives | Ontario |
|---|-------------|---------|

| FABRICANTS ET SOUS-TRAITANTS DE COMPOSANTES POUR L'INDUSTRIE FERROVIAIRE | PROVINCE | |
|--|--|----------------------|
| <p>CANADA ALLIED DIESEL CO. LTD. 2975, rue de Miniac St-Laurent (Québec) H4S 1L9 Tél.: 514-332-4451 Fax : 514-332-0137 Contact : M. M. David Directeur général, Ventes</p> | Locomotives | Québec |
| <p>BHP RAIL PRODUCTS (CANADA) LTD. 39601, route Galbraith C.P. 1989 Squamish, (Colombie Britannique) V0N 3G0 Tél.: 604-892-9822 Fax : 604-892-9899 Contact : M. Fred Mau Vice-président, Opérations</p> | Pièces et composantes de matériel de voies | Colombie Britannique |
| <p>VOEST-ALPINE NORTRAK LTD. 16160 River Road Richmond (Colombie Britannique) V6V 1L6 Tél.: 604-273-3030 Fax : 604-273-8927 Contact : M. Al Tuningley</p> | Pièces et composantes de matériel de voies | Colombie Britannique |
| <p>CANADIAN BRONZE COMPANY LIMITED 15, rue Bury Winnipeg (Manitoba) R3E 2X7 Tél.: 204-786-6821 Fax : 204-775-3495 Contact : M. W.A. Reid Président</p> | Pièces et composantes pour le matériel roulant ferroviaire | Manitoba |

| | | |
|---|---|-----------------|
| <p>MANDAK METAL PROCESSORS, Division of M.R.M. Steel. Ltd 1, Railway Street B.P. 334 Selkirk (Manitoba) R1A 2B3 Tél.:(nul) Fax.:(nul) Contact: R.C. (Ray) Devuono</p> | <p>Pièces et composantes pour le matériel roulant ferroviaire</p> <p>Bogies</p> | <p>Manitoba</p> |
|---|---|-----------------|

| FABRICANTS ET SOUS-TRAITANTS DE COMPOSANTES POUR L'INDUSTRIE FERROVIAIRE | PROVINCE | |
|---|---|----------------|
| <p>BENN IRON FOUNDRY LIMITED 4, rue Mason Wallaceburg (Ontario) N8A 4M1 Tél.: 519-627-3314 Fax : 519-627-1768 Contact : M. D.B. Benn Président</p> | <p>Pièces et composantes pour le matériel roulant ferroviaire</p> | <p>Ontario</p> |
| <p>CANADIAN METAL ROLLING MILLS A division of SAMUEL MANU-TECH INC. 2304, Dixie Road Mississauga (Ontario) L4Y 1Z6 Tél.: 416-270-5300 Fax : 416-270-8221 Contact:M. G.Gerald Valgora Vice-président et Directeur général</p> | <p>Pièces et composantes pour le matériel roulant ferroviaire</p> | <p>Ontario</p> |
| <p>DOFASCO INC. STEEL CASTING DIVISION C.P. 2460 Hamilton (Ontario) L8N 3J5 Tél.: 416-544-3761 Fax : 416-458-4812 Contact : M. John S.Luke Directeur principal, Exportation</p> | <p>Pièces et composantes pour le matériel roulant ferroviaire</p> <p>Bogies de trains</p> | <p>Ontario</p> |
| <p>FELL-FAB INTERNATIONAL INC. C.P. 3303, station C 2343, rue Barton Est Hamilton (Ontario) L8H 7L6 Tél.: 416-560-9230 (Toronto)416-825-0597 Fax : 416-560-9846 Contact : M. Burt Tufts Président</p> | <p>Pièces et composantes pour le matériel roulant ferroviaire</p> | <p>Ontario</p> |

| FABRICANTS ET SOUS-TRAITANTS DE COMPOSANTES POUR L'INDUSTRIE FERROVIAIRE | PROVINCE | |
|---|---|----------------|
| <p>GENERAL KINETICS ENGINEERING CORPORATION 110, East Drive Bramalea (Ontario) L6T 1C1 Tél.: 416-458-0888 Fax : 416-458-7566 Contact : M. Eric Williams Vice-président, Ventés</p> | <p>Pièces et composantes pour le matériel roulant ferroviaire</p> | <p>Ontario</p> |
| <p>HEWLYN, Division of Canadian Rail Corporation Suite 209, 6 Lansing Square Willowdale (Ontario) M2J 1T5 Tél.: 416-495-0078 Fax : 416-495-8720 Contact: M. Gerald V. Lynch</p> | <p>Pièces et composantes de matériel de voies</p> | <p>Ontario</p> |
| <p>MODERN TRACK MACHINERY CANADA LTD. 5926, Shawson Drive Mississauga (Ontario) L4W 3W5 Tél.: 416-564-1211 Fax : 416-564-1217 Contact : M. M.J. Byne Directeur, Commerce international</p> | <p>Pièces et composantes de matériel de voies</p> | <p>Ontario</p> |
| <p>NATIONAL STEEL CAR LIMITED C.P. 2450 Station A Hamilton (Ontario) L8N 3J4 Tél.: 416-544-3311 Fax : 416-544-7614 Contact : M. A. Wilson Vice-président, Ventés</p> | <p>Pièces et composantes pour le matériel roulant ferroviaire</p> | <p>Ontario</p> |

| | | |
|--|---|----------------|
| <p>STELCO STEEL (A Division of Stelco Inc.) C.P. 2030 Hamilton (Ontario) L8N 3T1 Tél.: 416-528-2511 Fax : 416-577-4449 Contact : M. R.J. Milbourne</p> | <p>Pièces et composantes de matériel de voies</p> | <p>Ontario</p> |
|--|---|----------------|

| FABRICANTS ET SOUS-TRAITANTS DE COMPOSANTES POUR L'INDUSTRIE FERROVIAIRE | PROVINCE | |
|--|---|----------------|
| <p>TIPCO INC. One Coventry Road Bramalea (Ontario) L6T 4B1 Tél.: 416-791-9811 Fax : 416-791-4917 Contact : M. Rod Farmer Président</p> | <p>Pièces et composantes de matériel de voies</p> | <p>Ontario</p> |
| <p>UTDC INC. (BOMBARDIER) C.P. 70, station A Kingston (Ontario) K7M 6P9 Tél.: 613-384-3100 Fax : 613-389-6382 Contact : M. Richard Giles Vice-président, Ventes et Propositions</p> | <p>Pièces et composantes pour le matériel roulant ferroviaire</p> | <p>Ontario</p> |
| <p>ALFEX INC. 175, boul. J.F. Kennedy Saint-Jérôme (Québec) J7Y 4B5 Tél.: 514-432-4341 Fax : 514-432-6985 Contact: Jacques Précourt, Président</p> | <p>Pièces et composantes de matériel de voies</p> | <p>Québec</p> |
| <p>BOMBARDIER INC. 1100, rue Parent Saint-Bruno (Québec) J3V 6E6 Tél.: 514-441-2020 Fax : 514-441-0827 Contact : M. Jean-Yves Leblanc Président Groupe matériel de Transport</p> | <p>Pièces et composantes pour le matériel roulant ferroviaire</p> | <p>Québec</p> |

| | | |
|---|---|--------|
| DOMTAR INC., Wood Preserving Division 2021, avenue Union 12 ^e étage Montréal (Québec) H3A 2S9 Tél.: 514-848-5247 Fax : 514-848-5661 Contact : M. Joseph Kaddis | Pièces et composantes de matériel de voies | Québec |
|---|---|--------|

| FABRICANTS ET SOUS-TRAITANTS DE COMPOSANTES POUR L'INDUSTRIE FERROVIAIRE | PROVINCE | |
|--|---|----------------|
| <p>KAUFEL GROUP LTD. PAN-ACC TRANSIT SYSTEMS DIVISION 1811, boul. Hymus Dorval (Québec) H9P 1J5 Tél.: 514-685-2270 Fax : 514-685-2394 Contact: Clifford J.Mullins Administrateur</p> | <p>Pièces et composantes pour le matériel roulant ferroviaire</p> | <p>Québec</p> |
| <p>LES PLASTIQUES FLEXIBULB INC. 9000, boul. Parent C.P. 635 Trois-Rivières (Québec) G9A 5J3 Tél.: 819-374-9250 Fax : 819-374-5143 Contact: M.François Tellier</p> | <p>Pièces et composantes pour le matériel roulant ferroviaire</p> | <p>Québec</p> |
| <p>RAILTECH LTD. 325, avenue Lee Baie d'Urfé (Québec) H9X 3S3 Tél.: 514-457-4760 Fax : 514-457-7111 Contact : M. Ken MacDonald Président</p> | <p>Pièces et composantes pour le matériel roulant ferroviaire</p> <p>Reconstruction de wagons</p> | <p>Québec</p> |
| <p>BECLAWAT PRODUCTS, Division of Autosystems Manufacturing Inc. C.P. 1027 345, rue Université Belleville (Ontario) K8N 5B6 Tél.: 613-966-5611 " 613-969-1122 Fax : 613-966-0878 " 613-969-0102 Contact : M. John McKenna Directeur de production</p> | <p>Portes, systèmes et pièces</p> | <p>Ontario</p> |

| FABRICANTS ET SOUS-TRAITANTS DE COMPOSANTES POUR L'INDUSTRIE FERROVIAIRE | PROVINCE | |
|--|----------------------------|-----------------|
| PYRAMID TRANSIT PRODUCTS LTD. 88, Loacock Drive Pointe-Claire (Québec) H9R 1H1 Tél.: 514-694-3631 Fax : 514-694-0548 Contact : M. David Smith Directeur des ventes | Portes, systèmes et pièces | Québec |
| SYDNEY STEEL CORPORATION C.P. 1450 Sydney (Nouvelle-Écosse) B1P 6K5 Tél.: 902-564-7910 Fax : 902-564-7903 Contact : M. Arnold Hicks Directeur, Marketing | Rail | Nouvelle-Écosse |
| THE ALGOMA STEEL CORPORATION, LIMITED Algoma Steel Marketing and Sales Building 395, rue Queen Ouest Sault Ste Marie (Ontario) P6A 5P2 Tél.: 705-945-3125 Fax : 705-945-2326 Contact : M. Don Pitts Analyste Marketing | Rail | Ontario |
| WIRTH LIMITED C.P. 780 Station A Montréal (Québec) H3C 2V4 Tél.: 514-483-5520 Fax : 514-482-5198 Contact : M. Manfred F. Wirth Président Contact : M. Doug Thompson Vice-président exécutif | Rail | Québec |

| FABRICANTS ET SOUS-TRAITANTS DE COMPOSANTES POUR L'INDUSTRIE FERROVIAIRE | PROVINCE | |
|---|---|---------------|
| <p>GE LOCOMOTIVES CANADA 1505, rue Dickson Montréal (Québec) H1N 2H7 Tél.: 514-253-7333 Fax : 514-253-7334 Contact : M. Wayne Morrel Directeur</p> | <p>Reconstruction de locomotives diesel</p> | <p>Québec</p> |
| <p>SEPTA RAIL INC. 75, rue Industrielle C.P. 930 Coteau du Lac (Québec) J0P 1B0 Tél.: 514-763-1392 Fax : 514-763-1394 Contact : M. Louis Aubry Directeur</p> | <p>Reconstruction de wagons</p> | <p>Québec</p> |
| <p>UNITED WELDING PROCESSES (CANADA) INC. 10621, rue Henault Montréal-Nord (Québec) H1G 5R6 Tél.: 514-321-3320 1-800-361-3950 Fax : 514-324-5529 Contact: Jacques Champigny Président</p> | <p>Reconstruction de locomotive diesel</p> | <p>Québec</p> |
| <p>HAWKER SIDDELEY CANADA INC (Canadian Steel Wheel) 1900, rue Dickson Montréal (Québec) H1N 2H9 Tél.: 514-255-4041 Fax : 514-252-4315 Contact : M. Robert Bergeron Vice-président Directeur général</p> | <p>Roues</p> | <p>Québec</p> |

| FABRICANTS ET SOUS-TRAITANTS DE COMPOSANTES POUR L'INDUSTRIE FERROVIAIRE | PROVINCE |
|---|--|
| <p>WABCO WESTINGHOUSE RAILWAY (CANADA) LTD. C.P. 2050 Hamilton (Ontario) L8N 3T5 Tél.: 416-561-8700 Fax : 416-662-6616 Contact : M. Michael W. Girotti Directeur, Marketing</p> | <p>Systèmes de freins et composantes</p> <p>Consultant, Exploitation et formation</p> <p>Ontario</p> |

ANNEXE E

BESOINS EN RECHERCHE

- NRC/Centre for Surface Transportation Technology
Railway R&D activities and plans 1993-1994
- Canadian Railway Research Needs and Issues Review
Conference by Robert Ballantyne, President of RAC
- Railroad freight transportation research needs, opportunities and priorities
TRB Railroad R&D Committee

ANNEXE E

EXEMPLES D'ORGANISMES DE RECHERCHE

- **Brève description de quelques organismes de recherche**
 - ▶ **Conseil de la recherche forestière du Québec**
 - ▶ **Conseil de la recherche en pêche et en agro-alimentaire du Québec**
 - ▶ **Conseil québécois de la valorisation de la biomasse**
 - ▶ **Centre de recherche en informatique**
 - ▶ **Consortium Precarn**

- **PRECARN & ASSOCIATES: Its organization and objectives**

Revue de quelques organismes de recherche

Le Conseil de la recherche forestière du Québec

Le Conseil de la recherche forestière du Québec a été créé en 1988. Le Conseil regroupe les principaux acteurs reliés à la forêt tels l'Association des industries forestières du Québec, l'Association des manufacturiers de bois de sciage du Québec, la Fédération des producteurs de bois du Québec, les deux gouvernements ainsi que l'Université Laval et l'Université du Québec.

Le Conseil est un organisme consultatif qui vise principalement à planifier, orienter, coordonner et assurer un suivi à la R-D ainsi qu'à l'information scientifique et technique relative à la forêt et aux produits forestiers. Le Conseil vise notamment à identifier les besoins et les priorités en matière de R-D ainsi qu'à favoriser la coordination de l'exécution de la R-D. Le Conseil joue un rôle important pour conseiller les gouvernements quant aux priorités actuelles et futures de recherche. Il est également appelé à jouer un rôle de diffusion de la technologie et de l'information scientifique et technique auprès des intervenants tant gouvernementaux que privés du secteur de la forêt et des produits forestiers.

Le Conseil de recherche en pêche et en agro-alimentaire du Québec (CORPAQ)

Le CORPAQ est un organisme consultatif du ministère de l'Agriculture du Québec. Il doit donner des avis et faire des recommandations au ministre sur toute question relative à la recherche ou au transfert technologique dans les secteurs de l'agriculture, de la pêche ou de l'alimentation. Il doit également conseiller le ministre dans l'élaboration des politiques, priorités et programmes de recherche, donner des avis sur l'octroi de subventions à la recherche et, enfin, favoriser la concertation entre les intervenants en recherche et en transfert technologique.

Le Centre québécois de valorisation de la biomasse (CQVB)

Le CQVB n'est pas un centre de recherche, mais un organisme léger (une quinzaine d'employés) relevant du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science, qui vient en aide à des projets de recherche et de développement technologique à des fins industrielles, dans le domaine de la valorisation de la biomasse.

C'est son mode de fonctionnement très particulier qui assure une bonne partie son efficacité et la réputation enviable dont il jouit au Québec et ailleurs dans le monde. Le CQVB agit comme un mécanisme de courtage ou d'appariement de l'offre et de la demande en R-D. Son rôle consiste essentiellement à mettre ensemble des partenaires (entreprises, universités, ministères...) pour réaliser le montage financier et technique de projets de R-D.

Le CQVB n'accorde pas de subventions à des équipes de recherche ou à des entreprises; il s'associe financièrement avec des partenaires en fournissant une partie des fonds nécessaires pour la réalisation des projets. Il ne dispose pas non plus d'installations ou de laboratoires, mais il mise plutôt sur les équipements et l'expertise existant, soit dans les entreprises, soit dans les organismes gouvernementaux.

Le Centre de recherche en informatique (CRIM)

Le CRIM est un centre de recherche-développement, de formation et de transfert unique au Canada, au sein duquel les entreprises et les universités travaillent en collaboration. Entreprise privée à but non lucratif, le CRIM est financé par les membres, par des organismes de financement de la recherche et par le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Science. Ce dernier fournit une aide annuelle.

Le CRIM mobilise les forces du secteur des technologies de l'information, favorise le maillage d'entreprises de haut niveau et le démarrage de projets stratégiques pour la compétitivité des entreprises.

Il compte plus de 60 membres, dont 48 entreprises et 9 universités.

PRECARN Associates inc.

PRECARN : un exemple d'organisme préoccupé de recherche stratégique

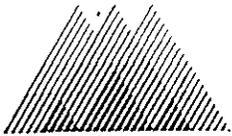
Créé en 1987, PRECARN Associates inc. est un consortium canadien de recherche regroupant aujourd'hui 39 entreprises et organismes de recherche. La mission de PRECARN est la mise en commun des efforts de recherche à long terme dans les technologies de la robotique et de l'intelligence artificielle dans le but de stimuler la diffusion des connaissances et l'application de ces technologies stratégiques à travers l'industrie canadienne. Il s'inscrit dans le courant international de coopération en matière de recherche.

PRECARN gère actuellement la réalisation de quatre projets : APACS (Advanced Process Analysis and Control Systems), IGI (Intelligent Graphic Interface), ARK (Autonomous Robot for a Known Environment) et TDS (Telerobotic Development System). Les coûts de réalisation de la totalité de ces projets sont de l'ordre de 34 M \$. Le financement se réalise par une participation financière de 70% du gouvernement et de 30% de l'industrie, ce qui a pour but d'inciter les entreprises à s'engager dans la recherche à long terme. Ainsi, pour les quatre projets en cours, PRECARN a obtenu un soutien financier gouvernemental de 16 M \$ d'Industrie, Sciences et Technologie Canada, 1,8 M \$ du programme PARI du Conseil national de recherches Canada, et un total de 6,8 M \$ des gouvernements de l'Ontario, du Québec (3,4 M \$ du Fonds de développement technologique) et de la Colombie-Britannique pour les parties de projets à être réalisées dans ces provinces.

Les membres de Precarn font une contribution annuelle de 25 000 \$ au consortium, montant admissible à un crédit d'impôt à l'investissement. Les membres assurent en plus les coûts liés à la participation de leur personnel au conseil d'administration, aux divers comités, aux séances d'information et aux ateliers.

Les membres de Precarn prenant part à un projet de recherche contribuent un apport supplémentaire spécifique à chaque projet. Les contributions sont habituellement en nature. Les contributions des participants constituent d'ordinaire de 25% à 35% du coût total du projet.

Tous les membres ont accès aux technologies mises au point.



30 Colonnade Road
Suite 300
Nepean, Ontario
K2E 7J6
Tel: 613/727-9576
Fax: 613/727-5672

PRECARN Associates Inc.

ITS ORGANIZATION AND OBJECTIVES

PRECARN Associates was incorporated as a non-profit corporation in 1987. Its mission is to develop a better awareness and competence within Canadian industry of the current and future potential of "intelligent systems" of all kinds, from the simplest expert system to the development and application of autonomous robotic devices. Intelligent systems was selected as the focus of the effort because of the leadership in the field in a number of Canadian universities and because of its broad generic nature; there is hardly a sector of the economy that will not feel the impact of automated intelligent devices. We must be sophisticated users and developers of these systems if Canada is to compete effectively in an increasingly technological world.

The process chosen to increase our collective competence was to bring a group of Canadian industries together to select and pursue a long-term, precompetitive program of research in cooperation with experts within our universities and governments. PRECARN members join together in the planning, funding, and in the actual performance of the research, therefore providing a built-in capacity for knowledge dissemination to our industrial structure. After a careful process of calling for research proposals, selecting and funding a number of the proposals for detailed feasibility studies, and then a further process of selection, five projects have been selected for five-year support. The five projects that have been selected involve an investment of about \$36 million. PRECARN has obtained funding support of \$16 million from Industry, Science & Technology Canada, \$1.8 million from the IRAP Program of the National Research Council of Canada, and a total of \$6.8 million from the governments of Ontario, Quebec and British Columbia for the portions of the projects to be carried out in those provinces. PRECARN is currently funding three new feasibility studies, one of which was recently completed.

In addition to PRECARN's own research program, the consortium was also successful in the difficult competition for funding from the federal government's Network of Centres of Excellence Program. Its Institute for Robotics and Intelligent Systems has been awarded \$23.8 million over a four-year period. While all of the actual research will be done within 18 universities across Canada, PRECARN carries ultimate management responsibility for the network and receives and disburses the federal funding. Some of the 24 research projects involved in the Institute's program feed results directly into PRECARN's own research efforts.

Over a short period of time, therefore, PRECARN has pooled the resources and commitment of 39 companies representative of a broad cross-section of the Canadian business and research community and is proceeding with a two-pronged research effort already involving over \$60 million. It is effectively combining the talents of Canada's expertise in this field in a way that holds high promise for industrial benefit and greater competitiveness. It is a unique effort in many ways and one that has captured attention within Canada and elsewhere.

LIST OF PRECARN MEMBERS
(May 13, 1993)

Ainsworth Automation
Alberta Research Council
Asea-Brown Boveri Inc.
Atomic Energy of Canada Limited
B.C. Advanced Systems Institute
B.C. Hydro
Bristol Aerospace Ltd.
CAE Electronics Ltd.
Canadian Institute for Advanced Research
Canadian Space Agency
Centre de recherche informatique de Montréal
Communications Canada
Energy, Mines and Resources, Canada (Associate Member)
Ernst & Young
Falconbridge Limited
H.A. Simons Ltd.
Hatch Associates Ltd.
Hewlett-Packard (Canada) Ltd.
Hydro-Québec
Inco Limited
LAC Minerals
MacDonald Dettwiler & Associates
Manalta Coal Ltd.
MPB Technologies Inc.
MPR Teltech Ltd.
National Defence (Associate Member)
National Research Council of Canada (Associate Member)
New Brunswick Power Commission
Ontario Hydro
Petro-Canada Resources
Shell Canada
Spar Aerospace Ltd
Syncrude Canada Ltd.
TransAlta Utilities Corporation
Virtual Prototype Inc.
Xerox Research Centre of Canada

"THE BOTTOM LINE"

Costs and Benefits of PRECARN

THE COSTS: All PRECARN members make an annual payment to the Corporation of \$25,000. Of this amount, \$100 is a membership fee and \$24,900 is a contribution to the research and development program of PRECARN and eligible for investment tax credits. Members also cover the costs associated with their staff participation on the Board of Directors, on committees and at briefing sessions and workshops.

PRECARN members participating in a research project make significant additional contributions of a project-specific nature. These are usually in-kind contributions, eg, salaries of research staff, overhead, equipment etc. The contributions of the participants normally make up 25% to 35% of total project costs.

THE BENEFITS: All PRECARN members, whether they participate in a project or not, have access to the resulting technology. Companies who were members during the year that a specific PRECARN project commenced are assured royalty-free licence rights to any intellectual property arising from that research. Members joining the year after a project commenced pay 25% of the third party royalty rate; those who joined two years after commencement pay 50% etc. All members are entitled to receive regular briefings and reports on the progress of the research.

«LE RÉSULTAT NET»

Coûts et avantages de PRECARN

LES COÛTS : Tous les membres de PRECARN font une contribution annuelle de 25 000 \$ au consortium. De ce montant, 100 \$ équivalent aux frais de membre; le reste constitue une contribution au programme de r-d de PRECARN et est admissible à un crédit d'impôt à l'investissement. Il appartient également aux membres d'assumer les coûts liés à la participation de leur personnel au Conseil d'administration, aux divers comités et aux séances d'information et aux ateliers.

Les membres de PRECARN qui prennent part à un projet de recherche contribuent un apport supplémentaire important spécifique à chaque projet. Ces contributions sont habituellement en nature. p. ex. les salaires du personnel de recherche, les frais généraux, le matériel, etc. Les contributions des participants constituent d'ordinaire jusqu'à 25 % ou 35 % du coût total d'un projet.

LES AVANTAGES : Tous les membres ont accès aux technologies mises au point. Ceux qui étaient membres du consortium durant l'année où un projet spécifique de PRECARN a été lancé se voient assurés les droits d'exploitation sans redevances à l'égard de toute propriété intellectuelle. Ceux qui se joignent au consortium l'année suivant le début du projet doivent verser 25 % du taux des redevances à titre de tierce partie; celles qui s'y joignent deux ans après le début des travaux de recherche doivent verser 50 p. 100; et ainsi de suite. Tous les membres ont accès à des notes d'information et des rapports d'avancement des travaux préparés à intervalles réguliers.

The members that are making additional contributions as participants in a project have the added advantage of designing the project and controlling its direction; they have their staff involved in the research itself and therefore have a distinct time advantage in being able to use research results; and, finally, they may share in any third party royalty revenue.

All PRECARN members also have preferred access to the results of the \$23.8 million IRIS research network funded by the federal government and managed by PRECARN. If the university owning the results wishes to issue an exclusive licence, PRECARN has a right of first refusal on behalf of its membership. If a non-exclusive licence is issued, PRECARN members pay 50% of the third party royalty rate.

IN SUMMARY: For an investment of \$25,000 per year, PRECARN members get regular and detailed briefings on a combined research program. They also obtain royalty-free or preferential rights to the resulting technology. This combined research program could grow to involve a multi-year commitment of more than \$60 million during 1991. In addition, members participating in the research projects can, for a modest percentage contribution, take advantage of a major collaborative research effort that will augment, and possibly greatly exceed, their individual research capacities.

Les membres qui font des contributions additionnelles à titre de participants au projet ont l'avantage de concevoir le projet et d'en superviser l'orientation; leur personnel prend part à la recherche et ils sont donc en mesure d'exploiter plus rapidement les résultats de la recherche. Enfin, à titre de tiers, ils ont droit aux produits tirés des redevances.

Tous les membres de PRECARN ont également un accès privilégié aux résultats de recherche issu du réseau IRIS qui dispose d'un budget de 23,8 millions de dollars financé par le gouvernement fédéral et géré par PRECARN. Si l'université détenant les droits de propriété des résultats de recherche désire émettre un permis d'exploitation exclusive, PRECARN en a le premier droit au nom de ses sociétés membres. Si un permis non exclusif est émis, les membres de PRECARN y ont accès à 50 p. 100 du taux de redevance à titre de tierce partie.

EN RÉSUMÉ : Pour 25 000 \$ par année, les membres de PRECARN obtiennent une mise à jour périodique et détaillée d'un programme de recherche concerté. Les membres obtiennent en outre des droits sans redevances ou en priorité quant aux technologies mises au point. De plus, les membres participant aux projets de recherche peuvent, pour une contribution minimale calculée au prorata, tirer parti d'un effort de recherche collective d'envergure leur permettant d'accroître, et peut-être même de beaucoup, leurs capacités de recherche individuelles.

Science-Based Innovation in Canada: A Challenge to Industry and Governments

Canada's research and development effort is in trouble. Not only is the level of investment inadequate, but the research activity itself is fragmented and incomplete. Until that deficiency is corrected, we will not only fail to succeed in the race for science-based innovation, but our current and future investments in research will be inefficiently employed. The actions that are required demand both a national perspective and a high degree of cooperation by industries and governments alike.

The gap in our current efforts exists because of a lack of long-term research by industry. Few, if any, Canadian corporations have a research horizon that extends beyond five years; many don't look beyond immediate problem solving. Yet, if science-based innovation is to be realized, it is industry itself that must assess the new knowledge emanating from fundamental research, identify the results with economic potential and take the first of many steps to move that knowledge forward towards the development of tradeable goods and services. Government laboratories, and university researchers, can assist in this process of long-term applied research, but neither one is capable of acting as a surrogate for industry.

The challenge, however, is directed to governments as well as industry. What is required is a "national" effort, one that makes the most efficient use of limited financial and human resources. Canada will never compete with the research efforts of "Europe '92" or the nation-wide research consortia of the United States by adopting a fragmented province by province approach. The senior governments of Canada must challenge Canadian industry, but, before

L'innovation scientifique au Canada: Un défi industriel et gouvernemental

Les efforts du Canada en recherche et développement accusent un retard. Non seulement le niveau d'investissement dans ce domaine est-il inadéquat, mais les activités de recherche sont elles-mêmes isolées et insuffisantes. Faute de combler cette lacune, on continuera de perdre la course à l'innovation scientifique et de tirer mal parti de nos investissements actuels et éventuels en recherche. Les mesures qui s'imposent exigent l'établissement d'une vision nationale et un niveau élevé de collaboration de la part des milieux industriel et gouvernemental.

L'écart entre nos efforts actuels et les résultats escomptés découle de l'absence de recherche industrielle à long terme. Peu, sinon aucune, des sociétés canadiennes ont une chance de survie en recherche de plus de cinq ans; nombre d'entre elles sont aux prises avec la résolution de problèmes immédiats. Cependant, pour que l'innovation scientifique voit le jour, il incombe à l'industrie d'évaluer les nouvelles connaissances découlant de la recherche fondamentale, d'identifier les résultats de recherche économiquement viables et d'amorcer la série d'étapes visant à transformer ces connaissances en produits et services exportables. Les laboratoires gouvernementaux et universitaires peuvent contribuer à ce processus de recherche appliquée à long terme. Aucun d'entre eux ne peut toutefois remplacer l'industrie.

Par ailleurs, le défi s'adresse tant aux gouvernements qu'à l'industrie. Il faut en arriver à un effort "national", qui tirerait le meilleur parti des ressources financières et humaines limitées. Le Canada ne réussira jamais à atteindre les efforts de recherche d'Europe 1992 ni du consortium de recherche national américain en adoptant une approche isolée et provinciale. Les paliers supérieurs du gouvernement canadien doivent mettre l'industrie canadienne au défi, mais ils doivent d'abord se le lancer eux-mêmes. Ils doivent convenir d'appuyer un consortium de recherche

ANNEXE F

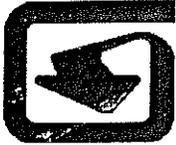
SUJETS D'ÉTUDES ET DE RECHERCHE

- **Research Themes, Areas and Possible projects
Chris Boon, CIGGT (August 18, 1992)**
- **Electrification and signalling R&D Topics
Gordon English, CIGGT (March 15, 1993)**
- **Socio-Economic impacts of High Speed Rail.
Joseph Jones, CIGGT (July 20, 1993)**
- **Adaptation of high-speed train technologies
for North America
Canac International (June 17, 1993)**
- **Hivernisation du matériel roulant
André Fontaine, Bombardier**
- **Winterizing of Rolling Stock
R. Becker, VIA Rail Canada**

Identification of other R-D projects

Research, Themes, Areas and Possible Projects

Chris Boon, CIGGT (August 18, 1992)



MEMORANDUM

Our File: PRJ-062
Your File:
To: JEAN DEMERS, C.D.T., ECOLE POLYTECHNIQUE
From: Chris Boon, CIGGT
Copies To:
Date: 1992.08.18
Subject: RESEARCH THEMES, AREAS AND POSSIBLE PROJECTS

Attached is my first cut at definition of research themes, areas of research within each theme, and possible specific projects in some of the areas. I have used a somewhat different categorization than is used in the accompanying charts indicating level of interest/capability for the various organizations, simply to emphasize the relationship of these activities to the two critical interfaces in high-speed operation:

- o between the vehicle and the guideway; and
- o between power supply and power consumption

The mapping between the two categorizations is relatively straightforward in any event.

RESEARCH THEMES, AREAS AND POSSIBLE PROJECTS

THEME 1: MANAGEMENT OF THE VEHICLE-GUIDEWAY INTERFACE

Theme Justification: Achievement of cost-effective control over interactions between the vehicle and its guideway is fundamental to delivery of a safe and comfortable transportation product at any speed, but especially for high-speed ground transportation technologies. This theme, in combination with macroscale alignment geometry and microscale guideway geometry, encompasses ride comfort, suspension design, consist configuration, vehicle structure design, propulsion, braking, adhesion management, subgrade and track structure stability, and design of bridges, tunnels, and other structures. It also directly affects a number of environmental issues, most especially noise generation at low to moderate speed.

Research Areas:

1.1 Subgrade and Track Structure Stability

Cost-effective achievement and maintenance of a uniform and consistent running surface [the wheel-rail interface] demands an inherently stable subgrade and track structure. Existing railway tracks are subject to substantial seasonal deformation and misalignment due to freeze-thaw action, erosion by running water, pumping action due to inadequate drainage, the effects of seasonal moisture content variations on expanding-lattice clays and organic soils such as peat, and long-term effects of application of instantaneous loads in excess of the subgrade bearing capacity. None of these problems are beyond the current capability of geotechnical engineering to overcome, but the life-cycle cost implications of doing so are likely to price HSR systems out of consideration. This is especially true if co-location in existing railway or other rights-of-way is desired, inasmuch as some or all of the conditions listed above affect virtually all such alignments in the Quebec City-Windsor Corridor.

Possible Projects:

- o Improved non-invasive techniques to locate and characterize subgrade conditions and especially track sections subject to one or more stability-reducing failure modes

Payoff: Ability to reliably determine what segments of existing alignments require mitigation of specific problems that reduce track stability. Will permit explicit cost/benefit tradeoffs between new and existing alignments, and also among alternative existing alignments where such exist. If fully reliable, could result in significant reduction in life-cycle costs for subgrade engineering, track construction and maintenance. Should also have broader applications in geotechnical engineering.

- o More cost-effective mitigation techniques to overcome subgrade and other defects causing track structure instability

Payoff: Improvement in system costs, system constructability and maintainability. In situ techniques that do not require, or at least minimize, requirements for excavation, removal and replacement of existing materials may offer greatest payoffs, especially for construction in existing (active) alignments. Could also offer decrease in (at least) construction-period environmental impacts.

- o Improved track structure design to minimize effects of frost action, saturated soils, other sources of subgrade instability while retaining cost-effectiveness

Payoff: Reduced life-cycle costs; improved track availability for operations; enhanced compatibility with higher-speed operation in future.

- o Improved techniques for achieving and maintaining uniform track modulus at transitions on/off structures such as viaducts, bridges and tunnels, through turnouts and crossovers, etc.

Payoff: Improved ride quality; lower dynamic track force increments at transitions, and thus improved safety and reduced maintenance costs; enhanced compatibility with higher-speed operation.

1.2 Adhesion Management

This research area affects propulsion and braking of the vehicle or consist, and thus is fundamental to operational safety, achievable performance (in terms of acceleration and deceleration rates and maximum speed), maximum train weight, minimum headway, and controlling gradient. While great progress has already been made in this area over the past 20 years, the effects of Canadian climatic (rain, snow, ice) and other conditions (e.g., wet leaves in fall, caterpillar or other insect swarms) on adhesion must be addressed. Proof of safe operation under Canadian conditions will be a precondition to commercial service.

Possible projects:

- o Improved Wheel/Rail Metallurgy

One strategy for improving available adhesion for acceleration and braking is to improve the tribological fit between wheel and rail, recognizing that there will be tradeoffs between minimization of rolling resistance and maximizing adhesion. However, there may be scope for substantial improvement in the high-speed [200 kph+] regime, given the predominance of aerodynamic drag as the source of running resistance at and above that speed. Improvements, especially with respect to retention of useable adhesion under adverse climatic and other environmental conditions, could offer substantial benefits in terms of system safety and reliability.

- o Non-Adhesion-Limited Braking Techniques

The braking techniques used for service braking on HSR technologies, including rheostatic braking, are all adhesion-limited. Eddy-current brakes which employ magnetic force acting on the rails are not adhesion-limited, but induce rail heating and -- with repeated applications over a given segment of track -- can result in loss of rail strength and thus create a hazardous condition. Eddy-current brakes are thus used only as an emergency brake on some technologies. However, access to braking which is not adhesion-limited and which is effective at high speed is very attractive from a system safety viewpoint and could overcome potential climatic and/or environmental limitations on system operations.

- o Improved Brake Design

This is already a major research focus in Europe, notably the carbon-carbon brakes being investigated for GEC-A as part of the 'Super-TGV' initiative. The key dimensions are improved rates of energy dissipation, improved tolerance for short-cycle application, decreased mass and physical dimensions, and decreased aerodynamic drag.

- o Improved Brake Control

- o Improved Propulsion control

...

1.3 Vehicle Stability and Efficiency at High Speed

Possible projects:

- o Reduction in vehicle/truck/unsprung mass

As speed increases, control of vehicle mass and especially partially sprung and unsprung mass becomes very important. The TGV family operate with 17 tonne maximum axle load and about 2.2 tonnes of unsprung mass per axle. The Shinkansen Series 300 EMU has a maximum axle load of just 11.3 tonnes, and an unsprung mass of 1.86 metric tonnes per axle. Clearly, there is scope for mass reduction. However, this must be balanced against the cost of sophisticated light-weight materials, especially composites, which are typically more expensive than metal components both initially and on a life-cycle basis. Also, research to reduce vehicle mass must be cognizant of regulatory compatibility and system safety issues.

- o Improved secondary suspension

Provision of acceptable passenger ride comfort at very high speed requires maintenance of track to tolerances considerably more stringent than those dictated by operational safety. Improvement of the secondary suspension -- especially the use of an active secondary suspension -- could permit a relaxation of some construction tolerances and a reduction in maintenance effort for operation at current speeds, and/or the ability to achieve higher-speed operation with the same construction tolerances and level of maintenance activity.

- o Improved truck stability at high-speed

The key to safe high-speed operation is stable truck behavior (the elimination of hunting and other unstable modes). Most current high-speed trucks depend on hydraulic dampers to control yaw at high speed. The performance of these dampers under Canadian conditions will need to be demonstrated. Also, achievement of improved yaw stability by adding more dampers (as was done on the TGV-A 325 trainset for the 515.3 kph record run) increases truck complexity and maintenance requirements and also decreases the curving performance of the truck. One of the major tradeoffs in truck stability is between the rigidity needed to control yaw at high speed and the flexibility required for improved curve negotiation.

- o Body tilt control and actuation for very high speed operation

To permit exploitation of the performance potential of future generations of equipment on high-speed infrastructure built for current or near-term future speeds, without the need for major modifications to the infrastructure, while maintaining passenger comfort, improved acceleration compensation will be required. There are two possible strategies that come to mind immediately: use of an active secondary suspension to compensate for differential suspension compression during curving, which would provide an additional 25 to 75 mm of effective superelevation relative to the current situation, and/or the addition of active body tilting, which could provide up to 200 mm of effective superelevation. The key issues would be control of the added mass and complexity of tilt control and actuation subsystem, verification of acceptable vehicle stability when in the tilted position and under possible tilt failure modes, and determination of an acceptable tilt control strategy.

- o Improved vehicle aerodynamics

Aerodynamic drag dominates all other sources of running resistance at speeds above 200 kph. Any modifications to reduce drag will contribute significantly to the overall cost-effectiveness of the technology, in terms of energy consumption, required installed propulsion power, and sizing of power supply and conditioning subsystems. Also, if the vehicle cross-section can be reduced, tunnel sizing may also be reduced.

1.4 Improvement in Design of Structures

Possible projects:

- o Improved cost-effectiveness through standardization of design(s) for grade separations

Development of HSR in the Quebec City-Windsor Corridor will entail closing, detouring and/or separating well over a thousand highway, county road and private crossings. There are about 365 public road crossings on the Montreal-Ottawa-Toronto spine alone. Even if HSR is able to treat these crossings in the same fashion as a limited-access highway, there will be hundreds of grade separations. The cost of construction for these separation must be minimized through development of a small number of standardized designs, the components for which can be mass-produced in specialized facilities and

field-erected. This approach will also allow the field erection teams to become more efficient.

THEME 2: MANAGEMENT OF THE POWER SUPPLY - POWER CONSUMPTION INTERFACE

Achievement of reliable, cost-effective transmission of MW power from wayside to vehicle is a major challenge to continued speed increases for wheel-on-rail technologies. The perceived inability to do so is the major reason that maglev designs have adopted active-guideway linear drives, which result in a much more costly guideway than would be the case with active vehicles and a passive guideway. The major issues are achieving and maintaining continuous contact between the pantograph and the catenary, the minimization and damping of vehicle-induced motion in the catenary, minimization of peak power requirements through improved vehicle design and operations optimization, and minimization of life-cycle power supply, conditioning, and consumption charges through improved subsystem design and construction.

Possible Projects:

- o Investigation of behavior of catenary and pantography at high speed under Canadian climatic conditions

This is fundamental to deployability of HSR in Canadian corridor. Icing, heavy snow and rain, electrical storms, and high winds all must be taken into consideration. Experimental and analytical investigation of cat/pant behavior will be required. This can build on low-speed investigations that have been on-going.

- o Optimization of catenary and pantograph designs for Canadian conditions

Issues here will be life-cycle cost minimization and enhancement of constructability and maintainability. Experience with Tumbler Ridge electrification will be relevant.

- o Investigation of active pantograph control strategies and techniques

This is another major research area for high-speed suppliers and operators world-wide. Improved control of cat/pant contact means reliable power transfer, lower wear on catenary and pantograph, and reduced noise due to arcing. This is one of the enabling technical improvements for 350 kph and above operation.

THEME 3: MINIMIZATION AND MITIGATION OF ENVIRONMENTAL IMPACTS

Minimization of environmental impacts and effective mitigation of impacts that cannot be avoided through careful siting and good design and construction practice will be essential to the acceptability of any HSR project in the Quebec City-Windsor Corridor. There are two principal grouping of impact:

- o Construction-period impacts, which will be largely common with those of any major linear-facility project; and

- o **Operating-period impacts, which will be more or less technology- and operating-strategy-specific.**

The former impacts -- on water and air quality, habitat, and so on -- will be contentious, and will require a great deal of conscientious effort on the part of designers and constructors, but are not likely to require substantial new technical innovations.

The latter category of impacts -- noise and vibration, electromagnetic fields, localized air quality degradation around stations and terminals, increased traffic noise and congestion around stations and terminals -- will require the same attention to detail, but are also likely to require new technical investigations.

EM fields are a good example. Although as yet there is no irrefutable [or even reproducible] evidence linking exposure to ac fields to any kind of epidemiological consequence, there is a great deal of public misinformation and hysteria about EM fields. There is also a paucity of hard data on the nature and magnitude of the fields associated with 25 kV 60Hz catenary and with HSR technologies themselves. At a minimum, rigorous measurements of electrical and magnetic fields under the catenary and within different types of vehicles will be needed, to dimension the problem and put it in context with respect to field exposure in everyday life.

Noise and vibration, although much better understood in a theoretical sense, also suffer from a lack of readily-available and credible data. Again, technology and site-specific measurements to provide baseline information will be needed, followed by design of appropriate mitigation measures where such are necessary.

Possible Projects:

- o **Measurement of EM fields under catenary energized at different voltages and current types [single-phase 2x 25 kV 50/60Hz, three-phase 25 kV 60Hz, 15 kV 16 2/3 Hz, 1.5 kV dc, etc.]**
- o **Measurement of EM fields in HSR vehicles and at wayside [TGV, ICE, Shinkansen Sr. 300, ETR 450, ETR 500, X-2000, etc].**
- o **Measurement of noise and ground-borne vibration adjacent to lines carrying above technologies at speeds between 50 kph and full operating speed.**

THEME 4: PRODUCT DEVELOPMENT, TESTING AND COMMISSIONING

Identification of other R-D projects

Electrification and signalling R & D Topics

Gordon English, CIGGT



Canadian Institute of Guided Ground Transport
Queen's University, Kingston Ontario K7L 3N6
Phone: 613 545 2810 Fax: 613 545 3856

F A X T R A N S M I T T A L

Our File: pro 064
Your File: _____

Attention: Jean Demers
Company: Ecole Polytechnique HSR Consortium. 514 383 7040
Date: 15 March 1993
From: Gord English
Subject: Electrification and Signalling R&D topics

Number of Pages Sent (including cover transmittal page) 6

Jean,

I am transmitting a discussion document on some of the possible topics in these areas. We have additional background documentation on some of the topics, but I wanted to present the summary form document for discussion on Friday. There may be some topics which the committee sees as being a higher priority than the others. Also, some may not be necessary. We will take those of primary interest to the next stage of proposal format after the meeting.

I'm in Montreal tomorrow. If you have any questions please contact me today.

ELECTRIFICATION RESEARCH TOPICS

Basic research in the area of electrification is possibly not as important as it is in other areas. Research is not a necessary requirement to successful implementation of electrified high speed rail operations. Satisfactory performance of the electrification system has been demonstrated for high speed lines in several countries where some of our climatic conditions exist. However, development of analytic tools and a local knowledge base is important to ensure a knowledgeable buyer (ie specification development or bid evaluation) and to permit domestic design and development activity. It is also required to further the performance of the existing systems.

Thus, from the industrial benefits viewpoint of high speed rail implementation, it would be desirable to undertake a certain level of research activity. The activity called for is not that of exploring new areas but in developing a knowledge base and a domestic supply of analytic tools and techniques which could be used by operators and designers of the system.

The suggested format of this type of activity would be to have the research team develop analytic software which would be licensed to anyone who joins a user's group. Two principal areas are involved -- the physical/dynamic side of the system and the electromagnetic side of the system. A number of developments could be undertaken in each area:

1. Physical system

1.1 Development of a computer simulation model to assess the dynamic interaction of pantograph/OCS.

This basic tool would be the basis of further investigation into the development/evaluation of alternative/existing designs. Its development achieves the first objective of providing a Canadian resource. Once developed, it may be used to assess and/or develop improved designs in response to problem areas. For example, the following topics could be addressed:

evaluation of active pantograph controls to permit:

better current collection,

higher operating speeds,

less susceptibility to mass changes to the pantograph from icing.

noise reduction from reduced dynamic action; (a "singing contact wire" is one source of noise originating at a height which is difficult to mitigate.

D different pantograph shapes to reduce susceptibility to icing and or wind loads

(this could be undertaken in conjunction with wind tunnel/cold chamber testing)

Another area of physical system performance is the specific design of the OCS (tension, hanger spacing, connector type, etc) to minimize cost in Canada's application. This could include development of alternative design options which may draw more heavily from Canadian electrical suppliers who do not service a large electrified rail system as European companies do. In this regard, the development of new, or adoption of European, design standards needs to be assessed.

Also, the development of computer models to assess thermal loads on OCS components would be desirable. These models would be required to undertake the system design for normal service loads as well as to develop recommendations for heat based deicing measures.

2. Electromagnetic System

The present availability of computer models relevant to the electromagnetic aspects of the electrification system is somewhat better than the physical side. Past freight electrification studies and electric transit operations have led to the development of a number of models. However, it would be desirable to enhance the capabilities of these models to address the specific requirements of high speed rail electrification. They also need to be taken from the present status of in-house tools to being user friendly and documented for a broad user's group. The types of models needed in this area are:

2.1 Electrical network models.

These models are used in the design of the electrical supply system and its interface with the utilities. The models encompass the train's propulsion characteristics, the low voltage distribution characteristics and the substation connection to the supply utility.

2.2 Electromagnetic Compatibility Models (EMC)

One would presume that most of the EMC problems on board the trains (eg. propulsion harmonics shielded from communications circuits) have been solved by the suppliers. However, there are a number of areas where wayside systems may be exposed to such problems. The different standards and base frequencies selected in North America will present different solutions for the mitigation of wayside EMI. The types of models required may already be available. The American Railway Engineering Association (AREA) has adopted some software packages for use by railways and communications companies to assess EMC issues (principally in the North East corridor electrified operations). The availability and suitability of these models would have to be investigated. The types of issues which need to be evaluated include:

- inverter harmonic interference with track circuits of adjacent freight tracks

- via ground current return
- via mutual inductance

- harmonic interference with adjacent communications systems

- evaluation of different mitigation techniques

- power conditioning units, on-board filtering, auto-transformer feeds,

3. Other electrification issues:

3.1 System voltage

The basic +/- 25kV system adopted in Europe because of compatibility with existing 25 kV lines. Other voltages may be more economical in the specific Canadian situation.

3.2 Deicing methods

Most European icing problems do not exist in the busy traffic times of the day. The frequency of trains is such that normal train operations prevent icing of the contact wire. In the overnight period icing can occur. The deicing methods are either preventative heating of the contact wire by

circulating lower density current through the OCS or deicing with higher current densities in the morning before normal operations begin. The line connections made during this time do not permit normal operations and restoration of the normal connections can take 15 minutes or more. It will be important to check the Canadian conditions to see if icing can be initiated in the time interval between trains. With lower train frequencies and colder weather, it may be a valid concern. If so, deicing (or ice prevention) techniques which can be employed in conjunction with normal operations would be important. Thus a two phase research program is anticipated:

- Phase 1. Assessment of the frequency, severity and rate of accumulation of ice on overhead wires. This could be a combination of field surveys undertaken in coordination with Hydro utilities along the proposed corridor, and controlled environment chambers where condition can be simulated.
- Phase 2. If phase 1 indicates a need, phase 2 would undertake the objective of developing improved systems for our conditions, including connection methods which allow circulating current without major lags in switch connections.

SIGNALLING AND OPERATIONS

The principal issues involved on the signalling side are similar to those in other areas -- the development of, or compliance with, Canadian standards; and adaptation to Canadian environmental conditions.

Canadian Standards

There are no transportation standards or regulations specific to high speed rail operations. In Canada the onus is on the operator to demonstrate that the proposed system is "safe". There are no guidelines or specific methodologies to be used and no reference criteria to be met. Thus, the proposed first steps would be:

1. development of safety criteria.
2. selection of assessment methodologies.
3. development of analytic tools in support of the chosen methodologies.

This activity is relevant to all aspects of the high speed rail system. In the signalling area specifically, the North American railway industry has been developing specifications for an Advanced Train Control System (ATCS) which would encompass the requirements of high speed rail operations.

We recommend that ATCS be adopted as the basis of a Canadian HSR signal system. ATCS specifications, which were initiated by freight railways, need to be reviewed for direct compatibility with HSR requirements (eg. do transponder specs meet service conditions where impacts may occur from falling ice at 300 km/h).

Research topics associated with ATCS development are:

1. Development of computer labs to assist in ATCS system development and evaluation. The following components of an overall computer lab are envisaged.
 - operations simulator to test/develop central control computer
This simulator would simulate the physical operations of a railway network for interface with a central dispatch facility. The authority limits of each train would be received from the central dispatch computer being developed/assessed. Manual intervention to the simulation computer could be accomplished to create test scenarios.
 - train simulator to test/develop on-board control computer
This simulator would provide a simulated interface for the on board locomotive computer to allow test scenarios in the same fashion as the overall network simulator above.
 - communications system simulator to test/develop total system
This simulator would simulate the communications environment between the network operations simulator and the dispatch control centre. It would provide a means of testing the susceptibility of the system to communications errors and coverage limitations.
2. A number of technical improvements would be desirable R&D targets. These include:

broken rail detection when track circuits are no longer necessary leads to a number of alternatives:

- is continuous monitoring needed (improved flaw detection methods may suffice)
- can the electrification ground return current in the rail be monitored.
- can low cost track circuits designed for broken rail detection only be developed.

track switch interlocking:

presently, ATCS specifies conventional track circuits and position indicators at switch points. This is one of the areas of reliability concern for right side failures (ie it is a source of train delays). Research into more reliable and/or lower cost solutions for switch point interlocking could be fruitful.

related to the above, prevention methods for track switch fouling from snow/ice contamination could involve better mechanical or electrical systems (for example further development of the butt switch concept may be warranted, or heaters/blowers for long high speed switches may be improved)

- development of an adaptive on board control system for the speed and track authority enforcement system. It would adapt to expected braking performance changes associated with changing equipment and environmental concerns.
- tests to affirm that reliable measurement of train position and speed can be accomplished at high speeds.
- tests to demonstrate reliable and efficient ground to train communications at high speeds.

There is also a need for further development of North American approaches and adaptation of European approaches to all areas of man-machine interface. From the signalling side this involves the dispatch centre and the locomotive cab display.

Other general signalling related issues to be investigated include:

- grade crossing protection; what speed limits in urban areas for what levels of protection;
- tests of braking performance with ice build up on components;
- tests of material sensitivity to snow and water;
- wheel slide detection system under temperature and humidity extremes (the speed/position measurement system noted above is also related to this problem).

Other operations and/or safety related issues to be investigated include:

partial double track operations:

- development of operating strategies to mitigate the reliability problems
- assessment of the signalling system to ensure the same system safety levels as attainable with full double track.

development of recommended speed limits under poor weather conditions (eg. snow accumulations and wind speeds)

the feasibility and implications of shorter trains with cab cars

extension of services into non-electrified lines;

dual propulsion systems?

interchange with gas turbine or diesel locomotives.

TRADUCTION LIBRE
DU DOCUMENT PRÉSENTÉ
PAR M. GORDON ENGLISH DE CIGGT SUR
L'ÉLECTRIFICATION ET LA SIGNALISATION DES SYSTEMES
DE
TRAINS RAPIDES

SUJETS DE RECHERCHE SUR L'ÉLECTRIFICATION

La recherche de base dans le domaine de l'électrification ne sera pas aussi importante que les autres thèmes de recherche sur les trains rapides.

L'électrification des trains rapides sous des conditions climatiques semblables a été expérimentée avec succès ailleurs dans le monde. Toutefois, la création d'une base d'information et d'outils d'analyse locaux disponibles aux exploitants et fournisseurs éventuels d'un train rapide serait des plus utiles. Ces informations seront utiles autant pour la conception que la planification des opérations particulières à notre territoire.

Le développement et la recherche qui peut être poursuivie dans cette voie consisterait à recueillir les informations et à créer la base de données de techniques et d'outils analytiques utiles aux opérateurs et concepteurs des systèmes.

Le produit de la recherche serait un logiciel-expert dont la consultation et l'utilisation serait réservée à un groupe d'utilisateurs enregistrés.

La base de donnée offrirait des informations techniques spécifiques à deux sujets:

- Les aspects physique, dynamique et de support du système électrique;
- Les aspects électromagnétiques du système.

1. Réseau physique

- 1.1 Le développement informatique d'un modèle de simulation de l'interaction dynamique entre le pantographe et le système de caténaire.

Cet outil de base servira à caractériser le comportement du pantographe et à développer

de nouveaux designs. La recherche pourrait donc porter sur les sujets suivants:

-L'évaluation des contrôles actifs du pantographe afin de:

- Optimiser le captage du courant sur le caténaire;
- Circuler à de plus haute vitesse;
- Réduire la susceptibilité du pantographe aux changements de masse et d'accumulation de glace;
- Réduire le bruit émis par le frottement dynamique du contact entre le pantographe et le fil;

Une autre avenue de développement est l'amélioration des performances du caténaire ainsi que les moyens de minimiser le coût de son utilisation au Canada. Une telle étude peut être entreprise de pair avec les utilités électriques canadiennes qui sont moins familières avec la distribution électrique de réseau de train étendu comme en Europe. Dans ce domaine, l'application de normes et de standards Européen seront nécessaires.

Le développement de modèles informatisés pour évaluer les charges thermiques sur le caténaire serait intéressant. Ces modèles permettraient de développer le système de caténaire sous les modes normaux d'utilisation et les modes de chauffage pour déglacer les fils.

2. Système électromagnétique

Les modèles informatisés des systèmes d'électrification traitant des aspects électromagnétiques sont plus courants que ceux des aspects physiques. Les modèles existants ont été d'abord développés pour étudier les trains-marchandises, toutefois ces modèles pourraient être adaptés pour l'étude spécifiques des trains rapides. Les modèles requis dans ce domaine sont:

2.1 Modèles de réseaux électriques

Ces modèles sont utilisés pour la planification et la conception de réseaux de distribution et des interfaces entre les utilités, les unités de production et les centres de consommation. Ces modèles se comparent aux réseaux d'alimentation des trains rapides par le bas voltage et les sous-stations alimentées par les utilités publiques.

2.2 Compatibilité des modèles électromagnétiques (EMC)

Certains présumant que la majorité des problèmes électromagnétiques a bord du train auront été éliminés par les fournisseurs de matériel. Toutefois il y a plusieurs systèmes auxiliaires qui risquent d'être susceptibles. Les différents standards et fréquences de bases choisies en Amérique du Nord présenteront des solutions différentes et moins sensibles aux effets secondaires des champs électro-magnétiques. Certains produits

seraient déjà disponibles sur le marché Nord-Américain. L'association des Chemins de fer Américains ont acquis certains logiciels d'étude sur la compatibilité électromagnétique pour l'utilisation des compagnies de chemins de fer et de communications (principalement pour les opérations et l'électrification des trains dans le Corridor Nord-Est. La fonctionnalité et la disponibilité de ces logiciels demeurent toutefois à vérifier. Les besoins à évaluer sont:

- l'interférence de l'inversion harmonique des voies adjacentes aux voies de transport marchandises par:
 - le courant de mise à la terre;
 - l'induction mutuelle.
- l'interférence harmonique avec les systèmes de communication adjacent;
- l'évaluation des différentes techniques de réduction sur les unités d'alimentation, sur les filtres embarqués, sur les auto-transformateurs.

3. Autres besoins relatifs à l'électrification

3.1 Le voltage du système

Le système Européen a +/- 25 kV a été adopté pour sa compatibilité avec les lignes 25 kV existantes. D'autres voltages pourraient être plus économiques selon la situation Canadienne.

3.2 Les méthodes de dégivrage

En Europe, la majorité des problèmes dû au gel ne sont pas observables durant les heures de trafics intensif. La fréquence des trains est suffisamment élevée pour ne pas permettre la formation de glace sur le fil. Toutefois, de la glace peut se former durant la nuit. Les méthodes de déglacage consistent soit à chauffer le fil de contact par un courant à basse densité à travers le caténaire ou par un courant à haute densité le matin avant les heures d'opérations normales. Les charges envoyées sur les lignes durant cette période ne permet pas une opération normale. La remise en opération du réseau peut nécessiter plus de 15 minutes.

Il sera nécessaire de vérifier si les basses températures et des fréquences de courant plus basses pourraient favoriser la formation de glace entre le passage des trains. Si tel était le cas, des techniques de prévention ou de dégivrage seront nécessaires même pendant les heures d'opérations. Pour répondre à un tel problème, le programme de recherche anticipé posséderait deux phases:

Phase 1: Évaluation de la fréquence, de la sévérité et du taux d'accumulation de la glace sur les fils portants. Cette recherche peut être effectuée de pair avec

les utilités hydroélectriques par des observations et des analyses sur le terrain et/ou par des simulations dans des chambres à environnement contrôlé.

Phase 2: Selon les résultats des études de la phase 1, le développement et l'amélioration de systèmes adaptés à nos conditions seront nécessaires. Ces projets incluent aussi l'étude des méthodes de branchement du courant réduisant les pertes majeures dans les aiguillages (switches).

SIGNALISATION ET EXPLOITATIONS

Les principaux besoins en équipement de signalisation sont similaires à ceux de d'autres domaines:

- le développement ou la conformité aux normes Canadiennes;
- l'adaptation aux conditions environnementales canadiennes

Standards Canadiens

Il n'y a pas de standards ou de normes nord-américaines spécifiques aux opérations de trains rapides. Actuellement la responsabilité de la démonstration de la sécurité du système appartient aux exploitants. Il n'y a pas de règles ou de méthodologies spécifiques ou de critères de référence pour l'exploitation des trains rapides. Pour répondre aux besoins, les premières étapes seraient:

- Développer des critères de sécurité
- Sélectionner les méthodologies d'évaluation
- développer les outils analytiques supportant les méthodologies.

Ces activités doivent couvrir les aspects de sécurité sur l'ensemble du système de trains rapides. L'industrie ferroviaire nord-américaine a développé les spécifications d'un système avancé de contrôle des trains, ce système serait en mesure de répondre aux exigences des trains rapides.

Nous recommandons d'adopter le système de contrôle des trains(ATCS) proposé par les chemins de fer nord-américain pour les opérations des trains rapides. Le système de contrôle automatique des trains original a d'abord été conçu pour les trains de marchandises, il devra être adapté aux besoins spécifiques des trains rapides (exemple: installer des appareils de contrôle et de détection fiables même pour des impacts de blocs de glace projeté à 300 kmh).

Les sujets de recherche reliés aux systèmes de contrôle des trains sont:

1. Le développement de laboratoire informatique pour supporter le développement du système de contrôle:
 - Les composantes suivantes d'un laboratoire d'informatique pourraient être considérées:
 - Un simulateur d'opération pour tester et développer le centre de contrôle

informatisé:

Ce système simulerait les opérations physiques d'un réseau de chemin de fer et les interventions avec le centre de contrôle. Les limites d'opérations de chaque train seraient transmises par le centre de répartition. Des interventions manuelles aux simulations permettraient de générer différents scénarios.

- Un simulateur de train pour tester et développer les systèmes de contrôle embarqués:

Le simulateur suivant offrirait une interface semblable aux systèmes embarqués sur le train et permettrait de tester différents scénarios et le comportement du personnels chargés d'opérer.

- Un simulateur des communications

Ce système servirait à tester la susceptibilité aux erreurs et les limites de l'environnement de communication entre le simulateur de réseau et le centre de répartition.

2. Des améliorations techniques importantes pourraient susciter un intérêt pour de la recherche et du développement:

- La détection des rails brisés peut être fait selon certaines méthodes:

- une surveillance continue;
- l'électrification du courant de retour pourrait être contrôlé;
- des circuits de surveillance dédié au bris des rails et à faible coûts.

- La fiabilité de l'enclenchement des aiguillages:

Actuellement le système de contrôle automatisé des trains (ATCS) recommande l'utilisation d'équipements traditionnels et d'indicateurs de position. Il s'agit d'un besoin important pour assurer la fiabilité et réduire les délais. L'intérêt porte sur la recherche de solutions efficaces et à moindre coûts pour les enclenchements de croisements.

Des méthodes de prévention de compactage de la neige et de la glace dans les croisements nécessiteraient le développement et l'expérimentation de systèmes mécaniques et électriques plus performants (par exemple, une amélioration des embranchements emboutés ou l'expérimentation de ventilateurs chauffants améliorés pour les embranchements allongés)

- Le développement d'un système de contrôle embarqué adapté aux contraintes opérationnelles locales. Le système devra être adapté aux performances de freinage attendues par les nouveaux équipements et les exigences d'opérations du réseau.

Des tests devront être livrés pour tester et mesurer l'efficacité des communications sol-trains à grandes vitesses.

Il y a aussi des besoins de développement des méthodes nord-américaines et d'adaptation des méthodes européennes pour la conception de toutes les interfaces hommes-machines. Pour la signalisation cela implique de l'étude des interfaces du centre de distribution et des cabines des trains.

D'autres besoins relatifs à la signalisation peuvent être étudiés:

- les traverses à niveau:
Quelles seront les mesures de protection et quelles seront limites de vitesses dans les zones urbaines.
- la performance du freinage avec la formation de glace sur les composantes
- la sensibilité du matériel à la neige et à l'eau
- la détection du glissement de la roue sous des conditions de basses températures et d'humidité extrême.

D'autres besoins relatifs aux opérateurs et à la sécurité pourraient être étudiés:

- une circulation des trains sur des voies partiellement dédoublées:
 - développer des stratégies opérationnelles pour réduire les problèmes de fiabilité;
 - évaluer le système de signalisation pour assurer le même niveau de sécurité qu'un réseau dédoublé;
- la spécification de limite de vitesses recommandées sous de difficiles conditions de température
- la faisabilité de trains plus court avec un wagon de queue;
- l'extension des services sur des lignes non-électrifiées:
 - utilisation d'une traction bi-modale;
 - interchangeabilité entre locomotives à turbines à gaz et les locomotives diesel

Identification of other R-D projects

Socio-Economic impacts of High Speed Rail

Joseph Jones, CIGGT



FAX TRANSMITTAL

Our File: PRO-064

Date: [REDACTED] July 20, 1993

To: JEAN DEMERS

From: JOE JONES

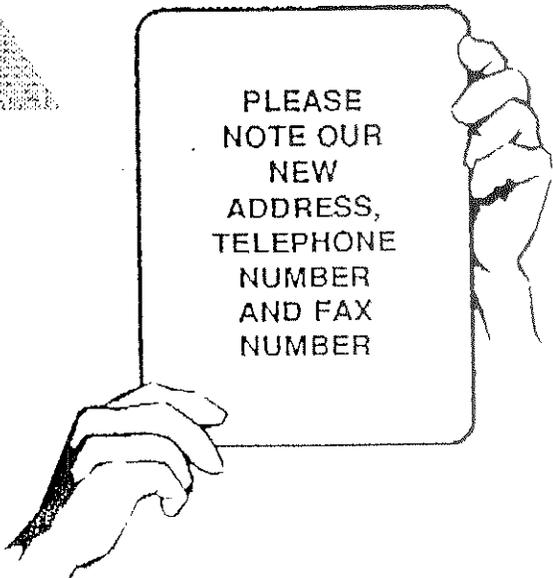
Subject: DRAFT. RE. SOCIO-ECONOMIC RESEARCH TOPICS

Number of pages sent (including cover transmittal page) _____

If you did not receive all of the attached pages, please call (613) 634-3030 A.S.A.P.

I have put together some notes on socio-economic research projects for input to the feasibility study. These have been forwarded to Bill Harris for his comments. Will let you know how it goes.

The demand forecasting topics were put together in consultation with Marc Gaudry



PLEASE
NOTE OUR
NEW
ADDRESS,
TELEPHONE
NUMBER
AND FAX
NUMBER

Canadian Institute of Guided Ground Transport
598 Cataragui Woods Drive, Suite 9
Kingston, Ontario K7P 1T8
Phone: (613) 634-3030 Fax: (613) 634-3088

SOCIOECONOMIC IMPACTS OF HIGH-SPEED RAIL

The global social and economic impacts from the implementation of high speed rail in Europe and Japan have been positive. Socioeconomic impact analyses conducted both prior to and post system implementation have indicated substantial net benefits, derived from time savings, improved safety, reductions in energy requirements, reductions in emissions and other factors. Nonetheless, there is scope for socioeconomic research in a number of areas associated with high speed rail. These include:

- Human Factors/Safety Issues
- Market Analysis/Demand Forecasting Issues
- Economic/Policy Issues

A. HUMAN FACTORS/SAFETY ISSUES

A.1 Safety Considerations (High Speed Operators)

Objective: To investigate and identify safety considerations for the introduction of a high-speed passenger train system in the Quebec-Windsor corridor. Emphasis will be on man-machine interface, human factors and training, reliability, fail-safe on board processor, computer aided management.

Cab-signalling is the basic change in man-machine interface in HSR. This requires a complete review of the thinking behind the rail system. Cab signalling eliminates visibility problems associated with conventional ground signalling. Information is displayed permanently, instead of fleetingly. The requirement of the research is to identify man-machine interface requirements for the Canadian system, e.g. for handling new procedures. A thorough analysis of the cognitive process for train drivers is required, to understand their role in conjunction with rail traffic reliability. Driver training methods will feature the use of train simulators (as currently used by CN at Gimli, only adapted to HSR operating conditions). This will help drivers acquire the necessary practice to master events which cannot be simulated easily in conventional training sessions (where trainsets with a high capital cost have to be made available). [Check with GWE: are we reinventing the wheel?]

The main functions of the on board processor are to: acquire traffic data transmitted by the track and train characteristics; accurately locate the position of the train inside each block section and measure its speed at any given time; calculate the authorized speed limit on the basis of the train's current position and any emergency brake commands; record and diagnose the system's operating condition. For this reason, the on board processor has to be based on a fail-safe design suitable for the Canadian environment.

A.2 Health Effects of Electromagnetic Fields on Humans

Passengers and transportation workers are exposed to electromagnetic fields (EMF) on both maglev and HSR systems because of their use of electric propulsion and onboard power capabilities. Wayside residents would also be exposed, although the magnitude of exposure

declines sharply with distance from the right of way. The extent and magnitude of health risks associated with exposure to EMF is poorly understood, while key methodological issues of modelling and measurement remain unresolved. The U.S. Federal Railroad Administration, in conjunction with the Volpe National Transportation Systems Center, is undertaking a major R&D program on the health effects of magnetic fields associated with maglev and HSR.

Recommendation: given the magnitude of this research problem, the consortium would be advised to focus on monitoring the U.S. research efforts.

B. MARKET ANALYSIS/DEMAND FORECASTING ISSUES

B.1 Behaviour of Automobile Users

Objective: To segment the automobile traveller market, in order to understand modal choice processes and to determine what attributes other than fare, frequency and trip time would have to be offered by an HSR service to penetrate this market.

The share of the automobile in intercity travel is extremely high in the majority of the main corridor markets, with a few exceptions, such as business travel between Montreal and Toronto. Given the relatively small size of the total intercity travel market in the Quebec-Windsor corridor, significant HSR market penetration will require considerable diversions from the automobile. Diversions from other public modes will not be enough, while the magnitude of 'induced' demand will be limited by the fact that intercity travel is cheaper, more convenient and therefore more extensive than was the case in pre-Shinkansen Japan or pre-TGV France.

Despite a number of demand modelling exercises which have been carried out over the past decade, the understanding of the behaviour of automobile users is still relatively primitive. The conventional modal choice formulations employed in these studies assume that travellers make tradeoffs based on cost, frequency and trip time. While this rational, compensatory approach may represent the decision process of travellers who are open to the idea of taking a public mode, it tells us little of the travellers who have not reached that stage. A more reasonable hypothesis is that there is no universal choice process, but a variety of processes, depending on needs and benefits of each user segment.

B.2 Spatial structure of O-D Matrices

Currently, models that explain O-D flows are structurally consistent with Luce's IIA axiom because the ij flow depends only on ij fares and service levels (the double constraints of distribution models modify this in appearance only - and have problems of their own).

However HSR must change the flows for other than O-D pairs whose generalized cost/impedance was affected.

B.3 Mode choice and full utility functions

The detection of thresholds and captivity is reasonably clear in theory with the sort of models incorporated in TRIO (Box-Cox Logit, DOGIT, INVERSE POWER TRANSFORMATION LOGIT) but the very richness of the possible specifications will require much testing. In

particular, as it is possible with many of these forms to introduce all network characteristics of all modes into all utility functions, we are back in classical micro, where all prices matter. Much work should be done to isolate the practical from the possible.

One tough subset of problems has to do with pair-specific reactions. The basic current structures made it very difficult, within the context of a mode device model, to isolate car->train shifts separately (and coherently) from air->train shifts, for instance.

B.4 Aggregation over different services of the same mode

With multiple fare classes and service levels, it becomes ever more difficult to aggregate over different sets of paths (for the same mode) to obtain a unique value for that mode (one which would be usable in the mode choice or demand model). One solution could be to extend the definition of modes. (e.g. HSR and Low Speed Rail).

C. ECONOMIC/POLICY ISSUES

C.1 The Impact of HSR on the Spatial Distribution of Activities

Transportation has always had a greater or lesser impact on the spatial distribution of activities. Particularly since the dawn of the railway age, the destiny of individual towns and regions has often hinged upon the quality of the transportation services which linked them with their trading partners or their administrative/cultural reference points. Presumably the impact of a high speed transportation system such as an HSR is all the more powerful. But how does one measure the impact of HSR on the spatial reallocation of activities? To take an extreme case, would HSR suburbanize Montreal into the "Greater Toronto region"? Would HSR be a centralizing force? Or would it, on the other hand, allow businesses to relocate out of Toronto, taking advantage of the opportunity to travel into the metropolitan area for meetings, while benefitting from the cheaper cost of doing business in other centres (e.g. London, Kingston). Considerable empirical work has been done on this subject in Europe by Bonnefous, Vickerman and others. However, the answers to these questions can only be determined with respect to an analysis which is grounded in a knowledge of specific North American corridors.

C.2 Road User Charges: Implications for HSR

The demand for high speed rail services has been estimated using modal choice models which have the following characteristics:

- the "fares" for automobile travel are typically set at or close to base year levels; and
- the fare is set in terms of x cents per km, with no consideration as to how use of the highway is charged.

Fare elasticities for automobile travel are typically low. This raises the issue of whether the lack of responsiveness of car drivers is simply a 'real life' phenomenon or whether it reflects the current mix of road user charges. In particular, would more visible types of charges, for example, tolls, elicit different types of responses from highway users?

Identification of other R-D projects

Adaptation of high-speed train technologies for North America

Canac International

CANAC - SERVICES NORD-AMÉRICAINS

1100 rue University/7ième étage

Montréal (Québec)

H3B 3W7

Téléphone : 399-7195

Télécopieur: 399-3967

TÉLÉCOPIE

Date:

Le 17 JUIN 1993

À:

M. JEAN DEMERS

Compagnie: CONSORTIUM DE RECHERCHE SUR LES TRAINS
RAPIDES

Numéro de télécopieur : 383-7040

De:

R. MASSE

No. de pages incluant cette page: 5

Message:

Tel que promis à la réunion du 14 JUIN
voici la liste des projets de R & D
que nous avons prévus pour l'adapta-
tion des technologies de trains
à haute vitesse.

P. de Villers
pour R. MASSE

RESEARCH & DEVELOPMENT PROJECTS

ADAPTATION OF HIGH SPEED TRAIN TECHNOLOGIES FOR NORTH AMERICA

A) ROLLING STOCK

1. Weather Sensitivity

Investigate the effects of high and low temperatures and snow on the operation of the rolling stock.

- a) Snow ingress (passenger doors).
- b) Need for vestibule partitions and doors.
- c) Insulation requirements.
- d) Water system and drains.
- e) Snow accumulation on trucks, under and between cars.
- f) Compressed air system.
- g) Air intakes design.

2. Retention of Truck Dynamic Characteristics

Hydraulic dampers operation in cold weather.

3. Investigation of the Snow Clearing Ability of the Train

- Operation during and after snow storms.
- Capability of the train to clear its own path.
- Effect of snow projected from one train onto another and onto a parallel track.

4. Traction Motor Gearing

Review the choice of gear ratio with regard to the traction motors power, the number of trailers, grades, snow etc.

5. Utilization of Vehicles of Different Lengths

Review rolling stock on the basis of planned trains operation and maintenance facilities to determine the advantages of keeping all cars of the same length.

A) ROLLING STOCK (cont'd)

6. Crashworthiness

Verify that all car bodies of considered technologies have sufficient strength.

7. Pressurization

Determine if this is required for the operations considered.

8. Rolling Stock Maintenance

Assure that systems and components design simplify the problem of diagnostic and accessibility and produce general ease of maintenance.

9. Operation on Regular Tracks

Operation on tracks other than the high speed limited access rights of way.

- Ride quality, truck performance speed, etc.
- Operation on level crossings.
- Effects of packed snow at level crossings.
- Crashworthiness.

B) ELECTRIFICATION

1. Pantograph - Catenary Dynamics

- Analysis of competitive systems.
- Use of stagger as a deterrent to wind shift (catenary)
- Wire clamping improvement.
- Reduction of messenger wire failure.
- Optimum spacing of two or more pantographs.

2. Design and Location of Power Substations

- Locate and size installations with power companies.
- Use of capacitor stations.
- Use of regenerative braking.

3. Ice Accumulation on Catenary

Review and test of different methods of ice removal.

C) TRACK AND ROADBED

1. Geotechnical Investigation

To facilitate the geotechnical investigation required to insure optimum grade construction quality, develop a technology to quickly and effectively evaluate soil bearing and drainage qualities during construction.

2. Route Integrity

To better control the use of "extreme temperature slow orders", develop a technology to monitor tensile and compressive forces in the rails.

3. Winter Operation

Research into the operating problems associated with high density operation in heavy snow fall situations.

- Clearing of snow in terminus yards.
- Effect of noise barriers (producing snow drifts).
- Accumulation of snow on stored trains.
- Cost of covered tracks versus snow clearing.
- Operation of long length turn-outs.

D) SIGNALS AND COMMUNICATIONS

1. Upgrading ATCS for High Speed Operation

Incorporate the full range of ATCS functions with CTC to provide the level of sophistication and automation required for the nature and volume of traffic.

2. Safety Aspects of Signalization System

- Verify the integrity of data reception and transmission to and from the train as well as the track and route integrity and predictive braking systems validation.
- Adapt the diagnostic system to the North American equipment.

3. Protection of Roadbed and Track Side Signalling Equipment

Review equipment and installation to assure ability to withstand snow removal activities.

E) BRIDGES AND STRUCTURES

1. Disposal of Waste

Investigation, design and coordination of car born, terminal stations and repair shop installations.

2. Snow and Ice Melting Facilities

Trains de-icing facilities to reduce down time in repair shops .

3. Covered Storage Tracks

Review implications and cost of covering the tracks in critical areas.

Hivernisation du matériel roulant

- Accumulation de neige et formation de glace dans le pare-brise
- Formation de glace sur le toit des voitures
- Obstruction des grilles d'aspiration/ventilation par la neige ou la glace
- Formation de glace et accumulation de neige nuisibles à l'opération des pantographes
- Blocage du mécanisme d'opération des portes et des plates-formes par la glace
- Formation de glace entre les voitures et sur les bogies
- Hivernisation des systèmes de chauffage, de ventilation, d'eau potable et d'eaux usées, d'air comprimé, des roulements et les articulations et des lubrifiants

André Fontaine, Bombardier



Bombardier Inc.
Groupe matériel de transport
1101, rue Parent
St-Bruno (Québec) Canada J3V 6E6
Téléphone: (514) 441-2020
Télécopieur: (514) 441-1515

IAP93-182

Le 18 octobre 1993

M. Jean Demers
Consortium de Recherche sur les
technologies ferroviaires
75 rue de Port-Royal est
Bureau 600
Montréal, Qc
H3L 3T1

SUJET: *Etude pour l'hivernisation / matériel roulant*

Monsieur Demers,

Tel qu'entendu, vous trouverez ci-joint les documents qui vous permettrons
d'introduire les divers sujets discutés dans votre approche pour obtenir du
financement.

Cordialement,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "AGF".

André G. Fontaine
Directeur
Project TGV

AGF/dt
P.J.

CONSORTIUM DE RECHERCHE

TRAINS RAPIDES

L'opération du matériel roulant à grande vitesse, sous des conditions climatiques hivernales en sol canadien et nord-américain, dépend en grande partie du type de technologie utilisé et des connaissances des concepteurs des problèmes reliés à cette exploitation.

Les sujets identifiés par le Consortium canadien de recherche, comme points d'étude sur l'adaptation du matériel roulant à haute vitesse sous conditions hivernales sont:

- Accumulation de neige et formation de glace dans le pare-brise,
- La formation de glace sur le toit des voitures,
- L'obstruction des grilles d'aspiration/ventilation par la neige ou la glace,
- Le blocage du mécanisme d'opération des portes et des plates-formes par la glace,
- La formation de glace entre les voitures et sur les bogies,
- La formation de glace et l'accumulation de neige pouvant empêcher l'opération des pantographes,
- Autres sujets tels systèmes pneumatiques, conduites d'eau, etc.

Accumulation de neige et formation de glace dans le pare-brise

L'accumulation de neige dans le pare-brise, due aux précipitations de neige, est en premier lieu associable à la géométrie du pare-brise. C'est-à-dire que la convexité et la verticalité du pare-brise sont des paramètres essentiels à la prévention de toute accumulation de neige.

Les essuie-glace se doivent d'être puissants afin d'assurer une excellente vision surtout lorsqu'il s'agit de précipitations de neige fondante. La neige fondante en plus d'être lourde, s'agglomère le long de l'essuie-glace et à l'extrémité de sa course pour former en gelant un rempart de glace jusqu'à ce que la vision devienne suffisamment restreinte pour empêcher l'opération du train.

Même si la signalisation cabine permet l'opération du train à pleine vitesse, l'opération à moins de 160 km/h s'effectue à vue de sorte que l'opérateur doit être en mesure de lire la signalisation ferroviaire et d'arrêter au bon endroit en gare. Ce genre de situations peut se retrouver à l'entrée des villes où se retrouve la signalisation ferroviaire classique ou dans les cas de demande de ralentissement pour des raisons de travaux, etc. Pour tous les cas d'opération, le pare-brise se doit d'être complètement dégagé.

L'étude de ce problème passe certainement par l'examen de l'écoulement d'air sur le pare-brise et l'étude de l'utilisation de câbles chauffants.

La formation de glace sur le toit des voitures

Il convient de voir quels sont les mécanismes qui régissent la formation de glace due à l'accumulation de la neige sur le toit des voitures suite aux chutes de neige et de convenir des mesures préventives à prendre.

Les problèmes éventuellement engendrés par l'accumulation de neige et par la formation de glace sont des problèmes de sécurité aux environs du train en raison des masses de glace qui peuvent en se détachant aller percuter des véhicules, habitations, piétons, passagers en attente sur un quai ou trains circulant en sens inverse.

Un bloc de glace qui se détache du toit d'un véhicule peut peser jusqu'à 50 kg et peut frapper à une vitesse de 300 km/h. Si un train venait en sens inverse et que le bloc de glace heurte le ballast, il pourrait aussi projeter celui-ci sur le train pouvant briser sans difficulté le pare-brise et autres parties extérieures de ce dernier.

On doit donc trouver une solution efficace avant la mise en service du train.

L'obstruction des grilles d'aspiration/ventilation par la neige

L'obstruction des grilles d'aspiration/ventilation par la neige ou la glace résultant de l'action du givre ou verglas pourrait causer par surchauffe des bris à certains équipements électriques. Ceci pourrait éventuellement dégrader les performances du train ou même le paralyser.

Les systèmes C.V.A.C. (chauffage, ventilation et climatisation) quant à eux, seraient privés de l'apport d'air nécessaire à leur bon fonctionnement.

Le blocage du mécanisme d'opération des portes et plates-formes par la glace

Sous des conditions hivernales, la neige, la glace et le sel peuvent entraver sérieusement l'opération des portes et des plates-formes. Les mécanismes d'ouverture et de fermeture des portes et plates-formes doivent donc être mieux protégés.

Le blocage d'ouverture et de fermeture des portes et des plates-formes peut causer des retards importants aux arrêts, allant jusqu'à l'immobilisation du train.

L'utilisation du sel servant à faire fondre la neige peut avoir pour conséquence une infiltration de cette neige fondante dans les mécanismes d'ouverture et de fermeture des portes et plates-formes. Ce phénomène d'infiltration d'eau salée amènera tôt ou tard des problèmes de corrosion qui ne peuvent être évités à moindres coûts que si des dispositions spéciales sont prises dès la conception.

La formation de glace entre les voitures et sur les bogies

L'accumulation de neige et la formation de blocs de glace, entre les voitures et sous les bogies en cours de trajet, peuvent causer des bris à certaines pièces et équipements du matériel roulant. L'étude et la simulation par essais de l'écoulement de l'air à l'interface inter-caisse sont donc obligatoires pour trouver des solutions de protection efficaces.

La formation de glace et l'accumulation de neige pouvant empêcher l'opération des pantographes

L'opération adéquate des pantographes peut être affectée par les conditions climatiques. Ainsi, l'accumulation de neige et la formation de glace résultant du givre, du verglas ou de neige fondante peuvent être particulièrement nuisibles à cette opération. L'action isolée ou combinée de chacun de ces facteurs pourrait varier de l'incapacité de manoeuvrer le pantographe jusqu'au bris de ce dernier.

Il est donc essentiel d'examiner les divers scénarios pour ensuite proposer des solutions qui pourraient rendre transparente l'opération du pantographe durant l'hiver. Ici les conditions statiques et dynamiques doivent être considérées.

Autres sujets

Systèmes d'eau potable et d'eaux usées

Sous le climat québécois, il arrive qu'il fasse -30°C certains jours. Il faut donc examiner des solutions pour prévenir le gel des systèmes d'eau potable et d'eaux usées. Le gel de conduites pourrait non seulement causer des dommages mais entraînerait inévitablement la paralysie du train et un manque à gagner important.

Les risques de gel peuvent être éliminés en privilégiant l'isolation thermique, le chauffage par câble, l'utilisation de solutions à faible température de solidification (pour l'eau des toilettes seulement) et l'élimination des sections en U des conduites pour permettre un drainage adéquat. Différentes solutions devront être étudiées et proposées et ces solutions devront respecter le mieux possible les contraintes d'espace et de poids.

Systèmes C.V.A.C. et isolation thermique

Les basses températures, rencontrées au Canada et plus particulièrement au Québec, doivent être prises en compte lors du dimensionnement du système C.V.A.C. et du choix de l'isolant thermique. Pour ces deux items, il faudra être capable d'obtenir de meilleures performances en respectant les contraintes de poids et d'espace. L'isolant thermique recherché occupera donc un volume similaire à celui présentement utilisé mais devra être plus efficace afin de répondre aux besoins d'une opération de trains rapides en sol canadien.

Système d'air comprimé

Les basses températures pourraient être nuisibles au système d'air comprimé car sous les 0°C , il y a cristallisation de l'humidité de l'air contenue dans le système. L'obstruction graduelle des conduites et filtres peut conduire à la paralysie totale des rames puisque l'air comprimé est essentiel à l'opération des freins, des suspensions pneumatiques, des portes et plates-formes, pantographes, et contrôle certaines fonctions des systèmes C.V.A.C. la détection du bris des arbres de transmission, etc.

La paralysie du train entraîne bien évidemment des frais d'entretien et de remplacement des pièces mais aussi des pertes importantes de revenus.

Roulements et articulations

Le comportement des roulements (essieux) et articulations est influencé par les grandes variations de température, parfois rapides, et par les basses températures.

Les phénomènes de dilatation/contraction qui découlent des variations de température réduisent les performances (vie de la pièce) ou peuvent même empêcher l'opération sécuritaire et fiable de certains composants.

Lubrifiants

Les lubrifiants (graisses et huiles) soumis à de grandes variations de température ou à de basses températures peuvent, dans certains cas, se séparer en différents composants par absorption d'humidité (condensation) .

Il en résulte une dégradation rapide des lubrifiants qui perdent leurs propriétés de «film» ou pellicule séparant les corps solides ce qui cause une friction accrue et une dégradation rapide des pièces en contacts. L'augmentation de la viscosité à basse température peut aussi nuire considérablement à la circulation des lubrifiants ce qui contribue encore à réduire la vie des composants.

Winterizing of rolling stock

Letter of Via Rail Canada, dated October 29, 1993



VIA Rail Canada Inc.

PO. Box 8116, Station A
Montreal, Quebec
H3C 3N3

C.P. 8116, Succursale A
Montréal (Québec)
H3C 3N3

Equipment
Maintenance

Maintenance du
matériel roulant

29 October 1993

File No.: GA-012-00

Ref.: C1L04257

Mr. J. Demers
Project Director and
Coordinator
**CONSORTIUM DE RECHERCHE SUR
LES TECHNOLOGIES FERROVIAIRES**
75 Port-Royal Street East,
Suite 600
Montreal, Quebec H3L 3T1

Subject: Ice Formation

In reference to the minutes of meeting of the Consortium, of October 4, 1993, VIA has reviewed the impact on maintenance of rolling stock due to winter conditions.

From VIA's operating experience, the common problems resulting from winter operation are as follows:

EXTERIOR ELECTRICAL SYSTEMS

It has been our experience that condensation, and fine blowing snow, penetrate into switches, junction boxes and connectors, causing electrical grounds and long term corrosion.

Heat generated by exterior electrical systems causes ice formation from melting snow. This can result in breakage due to the weight of the ice, and delays in servicing components, while ice is removed.

The accumulation of ice on intercar jumper cables can also cause loss of contact at the receptacles.

BRAKE SYSTEM

Heat generated by braking causes ice formation on brake components, from melting snow. On tread brake systems, equipped with composition shoes, this can result in longer stopping distances.

This can also cause delays in changing of brake shoes and pads, while ice is removed.

WATER SYSTEMS

Adequate and reliable heat tracing is essential on piping and drains to prevent freezing. This however, also causes ice accumulation, especially on drains, which again necessitates ice removal if maintenance access is required.

Water filling valves become frozen and are difficult to open.

Proper draining of all water systems is essential when equipment is out of service, to prevent freeze damage to piping and components.

SNOW INGRESS

Proper sealing of doors and steps, diaphragms, and carbody penetrations, is essential to prevent the ingress of fine blowing snow. Door sills must have heat tracing and drains to prevent ice formation from melting snow.

Air velocity must be kept low at inlets to prevent snow accumulation on filters and plenums require drains for melting snow.

MATERIAL SELECTION

Proper material selection is important for components exposed to cold temperatures. Plastics become brittle and the Charpy V Notch toughness of metals becomes an important criteria in specifications.

COMPRESSED AIR SYSTEM

An adequate air drying system, for the compressed air, is critical to avoid condensation and freezing of the air brake and water raising systems.

29 October 1993

File No.: GA-012-00

Ref.: C1L04257

WASHING

Washing of the exterior of the train can cause freeze up of doors, keyholes, etc.

I trust this gives the Consortium an insight into the maintenance problems associated with operating passenger trains in Canada's climate.



*R. Becker
Senior Specialist
Configuration Management*

*c.c. G. Herman
A. Mercier*