

INNOVATION

NUMÉRO 10 JUIN 2001

TRANSPORT

BULLETIN SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE

mtq.gouv.qc.ca/innovation/innovation.htm

DOSSIER

**LE TRANSPORT FERROVIAIRE DES MARCHANDISES
DANS LA RÉGION DE LA CHAUDIÈRE-APPALACHES**

Québec 
Ministère des
Transports

No 97

**PROJET DE RECHERCHE
AUSCULTATION DES DALLES DE STRUCTURES
PAR RADAR 3**

**DOSSIER
LE TRANSPORT FERROVIAIRE
DES MARCHANDISES DANS LA RÉGION
DE LA CHAUDIÈRE-APPALACHES 6**

**ROUTES ET STRUCTURES
PLANCHES EXPÉRIMENTALES D'ENROBÉS
AVEC BARDEAUX D'ASPHALTE RÉALISÉES
EN 1998 et 1999 13**

**SÉCURITÉ DE
L'INFORMATION
LA NOUVELLE DIRECTIVE SUR LA SÉCURITÉ DES
SYSTÈMES D'INFORMATION 20**

PARUTIONS RÉCENTES 22

**CONGRÈS ET
CONFÉRENCES 23**

INNOVATION TRANSPORT est réalisé par le Centre québécois de transfert de technologie routière et édité par la Direction des communications du ministère des Transports du Québec. Il est maintenant diffusé sur Internet à l'adresse suivante : <http://www.mtq.gouv.qc.ca/innovation/innovation.htm>

Rédaction : *Dominique Duchesne*

Révision linguistique : *Direction des communications*

Supervision graphique : *Jean-Pierre Tremblay*

Conception : *Tandem Conception et Infographie inc.*

Impression : *Imprimerie Laurentide inc.*

Photogravure : *Composition Orléans*

Pour obtenir de l'information supplémentaire, il suffit de s'adresser à :

Ministère des Transports du Québec

Observatoire en transport

700, boul. René-Lévesque Est, 21^e étage

Québec (Québec), G1R 5H1

Téléphone : (418) 643-6039

Télécopieur : (418) 646-2343

Courrier électronique : doduchesne@mtq.gouv.qc.ca

Dépôt légal

Bibliothèque nationale du Québec

ISSN - 1480-610X

Tirage : 1900 exemplaires

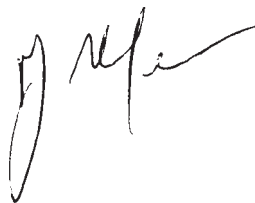
LE TRANSPORT FERROVIAIRE DES MARCHANDISES DANS LA RÉGION DE LA CHAUDIÈRE-APPALACHES

Le Programme d'aide à l'amélioration des infrastructures de transport ferroviaire mis sur pied par le ministère des Transports du Québec (MTQ) est en vigueur depuis le mois d'avril 2000. Ce programme, annoncé dans le Discours sur le budget du 9 mars 1999, dispose d'une enveloppe de 19 M\$, répartie sur cinq ans, affectée à la restauration et à l'amélioration des infrastructures ferroviaires des chemins de fer d'intérêt local (CFIL). Il vise donc particulièrement le réseau secondaire et comporte deux volets : la réhabilitation des lignes secondaires exploitées par un CFIL et la mise en place d'infrastructures liées à des lignes ferroviaires ayant un potentiel intermodal.

Le programme a pour objectifs de favoriser le maintien des infrastructures ferroviaires sur le territoire québécois, afin d'assurer l'intégrité du réseau et du système de transport, et de revitaliser le rail en vue d'assurer la complémentarité avec les autres modes et de développer l'intermodalité.

En novembre 1999, le gouvernement du Québec décidait d'appuyer financièrement la réhabilitation et la relance du Chemin de fer Québec Central (CFQC), un CFIL situé dans les régions de la Chaudière-Appalaches et de l'Estrie, en raison de l'importance de ce chemin de fer pour la vitalité économique de ces régions. Le projet de relance nécessitait des investissements de 16,8 M\$. L'aide financière prit alors la forme d'une subvention de 6 M\$, à laquelle vint s'ajouter une garantie de 3,5 M\$ liée à l'acquisition de l'emprise ferroviaire, ce qui portait l'engagement gouvernemental à 9,5 M\$. Cet engagement s'inscrit dans le cadre du Programme d'aide à l'amélioration des infrastructures de transport ferroviaire.

La relance du CFQC fait l'objet du dossier du présent numéro. Comme il s'agissait de remettre en exploitation un service ferroviaire inactif depuis plus de dix ans, le CFQC peut être considéré comme un cas unique. Cet article dresse également un portrait de la situation du transport ferroviaire des marchandises dans la région de la Chaudière-Appalaches.



André Meloche, directeur

Direction du transport maritime, aérien et ferroviaire



AUSCULTATION DES DALLES DE STRUCTURES PAR RADAR

Par Jamal Rhazi et Gérard Ballivy, Université de Sherbrooke

Josée Normandeau, Direction des structures, ministère des Transports du Québec

INTRODUCTION

La détection de la délamination dans les dalles des tabliers de ponts est un défi technologique. Les dalles sont en effet recouvertes d'un enrobé bitumineux dont l'épaisseur peut varier, et ce, sur un même tablier. Par ailleurs, l'épaisseur des défauts recherchés (délaminage) est faible, de l'ordre de 1 à 2 mm. Plusieurs procédés de contrôle ont été mis au point ces dernières années pour résoudre ce problème: l'essai de potentiel de corrosion (ASTM C875), l'impact-écho, l'analyse spectrale des ondes de surface, le radar, la thermographie infrarouge, etc. Chaque technique a ses possibilités et ses limites propres.

Parmi la panoplie d'outils existants, l'essai de potentiel de corrosion est le plus utilisé pour l'évaluation de l'état des dalles (voir Innovation Transport, octobre 1999). Cet essai ne permet pas la détection de la délamination, mais fournit une indication sur la corrosion (nulle, minimale ou avancée), et donc sur la présence potentielle d'endommagement. Les résultats obtenus correspondent généralement aux contrôles faits sur le chantier. Toutefois, cet essai est destructif et nécessite la mobilisation des structures pendant

plusieurs heures, ce qui pose des problèmes, en particulier dans les zones urbaines. Par contre, le radar, qui est une des méthodes employées pour la détection de la délamination, est très attrayant pour la majorité des gestionnaires et propriétaires d'ouvrages d'art. Cette technologie est en effet rapide, non destructive et peut être utilisée dans le cadre d'une évaluation de niveau réseau (technologie à grand rendement). Malheureusement, le radar n'est pas encore accepté par tous les ingénieurs, car sa fiabilité n'est pas satisfaisante.

Un projet de recherche a été mis sur pied en 1997 par le Groupe de recherche sur l'auscultation et l'instrumentation (GRAI) de l'Université de Sherbrooke, en collaboration avec le ministère des Transports du Québec. Un des objectifs de ce projet est de définir les possibilités réelles du radar pour détecter le délaminage dans les dalles de structures. Une dizaine de dalles de tabliers de ponts ont fait l'objet d'essais d'auscultation au moyen de cette méthode. Des essais de potentiel de corrosion et de résistivité électrique ont également été effectués sur ces structures. Les résultats de ces essais ont, dans la majorité des cas, été confirmés par le sondage mécanique des dalles (marteau et chaîne) après que l'enrobé bitumineux eut été enlevé.

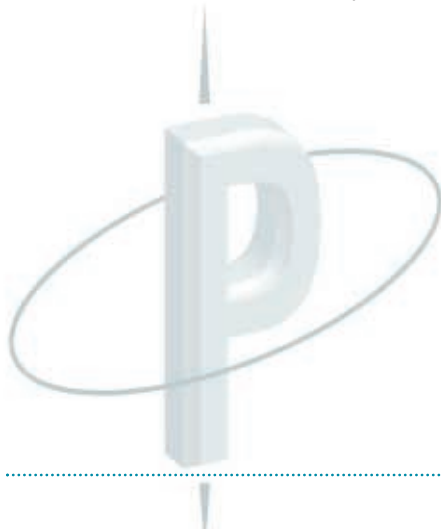
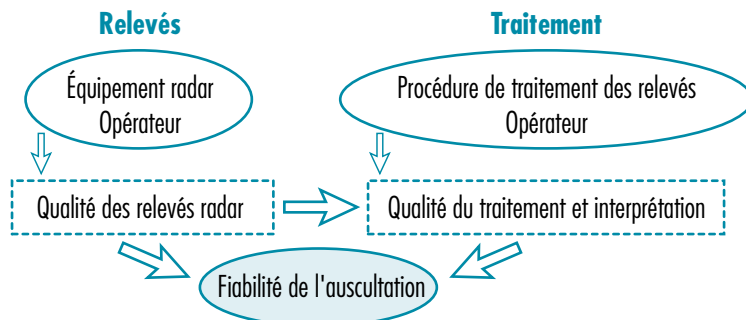
FIABILITÉ DU RADAR

La fiabilité de l'auscultation par radar (fig. 1) repose sur deux facteurs importants: la qualité des relevés et le traitement des relevés et de l'analyse. La qualité des relevés dépend à la fois de la capacité de l'équipement radar utilisé à mettre en évidence les discontinuités recherchées (interfaces) dans un milieu donné et de l'ajustement des paramètres d'acquisition effectué par l'opérateur. La fiabilité de l'auscultation dépend étroitement de la qualité initiale des relevés, et cela quel que soit le type de traitement de ces relevés.

Le traitement des données consiste à utiliser des outils de traitement du signal pour en extraire l'information recherchée. L'approche utilisée pour le traitement des données doit d'abord être établie, puis justifiée en posant la question suivante: quel est le paramètre des relevés radar le plus sensible aux discontinuités recherchées, et pourquoi? La fiabilité du traitement est donc fonction de l'approche adoptée.

Enfin, l'expérience de l'opérateur en matière d'ondes électromagnétiques, d'équipements radar, de procédés de traitement du signal et de travaux sur site est importante, car l'auscultation n'est pas qu'une science, c'est aussi un art.

Figure 1 : Facteurs dont dépend la fiabilité du radar



TRAVAUX RÉALISÉS

Les travaux réalisés en 1998 par le GRAI ont porté sur les deux principaux facteurs dont dépend la fiabilité de l'auscultation par radar, qui ont été mentionnés précédemment. Ainsi, afin de déterminer quel est l'équipement radar qui offre la meilleure qualité de données et qui est le mieux adapté au problème à résoudre, une étude comparative des différents équipements radar les plus utilisés au monde pour l'évaluation de l'état des dalles des tabliers de ponts a été réalisée. Ces équipements sont :

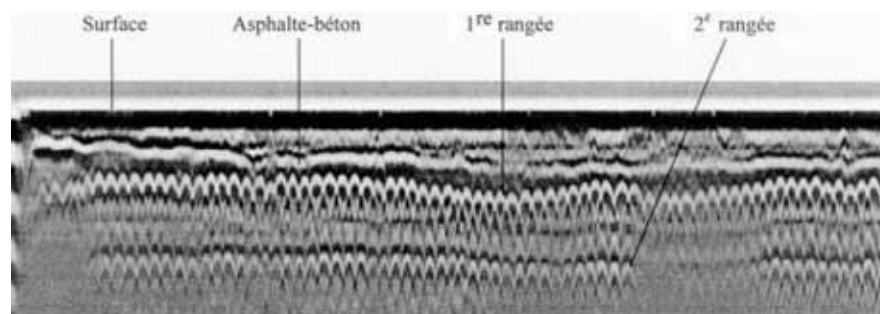
- le radar GSSI SIR 10 avec des antennes horn (≈ 30 cm du sol) de 1 GHz,
- le radar Penetradar avec des antennes horn (≈ 30 cm du sol) de 1 GHz,
- le radar Pulse EKKO 1000 avec des antennes couplées au sol de 1,2 GHz,
- le radar GSSI SIR 10 avec des antennes couplées au sol de 1,5 GHz.

Les relevés radar produits par ces différents équipements ont été collectés le même jour, sur les mêmes dalles (des viaducs McDonald et Saint-Régis à Montréal) et le long des mêmes lignes de mesure (profils). Cela est essentiel pour établir des conclusions fondées en ce qui concerne cette étape cruciale de l'auscultation.

La qualité des relevés radar a été évaluée selon deux critères : la visibilité des interfaces et la visibilité des discontinuités dans les profils radar. Les constatations suivantes ont été établies à partir de l'analyse visuelle des profils radar collectés par les différents systèmes.

- (a) Seul le radar SIR 10-Sol est capable de définir l'interface asphalte-béton. Les systèmes Penetradar, SIR 10-Horn et PulseEkko 1000 ne la détectent que sur environ 60 % de la longueur totale des profils, lorsque l'épaisseur du recouvrement d'asphalte est importante (>11 cm).

Figure 2: Exemple de profil radar collecté à l'aide du système GSSI SIR 10-sol (1.5 GHz)



- (b) La première rangée d'armatures est visible sur tous les profils.
- (c) La visibilité de la deuxième rangée d'armatures est meilleure sur les profils radar collectés avec des antennes au sol ; le radar SIR 10-Sol en donne la meilleure définition. Dans le cas du système PulseEkko, cette deuxième rangée est généralement largement masquée par les interférences sur la première rangée.
- (d) La visibilité de la fin de la dalle est généralement très mauvaise.
- (e) Seuls les radars avec des antennes au sol permettent la mise en évidence des armatures individuelles. Le radar SIR 10-Sol est l'équipement qui permet la meilleure visualisation des armatures individuelles.

Cette étude comparative de la qualité des relevés radar a montré sans conteste la supériorité du radar GSSI SIR 10-Sol. Par ailleurs, aucun des systèmes radar utilisés ne permet la détection directe de la délamination. Cela est attribué, d'une part, à la faible dimension des délaminations et, d'autre part, à la prédominance des réflexions provenant des armatures.

Afin de déterminer quelle méthode de traitement des données fournit les résultats les plus précis, on a procédé à une comparaison des différentes méthodes existantes :

- intensité des réflexions des ondes radar sur le premier rang d'armatures : les valeurs faibles de cette intensité sont associées à la présence de la délamination;
- détermination de la constante diélectrique du béton (procédure d'Infrasense inc.): les valeurs élevées de cette constante sont indicatrices de la présence potentielle d'endommagement.

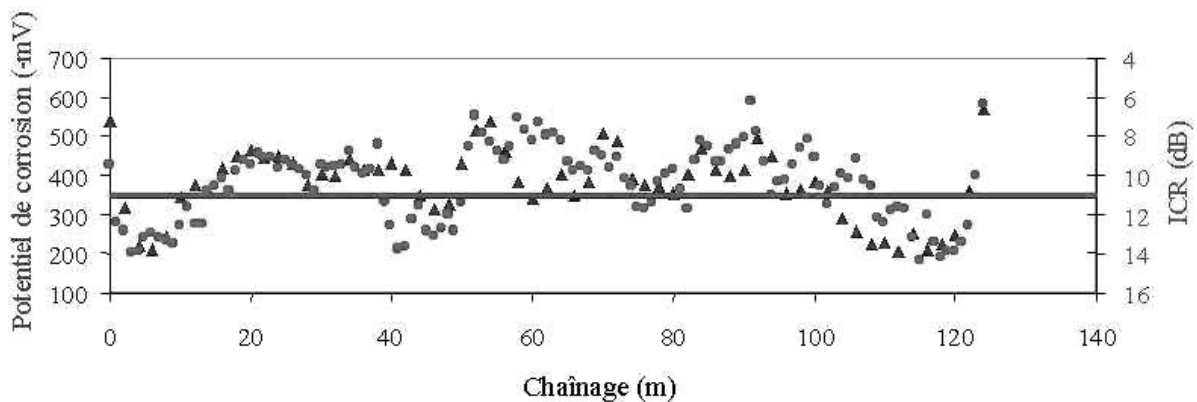
La synthèse des analyses a permis de constater que la fiabilité de ces méthodes de traitement des données radar n'est pas satisfaisante. Cela est dû soit au fait que les variations du paramètre considéré sont également fonction de facteurs autres que la corrosion, soit au fait que la détermination du paramètre d'intérêt nécessite la mesure de plusieurs données. Ces lacunes créent de plus en plus d'incertitude quant à la valeur des résultats.

On a alors étudié une nouvelle méthode de traitement des données consistant à tenir compte des signaux provenant de l'interface asphalte-béton. Cette approche s'appuie sur le fait que, à l'heure actuelle, le radar est plus efficace pour la détection des causes de la corrosion que pour la détection de ses effets, soit la délamination.

La figure 3 montre les variations moyennes des mesures de potentiel de corrosion et du radar dans le cas du viaduc Saint-Régis. L'analyse du résultat obtenu indique clairement que l'ICR¹ et le potentiel de corrosion évoluent dans le même sens. En effet, une diminution du potentiel de

1 ICR: Indice de corrosion radar. Renseigne sur la probabilité de corrosion : un indice proche de zéro indique une très grande probabilité de corrosion, alors qu'un indice élevé correspond à une probabilité très faible ou nulle.

Figure 3 : Variations moyennes du potentiel de corrosion et de l'ICR - cas du viaduc Saint-Régis



corrosion (augmentation de la probabilité de corrosion) se traduit par une diminution de l'ICR, et vice versa. Ainsi, il apparaît possible de caractériser l'état des dalles à partir de l'analyse des ondes radar provenant du béton.

Pour confirmer le résultat et pour déterminer la valeur de l'ICR correspondant au potentiel au-delà duquel la probabilité de corrosion est élevée (-350 mV), il a été jugé nécessaire de réaliser d'autres essais radar et de potentiel de corrosion sur au moins cinq dalles. Des essais de résistance électrique ont également été faits sur ces dalles pour permettre de mieux comprendre la relation radar-potentiel.

CONCLUSION

Les travaux réalisés dans le cadre de ce projet de deux ans ont été riches en enseignements sur plusieurs points. L'étude comparative de la performance des équipements radar est réellement une première mondiale dans le domaine. Elle a permis de constater que la technologie des antennes radar a évolué de façon notable ces dernières années. Ainsi, l'antenne de 1,5 GHz couplée au sol et, récemment développée par l'entreprise Geophysical Survey Systems Inc. (GSSI), est à l'heure actuelle celle qui donne la meilleure qualité de relevés. Toutefois, compte tenu de la faible dimension des discontinuités recherchées dans les dalles (délamination), de la

proximité de la délamination de l'armature et de la résolution insuffisante des antennes radar, il n'est pas encore possible de détecter la délamination de façon claire et sans ambiguïté.

Le projet de recherche a aussi permis de se pencher sur les différentes approches qui existent en matière de traitement des données radar. Ces approches ont d'abord, pour la plupart, été orientées vers la détection de la délamination par la recherche dans les signaux radar de distorsions provoquées par les fissures. Leur fiabilité n'a jamais été absolue, à cause des limites d'ordre technique mentionnées précédemment. D'autres approches, basées sur la mesure des variations des propriétés diélectriques du béton et sur la relation entre ces paramètres et les causes de la corrosion, ont alors fait leur apparition. Ces approches sont plus intéressantes, car elles prennent en considération soit les variations de la constante diélectrique (paramètre sensible à l'humidité), soit les variations de l'atténuation des ondes radar réfléchies sur les armatures (présence excessive de sels), soit encore une combinaison des deux. La fiabilité de ces méthodes ne s'est pas non plus révélée satisfaisante, car les traitements employés nécessitent plusieurs étapes, ce qui augmente l'incertitude quant au résultat final. La deuxième cause, non négligeable, réside dans le fait que les données radar ont toujours été corrélées aux données de sondages à la chaîne. Or, cela ne peut

être fait que lorsque le lien entre les propriétés physiques du béton et l'endommagement est clairement établi, ce qui n'est pas encore le cas.

La méthode de traitement des données qui a finalement été proposée après expérimentation dans le cadre de ce projet repose sur la détermination directe des variations de l'humidité et des sels dans le béton. Dans ce cas, les résultats radar donnent des informations dont la qualité est très comparable à celle que donne l'essai de potentiel de corrosion.



LE TRANSPORT FERROVIAIRE DES MARCHANDISES DANS LA RÉGION DE LA CHAUDIÈRE-APPALACHES

Par Michèle Giasson, ing. et Jacques Ruel, ing., Service du transport ferroviaire,
ministère des Transports du Québec

INTRODUCTION

Cet article dresse un portrait de la situation du transport ferroviaire des marchandises dans la région de la Chaudière-Appalaches.

On y abordera les points suivants :

- l'état du réseau ferroviaire régional;
- la relance du Chemin de fer Québec Central;
- les services ferroviaires et le transport de marchandises;
- les enjeux, tendances et perspectives dans le domaine du transport ferroviaire dans la région.

LE RÉSEAU FERROVIAIRE DANS LA RÉGION DE LA CHAUDIÈRE-APPALACHES

La région de la Chaudière-Appalaches compte sur son territoire deux transporteurs ferroviaires de marchandises, le Canadien National (CN) et le Chemin de fer Québec Central (CFQC). Le réseau ferroviaire de la région est composé de cinq lignes principales et d'embranchements ferroviaires. Le réseau du CN dans la région comporte 233 km (145 milles) de voies ferrées alors que le réseau du CFQC quant à lui en compte 306 km (190 milles). Ces chiffres se limitent aux lignes principales et aux embranchements, et n'incluent pas la longueur des voies d'évitement et des

voies de triage.

Ce réseau ferroviaire a la particularité d'être présent sur le territoire de chacune des Municipalités régionales de comté (MRC) : L'Islet, Montmagny, Les Etchemins, Beauce-Sartigan, L'Amiante, Robert-Cliche, La Nouvelle-Beauce, Bellechasse, Desjardins, Les Chutes-de-la-Chaudière et Lotbinière.

LE RÉSEAU DU CN

Le CN ne dessert le territoire de la région de la Chaudière-Appalaches que dans sa partie nord. Le réseau du CN y est composé de deux lignes ferroviaires principales et d'embranchements secondaires. La première ligne principale de ce réseau appartient aux subdivisions Montmagny et Drummondville, et la deuxième à la subdivision Bridge¹.

La ligne principale correspondant aux subdivisions Montmagny et Drummondville fait partie de l'axe transcontinental du CN, qui s'étire en direction est-ouest depuis Halifax jusqu'à Vancouver en passant par Montréal et Toronto, et qui est complété par une série de liaisons nord-sud le rattachant au réseau ferroviaire américain.

La subdivision ferroviaire Montmagny dessert la partie nord-est du territoire et longe la rive sud du fleuve Saint-Laurent. En provenance de Saint-André, la subdivision Montmagny, dans la région

de la Chaudière-Appalaches, traverse les municipalités de Saint-Jean-Port-Joli, Cap-Saint-Ignace, Montmagny, Saint-Pierre, Saint-Vallier et Saint-Charles-de-Bellechasse, pour poursuivre ensuite sa route vers l'ouest et aller rejoindre, près de Charny, la subdivision Drummondville au point de jonction ferroviaire West Junction.

La subdivision Montmagny dispose d'une voie secondaire appelée l'embranchement Monk. Cet embranchement a son origine à l'entrée est de la cour de triage de Joffre, pour s'étendre tout d'abord vers l'est et ensuite bifurquer brusquement vers le sud jusqu'à Saint-Isidore.

La subdivision Montmagny dispose de la cour de triage Joffre, qui est située à l'est de Charny. Il s'agit de la plus importante cour de triage du CN dans l'agglomération de Québec. Pour les voies de triage utilisées pour la formation des trains (trriage A, B, C et D), la capacité d'accueil est de 1515 wagons². À cette cour de triage, on trouve la Rotonde Joffre qui fut l'une des installations ferroviaires les plus actives au Québec et un important lieu de triage et de jonction pour quatre chemins de fer; cette installation servit à l'entretien des locomotives à vapeur, puis des diesels, jusqu'au début des années 1980.

Cette rotonde, la seule entièrement circulaire qui subsiste au Canada, fut bâtie par le chemin de fer Intercolonial en 1880³. Son architecture s'inspirait des nombreux modèles circulaires

1 Canadien National, *Division Est District Champlain Indicateur*, 77, mai 2000.

2 Canadien National, District Champlain, *Tableau 1 : Longueur des voies par cours de triage (Joffre, Limailou et Sainte-Foy)*, Québec, 1999.

3 Commission des lieux et monuments historiques du Canada, Gouvernement du Canada, *La Rotonde Joffre*, 1997.

Photo 1 Rotonde Joffre, à la cour de triage Joffre



Source : Groupe TRAQ (Transport sur Rail au Québec)

construits à la même époque aux États-Unis⁴. Elle comportait alors 24 stalles. En 1920-1921, on y construisit une plus grande plaque tournante, 15 nouvelles stalles qui la rendirent complètement circulaire, un atelier d'usinage, en annexe, et on la dota d'un système de chauffage moderne par air pulsé⁵. La Rotonde Joffre est représentée à la photo 1.

Les principales compagnies de chemin de fer en Amérique du Nord ont entrepris, il y a quelques années, de délaïsser la plupart de leurs activités d'entretien, de réparation et de test au profit de sous-traitants. CLN Industries International inc. (CLN) a alors acheté du CN, le 12 décembre 1997, le terrain et les bâtiments qui composaient l'atelier d'entretien des équipements. Depuis ce temps, CLN fait la réparation, l'entretien et la remise à neuf d'équipements ferroviaires et autres équipements

lourds⁶. Les principales activités de CLN prennent place dans la Rotonde, dont la capacité d'entreposage est de 400 wagons. Parmi les principaux clients de CLN, figurent le CN, des compagnies de chemin de fer américaines, le Port de Montréal, le métro de Montréal et le Chemin de fer Québec Central.

La subdivision ferroviaire Drummondville constitue en quelque sorte le prolongement vers l'ouest de la subdivision Montmagny. Cette ligne dessert d'est en ouest la partie nord-ouest du territoire de la région de la Chaudière-Appalaches. Ayant son origine à Saint-Romuald, près de l'embouchure de la rivière Etchemin, la subdivision Drummondville se dirige vers l'ouest à destination de Charny, là où viennent s'y raccorder la subdivision Bridge en provenance du pont de Québec ainsi que la subdivision Montmagny (à West Junction), pour ensuite traverser la rivière

Chaudière et poursuivre sa route toujours vers l'ouest jusqu'à Val-Alain pour finalement quitter la région de la Chaudière-Appalaches pour celle du Centre-du-Québec. La subdivision Drummondville dispose d'une voie secondaire appelée embranchement Industriel Saint-Romuald, qui a son origine à Saint-Romuald et s'étend vers le sud sur une distance de 1,6 km.

Dans la partie nord-ouest de la région de la Chaudière-Appalaches, se trouve la subdivision Bridge. Cette ligne, qui a son origine dans la cour de triage Joffre à Charny, se dirige d'abord vers le nord, pour aller croiser la subdivision Drummondville et emprunter finalement le pont de Québec, quittant là la région de la Chaudière-Appalaches pour celle de Québec.

La subdivision Lévis du CN est un embranchement ferroviaire ayant son origine à la jonction de la subdivision Montmagny, à Saint-Charles-de-

4 Parcs Canada, Patrimoine canadien, Communiqué, *Dévoilement d'une plaque commémorant la Rotonde Joffre à Charny*, 28 novembre 1997.

5 Commission des lieux et monuments historiques du Canada, Gouvernement du Canada, *La Rotonde Joffre*, 1997.

6 GARCEAU, Louis-François, *CLN Industries International inc.*, Bulletin d'information TRAQ, janvier et février 2000.

Bellechasse, qui se dirige d'abord vers le nord jusqu'au point de jonction ferroviaire Harlaka, pour se rendre ensuite vers l'ouest jusqu'à Ultramar, dans le parc industriel de Saint-Romuald. La subdivision Lévis dispose d'un embranchement secondaire appelé Harlaka, qui s'étend vers le nord sur une distance d'environ 2 km.

LE RÉSEAU DU CFQC

Le CFQC sillonne le territoire de la Chaudière-Appalaches dans sa partie sud ainsi que dans sa partie nord-ouest. Le réseau du CFQC est situé dans les régions géographiques de la Beauce et de l'Estrie. Ce réseau est formé de trois lignes ferroviaires principales, correspondant aux subdivisions Vallée, Chaudière et Lévis; il couvre un vaste territoire s'étendant depuis Lévis et Charny, sur la rive sud du Saint-Laurent, jusqu'à Saint-Georges de Beauce au sud, Sherbrooke à l'ouest et Lac-Frontière à l'est, près de la frontière Québec-Maine.

La subdivision Vallée relie Sherbrooke à Charny en passant par la région de l'Amiante et la vallée de la rivière Chaudière. La subdivision Chaudière relie Lac-Frontière à Vallée-Jonction, où elle rejoint la subdivision Vallée. La subdivision Lévis du CFQC relie la municipalité de Scott à Harlaka, un point de jonction ferroviaire avec la subdivision Lévis du CN à l'est de Lévis. La subdivision Lévis du CFQC dessert les municipalités de Sainte-Hénédine, Saint-Anselme et Saint-Henri, une région dont l'économie est surtout basée sur l'exploitation agricole.

Le CFQC bénéficie d'une correspondance avec le réseau ferroviaire continental à deux endroits : à Sherbrooke et à Charny. La subdivision Vallée du CFQC rejoint à Sherbrooke les lignes d'autres transporteurs ferroviaires, soit celle du Chemin de

fer Québec Sud (CFQS) reliant Lennoxville (à l'est de Sherbrooke) et Saint-Jean-sur-Richelieu, ainsi que celle du Chemin de fer Saint-Laurent et Atlantique (StL&A) (Québec) reliant Sainte-Rosalie (à l'est de Saint-Hyacinthe) à la frontière canado-américaine.

La première ligne faisait jadis partie de l'axe transcontinental du CP reliant la région de Montréal au port de Saint John, au Nouveau-Brunswick, via le Maine. Cette ligne est aujourd'hui exploitée (à l'ouest de Saint-Jean) par le Chemin de fer Saint-Laurent et Hudson (StL&H, la filiale du CP dans l'Est), le CFQS, le Canadian and American Railroad (CDAC, de Lennoxville jusque dans le Maine) et le New Brunswick Southern Railway (NBSR) au Nouveau-Brunswick.

La deuxième ligne, soit celle du StL&A, autrefois désignée sous le nom de «ligne Sherbrooke» du CN, va rejoindre vers l'ouest, à Sainte-Rosalie, la ligne principale du CN reliant Halifax à Montréal et, vers le sud de l'autre côté de la frontière, à Island Pond au Vermont, la ligne du St-Lawrence and Atlantic Railroad (compagnie sœur du StL&A) assurant la liaison vers le Maine (Portland) et la Côte Est américaine.

Charny constitue également un point de correspondance, la subdivision Vallée, du CFQC, étant reliée au réseau du CN (subdivision Montmagny). La ligne continentale du CN passant à Charny se dirige vers Montréal à l'ouest et vers Halifax à l'est. Le CFQC bénéficie, depuis le 24 novembre 2000, d'un point d'interconnexion entre son réseau et le réseau continental du CN à Charny, ce qui lui permet d'élargir sa clientèle. À cet endroit, plus précisément à la cour de triage Joffre, les deux transporteurs peuvent procéder à l'échange de wagons.

LA RELANCE DU CFQC DANS LA RÉGION DE LA CHAUDIÈRE-APPALACHES

« Pendant de nombreuses années, le CFQC a été une propriété du Canadien Pacifique (CP) et a été un chemin de fer très rentable. Les mines d'amiante exploitées sur son territoire représentaient à elles seules plus de la moitié de son trafic. Au milieu des années 1980, la production d'amiante a chuté dramatiquement entraînant avec elle la rentabilité du chemin de fer. Le CP a alors décidé d'abandonner le CFQC.

L'abandon a été obtenu en décembre 1994. Dans les faits, seul le tronçon Vallée-Jonction à Sherbrooke était encore en opération au moment de l'abandon, les autres tronçons ayant été abandonnés vers la fin des années 1980»⁷.

Depuis plusieurs années, M. Jean-Marc Giguère, propriétaire d'Express Marco, une entreprise de camionnage d'East Broughton en Chaudière-Appalaches, désire faire revivre le chemin de fer dans la région. Express Marco a fait l'acquisition, en mars 1998, d'une première locomotive (JMG 1) et a fait officiellement l'achat, le 6 janvier 2000, du réseau du CFQC.

Lors d'une allocution prononcée le 9 mai 2000, à l'occasion du quatrième Colloque ferroviaire de la CMUAR (Coalition pour le maintien et l'utilisation accrue du rail, aujourd'hui Groupe TRAQ), M. Guy Chevrette, ministre des Transports du Québec, a tenu à signaler qu'il s'agit d'un effort remarquable en vue de conquérir les marchés régionaux et de contrer la pénurie de conducteurs de camions⁸.

Comme il s'agissait de remettre en exploitation un service ferroviaire inactif depuis plus de 10 ans, le CFQC peut être considéré comme un cas unique. Des travaux de réhabilitation très importants étaient en effet nécessaires pour pou-

7 CHEVRETTE, Guy, *Relance du Québec Central*, Mémoire au Conseil des ministres, partie accessible au public, ministère des Transports du Québec, novembre 1999, 7 p.

8 CHEVRETTE, Guy, *L'intermodalité rail-route des années 2000*, Notes pour une allocution du ministre des Transports, ministre responsable de la Faune et des Parcs, ministre délégué aux Affaires autochtones et ministre responsable du Nord-du-Québec, Colloque ferroviaire 2000, organisé par la Coalition pour le maintien et l'utilisation accrue du rail, 9 mai 2000.

voir entreprendre l'exploitation commerciale. En novembre 1999, « le gouvernement du Québec a décidé d'appuyer financièrement ce projet en raison de l'importance de ce chemin de fer pour le dynamisme économique des régions de la Chaudière-Appalaches et de l'Estrie. Le projet de relance nécessitera des investissements de 16,8 M\$ »⁹.

La renaissance du CFQC s'inscrit dans la démarche gouvernementale visant à protéger le réseau ferroviaire. Au cours des quinze dernières années, à l'époque de la rationalisation des chemins de fer, le Québec a vu démanteler 25 % de son réseau ferroviaire. Au fil de ces années de rationalisation, ce dernier a presque atteint un seuil minimum, ce qui a amené le MTQ à se préoccuper du maintien d'un réseau [ferroviaire de base] permettant de desservir toutes les régions du Québec¹⁰.

La reprise des activités du CFQC se fera en trois phases, selon l'évolution des travaux de réhabilitation de la voie. Le réseau ferroviaire du CFQC a été remis en fonction en juillet 2000 sur le tronçon Vallée-Jonction/Sherbrooke, et à l'automne de la même année sur les tronçons Vallée-Jonction/Charny, Scott/Saint-Anselme et Vallée-Jonction/Saint-Georges. Le reste du réseau du CFQC, soit le tronçon Saint-Georges/Lac-Frontière, sera remis en fonction au printemps 2001.

LES SERVICES FERROVIAIRES ET LE TRANSPORT DE MARCHANDISES DANS LA RÉGION DE LA CHAUDIÈRE-APPALACHES

Les subdivisions Montmagny et Drummondville, lesquelles appartiennent à la

principale voie du CN sur son réseau ferroviaire de l'Est (corridor Halifax-Montréal-Toronto-Chicago), assurent l'acheminement d'une importante quantité de marchandises qui transitent sur le territoire de la région de la Chaudière-Appalaches. Cette ligne remplit en tout premier lieu une fonction continentale, puisqu'elle achemine les marchandises transitant entre les grandes régions économiques du continent nord-américain, qu'il s'agisse de transport international (ou transfrontalier), de transport intra-canadien ou d'import-export outre-mer (via le port d'Halifax).

La subdivision Montmagny permet le passage annuellement de quelque 482 000 wagons de marchandises (unités intermodales incluses)¹¹. Les données sur le transport de marchandises se rapportant à cette subdivision peuvent comporter une marge d'erreur étant donné que des changements majeurs y ont été apportés récemment : la subdivision Montmagny inclut maintenant l'ancienne subdivision Diamond¹². En effet, la délimitation des territoires a été modifiée dernièrement, alors qu'une partie de la subdivision Montmagny est devenue la nouvelle subdivision Lévis et une autre partie a été annexée à la subdivision Drummondville (tronçon entre Charny et Saint-Romuald). Les données de trafic se rapportant à la subdivision Montmagny ne doivent donc être utilisées qu'à titre informatif, bien qu'elles soient assez représentatives de la réalité.

Les principales marchandises transportées par la subdivision Montmagny comprennent notamment des produits chimiques, des céréales, du papier, des produits forestiers, des produits pétroliers, des véhicules automobiles ainsi que des marchandises générales en conteneurs et semi-remorques.

Afin d'assurer l'acheminement de cette importante quantité de marchandises, une cinquantaine de trains y circulent toutes les semaines, dans chaque direction. À ces nombreux convois, il faut ajouter les trains de potasse en provenance de l'Ouest canadien vers les Maritimes, les trains de blé de l'Ouest à destination du port de Québec (transport saisonnier) ainsi que les convois quotidiens de «l'Ultratrain».

L'Ultratrain est un train-bloc formé d'une soixantaine de wagons-citernes et de locomotives attitrées circulant entre la raffinerie de pétrole Ultramar de Saint-Romuald et les réservoirs de la compagnie située à Rivière-des-Prairies (Montréal-Est). La photo 2 montre l'Ultratrain, au printemps 1998, alors qu'il vient juste de tourner le triangle de virage de Saint-Charles-de-Bellechasse, en direction de la raffinerie de Saint-Romuald.

La subdivision Lévis du CN dessert les parcs industriels. La subdivision Montmagny permet d'accéder à la subdivision Lévis, qui mène aux parcs industriels de Lauzon-Pintendre et de Saint-Romuald, à l'usine de croustilles Hostess Frito-Lay, à la raffinerie Ultramar de Saint-Romuald et à d'autres entreprises installées dans les parcs industriels. Le transport de marchandises est important sur cette ligne en raison de la présence à cet endroit de grandes entreprises. Sur la subdivision Lévis, plus de 25 500 wagons de marchandises de l'Ultratrain (soit environ 375 convois) auraient circulé en 1999, dans chaque direction. L'Ultratrain circule quotidiennement, avec sept départs réguliers par semaine. Sur demande d'une entreprise, neuf départs au lieu de sept peuvent avoir lieu en période de pointe, mais ce transport spécial n'a pas été fréquent en 1999.

9 CHEVRETTE, Guy, *Le gouvernement du Québec contribue financièrement à la relance du Chemin de fer Québec Central*, Communiqué de presse, ministère des Transports du Québec, 18 novembre 1999.

10 FLEURY, Claude, *Site intranet*, ministère des Transports du Québec, 2000.

11 LIN, Anna, TARDIF, Marc, CN, *Note d'information adressée à Michèle Giasson relativement au transport ferroviaire de marchandises dans la région de Chaudière-Appalaches*, 8 septembre 2000.

12 Canadien National, *Division est, District Champlain*, indicateur 77, mai 2000.

Photo 2 : L'Ultratrain du CN



Source : Canadien National, Trains dans la région de Québec

Photos : http://www.geocities.com/quebecrail/CN/CN_Ultratrain_StCharles3.jpg

En plus de l'Ultratrain, le train 504, qui est un train collecteur, se rend sept jours par semaine à la raffinerie de Saint-Romuald via les subdivisions Montmagny et Lévis; il peut par la suite desservir sur son trajet le parc industriel de Pintendre et de Lauzon, puis, à son retour à Joffre, il fait un aller-retour, du lundi au vendredi, au parc industriel de Saint-Romuald via Charny et la subdivision Drummondville. En fait, avant l'abandon du tronçon ferroviaire entre le point de jonction Harlaka et Saint-Romuald, ce train faisait un trajet circulaire Joffre-Charny-Joffre-Saint-Romuald-Lauzon/Ultramar-Saint-Charles-Joffre. Depuis l'abandon du tronçon, le même train continue de desservir les mêmes entreprises¹³. Le train collecteur 504, qui fait le service vers la raffinerie Ultramar et les autres entreprises installées dans les parcs industriels, aurait livré plus de 7000 wagons de marchandises en 1999¹⁴.

La subdivision Drummondville permet d'accéder, près de Saint-Romuald, à une antenne ferroviaire menant au parc industriel de Saint-Romuald, à des entreprises de propane

(Supérieur Propane inc., ICG Propane) et à trois meuneries (Shur-Gain, membre du groupe Les aliments Maple Leaf inc., Agribrands Purina Canada inc. et la Coopérative fédérée de Québec).

La subdivision Montmagny donne accès, près du point de jonction Diamond, à une antenne ferroviaire menant à la meunerie Agri-Marché inc. à Saint-Isidore. En 1999, plus de 1700 wagons de marchandises auraient eu leur point de destination sur cet embranchement.

Depuis la reprise des activités du CFQC, les premiers trains de marchandises sont composés de wagons de bois. Pour le CFQC, la première cargaison de bois, représentée à la photo 3, est partie le 18 juillet 2000 de Tring Jonction vers Sherbrooke, à destination du Texas, pour le compte de l'entreprise Alexandre Côté de Scott. Le bois de la compagnie a été transporté par camion de Scott à Tring-Jonction.

L'inauguration officielle de l'exploitation commerciale du CFQC a eu lieu le 15 août 2000 à la gare de Vallée-Jonction, en présence de plusieurs

invités de marque. Ceux-ci sont montés dans un train mixte d'excursion et de marchandises, qui était composé de trois locomotives, de deux voitures des Trains touristiques de la Chaudière-Appalaches inc. (TTCA), de quelques wagons de marchandises et d'un fourgon de queue.

Un train de marchandises, composé de trois wagons de bois provenant de trois entreprises différentes (Alexandre Côté de Scott, Bois Daaquam de Daaquam et Portbec Produits Forestiers Ltée de Sainte-Foy), est parti le lendemain pour Sherbrooke. Un autre train de marchandises pour le compte de Bois Daaquam est parti la semaine suivante pour Sherbrooke. Bois Daaquam aurait voulu ajouter ce chargement au convoi du 15 août 2000, mais il n'a pas été possible de le faire en raison d'un manque de wagons vides.

À l'occasion de l'inauguration officielle du CFQC, son directeur général, M. Michel Champoux, a déclaré que la compagnie démarrait tranquillement et qu'on était encore à ajuster le service, qu'on entendait roder parfaitement¹⁵. «Pour les six premiers mois d'activité, le CFQC prévoit un train par semaine qui fera le trajet aller-retour entre Vallée-Jonction et Sherbrooke. Par la suite, le CFQC prévoit augmenter la fréquence à 3 et ensuite à 5 trains par semaine »¹⁶.

« Les principaux produits transportés seront des marchandises lourdes déplacées sur de longues distances et comprenant notamment le bois, le grain et les vrac solides et liquides. Le rail répond dans ces secteurs à une demande croissante attribuable au développement des marchés éloignés, à la pénurie de conducteurs de camions au long cours et à l'économie du train

13 PELLETIER, Érick, Site Internet Trains dans la région de Québec, *Note d'information adressée à Michèle Giasson relativement au train 504*, 13 septembre 2000.

14 *Le même train collecteur fait le service chez Ultramar et dans les parcs industriels (le volume global : mesures sur le départ et l'arrivée du train comprend les clients aux deux endroits).*

15 SAINT-PIERRE, Marc, *Québec Central prend son départ*, Le Soleil, 16 août 2000.

16 *Campagne d'information sur la réactivation du Chemin de fer Québec Central, Plan de communication*, ministère des Transports du Québec, Direction territoriale de Chaudière-Appalaches, Direction territoriale de l'Estrie, Direction des communications, mai 2000.

Photo 3 : 18 juillet 2000 - Premier chargement de bois transporté par le CFQC à Tring Jonction depuis la reprise des activités



Source : Québec Central, Trains dans la région de Québec

Photos : http://www.geocities.com/quebecrail/QC/QC_SG2-bulkheads_Tring_000712.jpg

sur les longs parcours»¹⁷.

Enjeux et tendances en matière de transport ferroviaire dans la région de la Chaudière-Appalaches

La déréglementation dans le domaine des transports a créé un environnement de plus en plus concurrentiel, où les chemins de fer doivent accroître leur productivité. Ainsi, on voit les grandes compagnies ferroviaires concentrer leurs activités sur leurs lignes principales les plus rentables et poursuivre leur programme de rationalisation ou de restructuration de leurs réseaux, abandonnant les lignes déficitaires.

La région n'a pas échappé au processus de rationalisation de « son » réseau ferroviaire par le CN, celui-ci mettant fin, en mai 1999, à l'exploitation du tronçon de voie ferrée entre Saint-Romuald et le point de jonction ferroviaire

Harlaka après l'abandon, en 1998, des services voyageurs de VIA Rail à la gare de Lévis. L'opération de démantèlement s'est terminée le 28 mai 1999.

Dans un mémoire présenté au Conseil des ministres, M. Guy Chevrette déclarait : «À long terme, le CFQC peut être considéré comme un outil de développement important pour la région de la Beauce. Ce projet générera 41 emplois directs, sans compter l'impact qu'il pourra avoir sur le secteur industriel de la région»¹⁸.

À l'occasion de l'inauguration officielle du CFQC, le ministre des Transports déclarait encore que ce chemin de fer est un outil de plus pour le développement économique du Québec. M. Normand Poulin, député de Beauce-Nord, a également fait valoir lors de l'inauguration que les trains du CFQC permettraient de désengorger

les routes et de réduire la pollution. Pour M. Jean-Marc Giguère, propriétaire du CFQC, il est clair que le train est là pour rester. Il doit redevenir une pièce maîtresse du développement du Québec et des régions, a-t-il dit, rappelant du même souffle que c'est le train qui a façonné les bases de la Beauce d'aujourd'hui¹⁹.

«Le CFQC œuvre dans une région dont l'économie repose principalement sur l'exploitation des ressources naturelles, et qui possède un secteur industriel très diversifié, largement orienté vers l'exportation. Avec les accords de l'ALENA et l'augmentation du commerce dans l'axe nord-sud, les distances de transport ont augmenté. Le train est particulièrement efficace, dans ce contexte, pour les marchandises à faible valeur ajoutée. Il permet également l'accès à des marchés pour lesquels le transport routier n'est pas concurrentiel.

Les scieries du sud de la Beauce voient leur approvisionnement traditionnel de bois dans le Maine menacé par les nouvelles politiques américaines visant à protéger les ressources, alors que leur marché traditionnel de vente est de plus en plus éloigné. Elles exportent une partie de leur production par chemin de fer en utilisant, entre autres, les cours de transbordement rail-route de Sainte-Foy au Québec et Jackman, Waterville, et Island Pond aux États-Unis. Le fait d'avoir un chemin de fer sur leur territoire leur permettra d'exporter plus par train et de recevoir des bilots en provenance de régions plus éloignées.

Les meuneries qui desservent les éleveurs de la Beauce recourent déjà partiellement au rail. La présence du chemin de fer leur permettra de diminuer leurs frais de transport et d'avoir accès à un réseau plus concurrentiel.

La région de Theford Mines recèle des quantités de minéraux dans les déchets miniers de l'amiante. Diverses entreprises projettent d'ex-

17 CHAMPOUX, Michel, *Historique du Québec Central*, TRAQ, Bulletin d'information des activités ferroviaires au Québec, mars 2000, p. 4-5.

18 CHEVRETTE, Guy, *Relance du Québec Central*, Mémoire au Conseil des ministres, partie accessible au public, ministère des Transports du Québec, novembre 1999, 7 p.

19 SAINT-PIERRE, Marc, *Québec Central prend son départ*, Le Soleil, 16 août 2000.

exploiter ces minéraux; elles pourront compter sur le transport ferroviaire pour développer leur marché. Par ailleurs, certains promoteurs ont fait valoir que le transport ferroviaire est une composante essentielle à la réalisation de leurs projets. Le projet de Prolab à Black-Lake en est un exemple²⁰. « La compagnie Prolab prévoit un investissement de 50 M\$ pour le recyclage de graisses de trappe provenant de la région de Toronto. Cette compagnie affirme que la présence du chemin de fer est essentielle à la concrétisation de son projet d'usine»²¹.

Grâce à la relance du CFQC, le 24 juin 2000, le Train touristique de la Chaudière-Appalaches inc. (TTCA) a pu entrer en service entre Vallée-Jonction et près d'East-Broughton. Le TTCA a connu un franc succès pour sa première année d'exploitation avec 18 000 passagers transportés entre le 24 juin et le 24 novembre 2000. Le succès du TTCA est un exemple concret du fait que le CFQC a contribué au dynamisme économique des régions de la Chaudière-Appalaches et de l'Estrie. Le TTCA génère une douzaine d'emplois directs, sans compter les retombées économiques de ce train touristique pour les commerces (restaurants, dépanneurs, stations-service, hôtels, etc.) et les autres attraits touristiques des régions qu'il traverse.

CONCLUSION

Les lignes du CN qui sont en service sur le territoire de la Chaudière-Appalaches servent principalement au transport local et régional. Certaines, toutefois, acheminent également des marchandises un peu partout sur le continent, ce qui contribue en partie à assurer leur rentabilité. La subdivision Lévis, qui dessert présentement la région, est très importante pour le transport industriel. C'est sans doute pourquoi cet embranchement ferroviaire ne figure pas dans la liste des lignes devant être abandonnées ou cédées à

un exploitant de CFIL dans le Plan triennal du réseau ferroviaire du CN (1998-2001)²².

Quant aux autres embranchements ferroviaires du CN, ils ne figurent pas non plus dans le Plan triennal. Tant que le transport se maintiendra à son niveau actuel sur ces embranchements, leur utilité ne sera vraisemblablement pas remise en question. Pour ces raisons, les lignes de chemin de fer du CN qui desservent la région ne voient pas actuellement leur existence menacée. Leurs perspectives d'avenir pourraient dans l'ensemble être qualifiées de bonnes ou excellentes.

La situation est la même en ce qui concerne les lignes du CFQC, qui servent au transport local et régional et sont également reliées au réseau ferroviaire continental (à Sherbrooke et à Charny). Le CFQC est situé dans une région dont l'économie est basée sur l'exploitation des ressources naturelles (minières et forestières) et où le secteur industriel est très diversifié et largement axé sur l'exportation, ce qui constitue un atout. Les perspectives d'avenir du CFQC peuvent, par conséquent, être qualifiées, tout comme celles du CN, dans l'ensemble, de bonnes ou excellentes.

Le CFQC devrait bientôt atteindre sa vitesse de croisière et pouvoir mieux satisfaire sa clientèle. Les trains circulent à vitesse réduite, afin d'assurer un redémarrage sécuritaire des activités. Les perspectives d'avenir seront évidemment plus intéressantes pour la compagnie lorsqu'elle pourra offrir un service de livraison plus rapide. Par ailleurs, la remise en service du tronçon ferroviaire Saint-Georges/Lac-Frontière améliorera les perspectives d'avenir pour le CFQC, en lui permettant d'élargir sa clientèle.

La vitalité du CFQC dépendra principalement du dynamisme de l'activité économique régionale et, bien sûr, de l'intérêt que manifesteront les expéditeurs pour le transport par train. Ainsi que le dit le député de Frontenac, M. Marc Bouliane,

« il appartient maintenant à tous les intéressés, particulièrement les entreprises de la région, de faire en sorte que ce projet connaisse le succès escompté et s'avère profitable pour les régions de la Chaudière-Appalaches et de l'Estrie»²³.

NOTE :

Cet article sera publié également dans la revue sur l'histoire ferroviaire *Canadian Rail*, de l'Association canadienne d'histoire ferroviaire, et dans le bulletin d'information ferroviaire TRAQ du Groupe sur le transport sur Rail au Québec.

Les auteurs tiennent à exprimer leurs remerciements à M. Érick Pelletier, concepteur du site Internet *Trains* dans la région de Québec, qui les a autorisés à utiliser des photos du Canadien National (CN) et du Chemin de fer Québec Central (CFQC). Leurs remerciements s'adressent également à MM. Jean-Guy Caron, adjoint exécutif et à Pascal Robitaille, président de CLN Industries International inc., ainsi qu'à M. Louis-François Garceau, rédacteur en chef du bulletin d'information ferroviaire TRAQ du Groupe TRAQ (Transport sur Rail au Québec), qui leur ont permis d'utiliser les photos de la Rotonde Joffre.

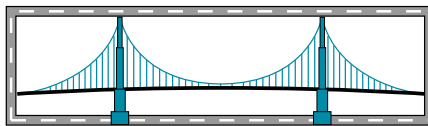
Les auteurs tiennent également à exprimer leurs remerciements à Mme Anna Lin, directrice du Secteur Québec Sud à la cour de triage Joffre du CN, qui a accepté de commenter la version préliminaire de cet article relativement aux textes portant sur la cour de triage Joffre, les services ferroviaires et le transport de marchandises sur le réseau du CN dans la région de la Chaudière-Appalaches. Leurs remerciements s'adressent également à M. Claude Fleury, coordonnateur du dossier du CFQC et chef de Service par intérim au Service du transport ferroviaire du ministère des Transports du Québec, qui a accepté de commenter la version finale de cet article relativement aux textes portant sur le CFQC et les Trains touristiques de la Chaudière-Appalaches inc.

20 CHEVRETTE, Guy, *Relance du Québec Central*, Mémoire au Conseil des ministres, partie accessible au public, ministère des Transports du Québec, novembre 1999, 7 p.

21 Ibidem.

22 Canadien National, *Plan triennal du réseau ferroviaire du CN (1998-2001)*, Réseau canadien, 13 juillet 2000.

23 CHEVRETTE, Guy, *Le gouvernement du Québec contribue financièrement à la relance du Chemin de fer Québec Central*, Communiqué de presse, ministère des Transports du Québec, 18 novembre 1999.



PLANCHES EXPÉRIMENTALES D'ENROBÉS AVEC BARDEAUX D'ASPHALTE RÉALISÉES EN 1998 et 1999

Par Aziz Amiri, Pierre Lefrançois et Yves Dufour, Service des chaussées, ministère des Transports

INTRODUCTION

L'incorporation de bardeaux d'asphalte dans un enrobé à chaud est une technique récente. La première expérience a été réalisée par Paulsen, Greget *et al.* en 1987. Il y a moins de dix ans qu'on construit des planches expérimentales, au Minnesota (1993), au Texas (1996), en Ohio (1997), au Québec (1998), en Pennsylvanie (1999) et en Ontario (1999), sur des routes ayant un DJMA inférieur à 5000, mais pouvant atteindre 30 000 au Québec, ou en couche de base sur les routes fortement fréquentées. Les avantages sont les suivants :

- réduire le coût d'élimination des rebuts et limiter les sites d'enfouissement;
- diminuer le coût de production des enrobés à chaud (moins de bitume d'ajout);
- améliorer la résistance des enrobés à la fissuration, grâce au renforcement par les fibres du bardeau, et à l'orniérage grâce aux fibres et au bitume dur du bardeau.

Les expériences hors-Québec indiquent que trois tonnes de bardeaux contiennent plus d'une

tonne de bitume, 1,8 tonne de granulats et de fibres de verre. Le bitume est plus dur que celui d'un enrobé routier. Au Québec, les fabricants de bardeaux produisent chaque année plus de 35 000 tonnes de bardeaux neufs mais défectueux. En raison des conditions climatiques, les bardeaux fabriqués au Québec contiennent 20 à 80 % de bitume parfois 10 fois plus dur que le bitume routier. C'est donc un produit intéressant à recycler pour le Ministère. En 1998, la compagnie Sintra a débuté l'expérimentation d'enrobés avec ajout de bardeaux d'asphalte. En 1999, le MTQ a fait quelques planches expérimentales. Les expériences se poursuivent en 2000 et en 2001.

Pour l'instant l'incorporation du bardeau dans les enrobés à chaud est plutôt justifiée par ses avantages environnementaux que par l'accroissement de performance des enrobés.

CARACTÉRISTIQUES DES BARDEAUX D'ASPHALTE ET DES ENROBÉS

Les bardeaux utilisés dans les enrobés proviennent de rejets industriels de bardeaux neufs.

Le Canada est le premier exportateur de bardeaux au monde. Au Québec seulement, il se perd 30 000 tonnes de bardeaux neufs. Le coût d'enfouissement de ces rebuts peut varier de 15 \$ la tonne au Québec à plus de 100 \$ dans d'autres États.

Les bardeaux sont constitués d'un support (carton et fibres de cellulose), de verre ou de matière organique, saturé et enduit de bitume, sur lequel sont enchâssés des granulats concassés. Ils contiennent :

- de 25 à 40 % de bitume très dur (pénétration variant de 15 à 60 dmm à 25 °C);
- de 40 à 60 % de granulats durs concassés et angulaires (de 0,4 mm à 2,0 mm) et des particules fines (de 0,075 mm à 0,150 mm);
- de 1 à 12 % de fibres (longueur de 0,5 mm à 4,5 mm de fibres de cellulose ou de fibres de verre).

L'ajout de 10 % de ces bardeaux dans un enrobé apporte théoriquement de 2,5 % à 4 % de bitume provenant des bardeaux, de 0,1 % à 1,2 % de fibres et de 4 % à 6 % de pierres concassées et de particules fines.

Les tableaux 1 et 2 présentent les caractéristiques des enrobés expérimentés.

PLANCHES EXPÉRIMENTALES

Rue Power (Drummondville)

La rue Power a été construite en 1990, avec une stratigraphie composée de 300 mm de sable, 150 mm de MG-56 et 150 mm de MG-20. En juin 1998, 75 mm de EB-14 et de

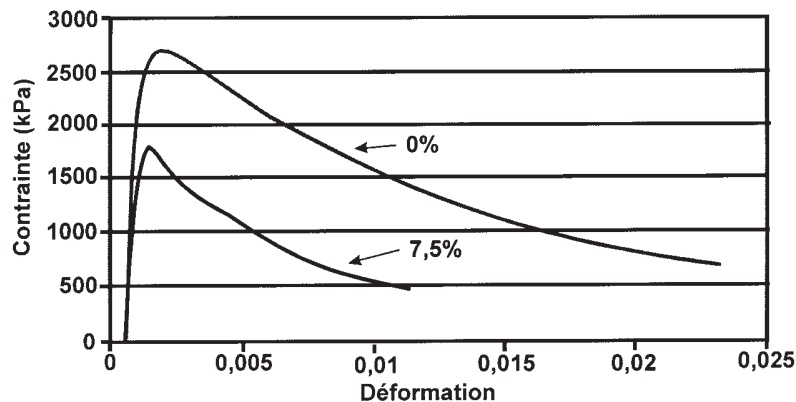


Figure 1 : Relation contrainte - déformation en traction indirecte à -18°C d'un enrobé dense (120/150) avec 0% et 7,5% de bardeaux d'asphalte (d'après David Newcomb et al. 1993)

Photos : Route 255, Saint-Zéphirin à Baie-du-Febvre

Photo 1 : Gros plan de l'aspect variable de la texture de surface endommagée quelques semaines après la mise en service.

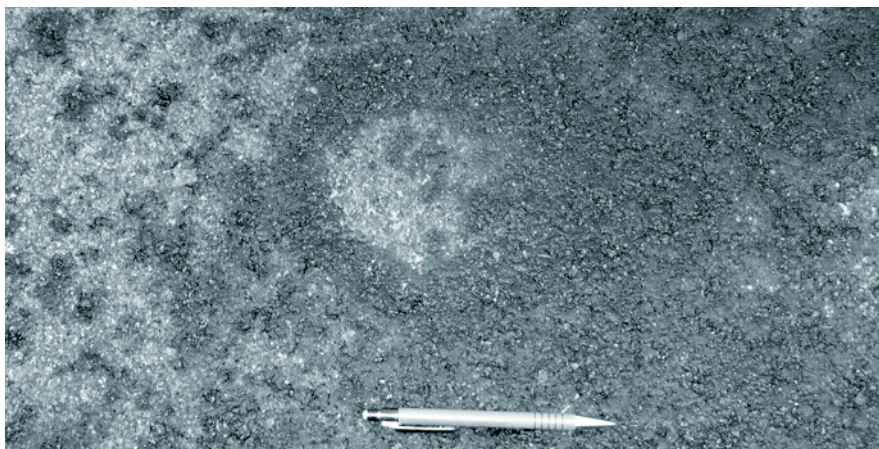
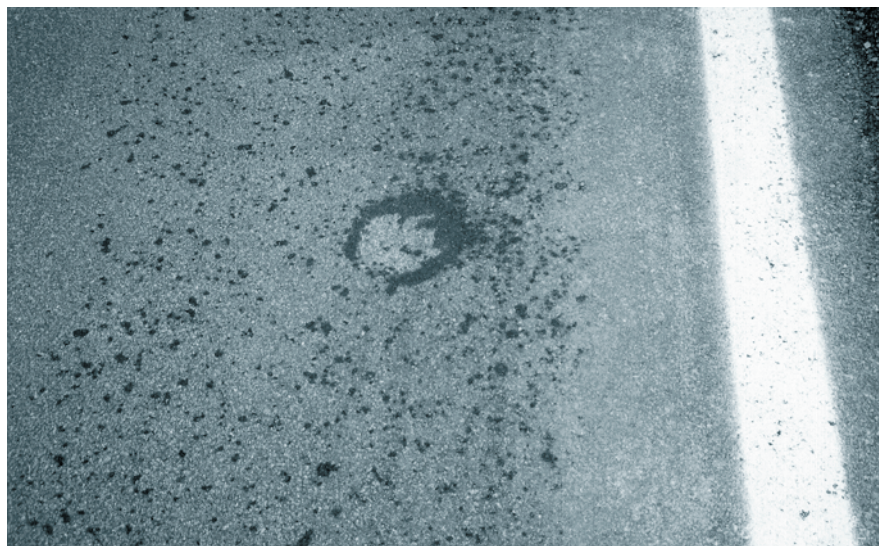


Photo 2 : Agglomération de mottes créant une zone potentielle d'arrachement dans le sentier de roues.



S-3BAR 14 (avec bardeaux d'asphalte) ont été posés sur ce site, après qu'on eut ajouté une couche de correction anticontaminante MG-20 sur l'ancienne surface de roulement graveleuse.

Après 11 mois de service, l'enrobé ne présente que des dégradations mineures. La présence sporadique de mottes de bardeaux ayant des diamètres variant de quelques millimètres à 3 cm a été notée en surface. La texture est variable. Le coefficient de frottement transversal (CFT) est faible par endroit

(tableau 1) pour un enrobé neuf. Le CFT diminue avec l'augmentation du bitume d'ajout. Le CFT de l'enrobé témoin EB-14 est supérieur à celui du S3-BAR 14, sans doute à cause du pourcentage de bitume élevé dans ce dernier cas. La hauteur de sable Hs (mesure de la macrotecture) de l'enrobé avec bardeaux est inférieure au seuil recommandé, tandis que celle de l'enrobé témoin est supérieure au seuil du MTQ de 0,60 mm.

Après 17 mois de service (février 2000), la texture de surface du S3-BAR 14 présente un

aspect hétérogène. Quelques nouvelles fissures de retrait thermique sont apparues au cours de l'hiver, avec arrachement et dégradation des lèvres des fissures.

Autoroute 20 (Saint-Louis-de-Blandford)

Des enrobés S RUG BAR et EGA-10 ont été posés en direction est, en juillet 1998. Ces deux enrobés ont la même granularité. Leur comportement est comparable en 1999 avec l'apparition de fissures transversales de réflexion plus ou moins ramifiées. En 2000, le taux de fissuration de la planche avec bardeaux augmente jusqu'à 2,5 fois par rapport à celui de la planche témoin. Les joints froids et les fissures longitudinales ont réapparu. La surface de S RUG BAR est endommagée par des fissures polygonales à grandes mailles. Ces fissures sont parfois ramifiées, avec des épaufrures et des effritements. Les fissures transversales augmentent et touchent toute la largeur de la chaussée, accotements inclus. La texture de surface reste comparable pour les deux enrobés. Au cours des derniers mois, la chaussée a été sollicitée par environ $1,7 \times 10^6$ passages d'ECAS, ce qui a provoqué de la dégradation et le déchaussement des granulats dans les sentiers de roues d'une façon prononcée, sans toutefois créer d'ornières : 1 mm d'ornièrre seulement sur EGA-10 et aucune ornièrre sur S RUG BAR.

L'adhérence et la texture de surface sont légèrement meilleures pour le S RUG BAR, grâce à la granulométrie légèrement discontinue de cet enrobé grenu.

Route 343 (Saint-Paul)

Des enrobés S3-BAR 14 et S3-BAR 20 avec 5 % de bardeaux ont été posés comme couche de base sur une structure reconstruite en novembre 1998, à une température ambiante variant entre 0 °C et 5 °C, pour une longueur de 250 m sur 5 voies. Le DJMA varie entre 10 000 et 12 000, avec 5 % de poids lourds. La température de pose a varié de 171 °C à 194 °C. Des difficultés de mise en place et de compactage ont été

Tableau 1 : Caractéristiques des sites expérimentaux

Site	Long (m)	Date de pose	Type d'enrobé	Bardeaux (%)	PG Bitume		Température (°C)		Compactage		CFT moy. (%)	BPN moy. sable (mm)	Hauteur de sable (mm)
					Ajout	Bardeau	Air	Enrobé	PCG (200 gir. vides (%))	In-situ (%)			
Rue Power Drummondville DJMA : 800 VL : ≈50 %	755	10 juin 98	S3-BAR 14	10	58-34		157 à 167	4,0	95,1	Est : 71 Ouest : 78 Est : 69 Ouest : 75 Est : 61 Ouest : 66	64 70	0,4* à 0,6 0,3* à 0,6	
			3,5 %										
			4,0 % 4,5 %										
Autoroute 20 Saint-Louis-de-Blandford DJMA : 24000 VL : 24 %	207 168	27 juil. 98	S RUG	10	52-34	19	149 à 171	4,7	94,2	Roulement : 62 Dépassement : 79	58	0,6 à 0,7	
			BAR 4,0 %										
			S RUG BAR 3,7 %										
Route 343 Saint-Paul DJMA : 5000 à 10000 VL : 5 %	255	2 nov. 98	S3-BAR 14	5	58-34	< 5	171 à 177	4,2	95,2	Nord : 79 Sud : 74	62 65	0,8 à 1,0 0,5* à 0,9	
			S3-BAR 20										
Route 255 Saint-Zéphirin à Baie-du-Febvre DJMA : 1200 à 1500 VL : 11 à 19 %	1378 1804 514	21 oct. 99 4 oct. 99 19 oct. 99	S3-BAR 10	10	52-34	13	150 à 156	93,4	93,8	Nord : 83 Sud : 82		0,4* à 0,5*	
			S3-BAR 14										
			S3-BAR 10										
Route Old Malone Kahnawake DJMA : 500 VL : négligeable	878	Août 99	S3-BAR 10	10	58-28	24		92,7	93,1	Est : 71 Ouest : 74		0,3* à 0,4*	
			S3-BAR-20										
Route 122 Saint-Cyrille et Saint-Charles DJMA : 7900 VL : 6 %	576	Oct. 99	S3-BAR 10	10	52-34			92,4	94,9				
		Oct. 99	S3-BAR 14										

* : Valeur de Hs en dessous du minimum acceptable

Tableau 2 : Caractéristiques des bitumes et des enrobés

Site	Mélange	Bardeaux (%)	Teneur en bitume des bardeaux (%)	PG du bitume total Bitume total (%)	PG du bitume d'ajout Bitume d'ajout (%)	Bitume estimé du bardeau (%)	Vides (%)	VAM (%)	Feuil de bitume effectif (µm)
Rue Power Drummondville 1998	S3-BAR 14	10	26,3	76-28 6,46	58-34 (3) 3,5	2,9	3,0	14,8	6,96 (1)
				76-28 6,91	58-34 (3) 4,0		2,1		7,42 (1)
				76-28 7,66	58-34 (3) 4,5		2,2		9,83
	EB-14			58-22 4,99			3	14,3	9,64
Autoroute 20 Saint-Louis-de-Blandford 1998	S RUG BAR	10	28	76-28 6,09	52-34 (3) 3,7	2,3	4,3	16,7	8,27
				76-28 6,37	52-34 (3) 4,0		3,6		8,73
	EGA-10			52-34 (3) 6,27			2,2	16,3	9,88
Route 343 Saint-Paul 1998	S3-BAR 14	5	30	70-22 5,71	58-34 (3) 4,21	1,5	4,7	14,0	9,16
	EB-14			58-34 (3) 4,82			2,7		13,8 (2)
	S3-BAR 20	5	30	70-22 5,19	58-34 (3) 3,69	1,5	4,5	13,0 (2)	9,25
	EB-20			58-34 (3) 4,45			2,8		13,0 (2)
Route 255 Saint-Zéphirin à Baie-du-Febvre 1999	S3-BAR 10	10	25	n.d. 6,97	52-34 (3) 4,00	2,5	3,0	17,5	8,67
	EG-10A			52-34 (3) 5,34			4,3		14,9
	EB-10S			52-34 (3) 5,03			3,3	14,6	7,95 (1)
	S3-BAR 14	10	25	n.d. 6,62	52-34 (3) 3,75	2,5	2,0	17,4	8,46
	EB-20			52-34 (3) 4,61			3,4		13,1 (2)
Route 122 Saint-Cyrille 1999	S3-BAR 10	10	25	n.d. 6,65	52-34 (3) 4,00	2,5	3,9	17,5	9,21
	S3-BAR 14	10	25	n.d. 6,66	52-34 (3) 3,75		3,9		17,4
Route Old Malone Kahnawake 1999	S3-BAR 10	10	26	n.d. 6,50	58-28 3,60	3,6	3,8	15,8	7,01 (1)
	S3-BAR 20	10	26	n.d. 5,56	58-28 3,15		3,1		3,2

(1) : Le feuil de bitume est inférieur à la limite minimum acceptable .

(2) : Le % VAM est faible et inférieur aux valeurs minimum acceptables de 14 % et 15 % fixées pour un EB-14 et un EB-10 respectivement.

(3) : PG améliorant la résistance à l'ornièrage à haute température.

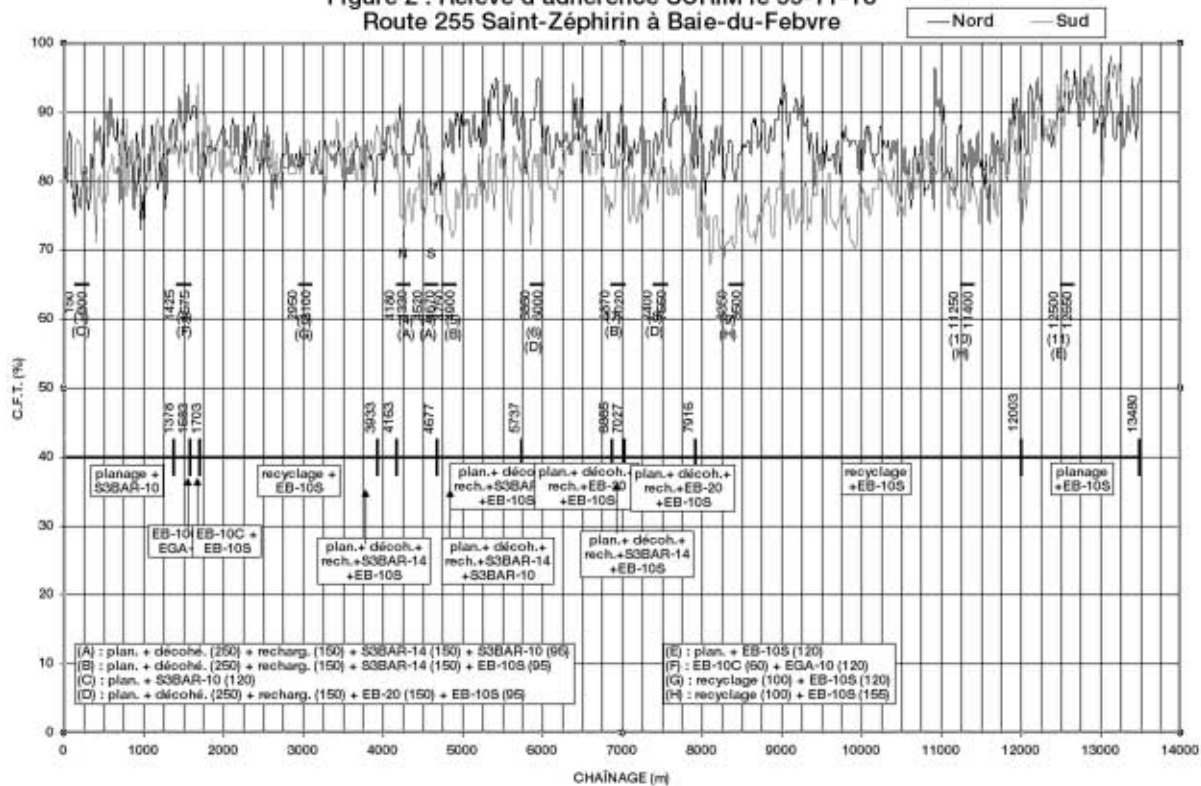
Tableau 3 : Essais Marshall

Route	Échantillon n°	Enrobé	Hauteur moyenne (mm)	**Stabilité sans trempage (kN)	**Stabilité après trempage (kN)	Déformation (mm)	Déformation avant rupture (mm)	Aire sous la courbe stabilité/déformation (kN x mm)
Autoroute 20 Saint-Louis-de-Blandford	C2 surface	EGA-10	50		3,10	7,35	7,35	20
	C5 surface	S-RUG-BAR	49		3,78	6,38	6,38	17
	C3 surface	EGA-10	54	4,42		7,50	7,50	25
	C4 surface	S-RUG-BAR	50	2,85		7,00	7,00	19
Route 343 Saint-Paul	C19 base	EB-20	64		6,68*	4,37	5,51	30*
	C16 base	S3-BAR 20	63		5,52	3,62	5,97	25
	C17 base	S3-BAR 20	64		5,45	5,93	6,66	28
	C20 base	EB-20	64	6,71*		3,08	5,95	30*
	C18 base	S3-BAR 20	63	5,89		5,57	7,66	37*
	C24 base	S3-BAR 20	62	4,16		5,81	7,61	25
	C19 surface	EB-14	51		3,00	4,37	5,33	14
	C16 surface	S3-BAR 14	53		2,77	5,05	6,80	13
	C17 surface	S3-BAR 14	49		2,79	5,32	6,29	13
	C20 surface	EB-14	49	2,57		3,54	6,64	13
	C18 surface	S3-BAR 14	48	3,46		4,94	8,31	22
	C24 surface	S3-BAR 14	52	2,64		4,73	7,12	14

* Performance supérieure

** Ces résultats sont inférieurs aux résultats obtenus par des essais sur carottes moulées et densifiées en laboratoire. Des corrections ont été apportées aux résultats des essais effectués sur les carottes de hauteur non standard.

Figure 2 : Relevé d'adhérence SCRIM le 99-11-18
Route 255 Saint-Zéphirin à Baie-du-Febvre



rencontrées en raison de la présence de mottes de bardeaux humides, de granularité différente et difficiles à incorporer dans l'enrobé lors du malaxage, malgré une température de fabrication élevée. L'entrepreneur a ajouté 10 % de sable pour empêcher l'agglomération des mottes des bardeaux dans le malaxeur. De multiples microfissures sont apparues en surface au passage du rouleau.

Après 11 mois de service, le désenrobage et l'arrachement étaient généralisés en direction nord, et les mottes de bardeaux en direction sud avaient causé des défauts de surface. Lors d'une visite effectuée en avril 2000, la surface de roulement en direction nord était endommagée par un désenrobage intense dans les sentiers de roues des deux voies de circulation et à l'endroit du joint froid, entre les deux travées. Des mottes de bardeaux de quelques millimètres à près de 15 cm ont été observées ponctuellement, parfois accompagnées de défauts de surface comme des cavités de quelques centimètres de diamètre. L'EB-14 n'a présenté aucun comportement anor-

mal ni défaut de surface.

Le CFT du S3-BAR 14 est supérieur au minimum de 70 recommandé et il est supérieur à celui du EB-14. Le Hs est variable et élevé par endroits; celui du EB-14 est inférieur à la valeur acceptable. L'usure prématurée de la surface par endroits a entraîné dans quelques cas une diminution des valeurs de l'adhérence et de la texture de surface du S3-BAR 14.

Le S3-BAR 20 posé en couche de base présente une stabilité Marshall de 34 % inférieure à celle de la couche de base témoin EB-20. Après trempage, l'enrobé témoin affiche encore une stabilité de 22 % de plus que le S3-BAR 20 (tableau 3). Ces écarts expliquent les problèmes observés. Les enrobés avec bardeaux ont été recouverts en 1999.

Route 255 (Saint-Zéphirin)

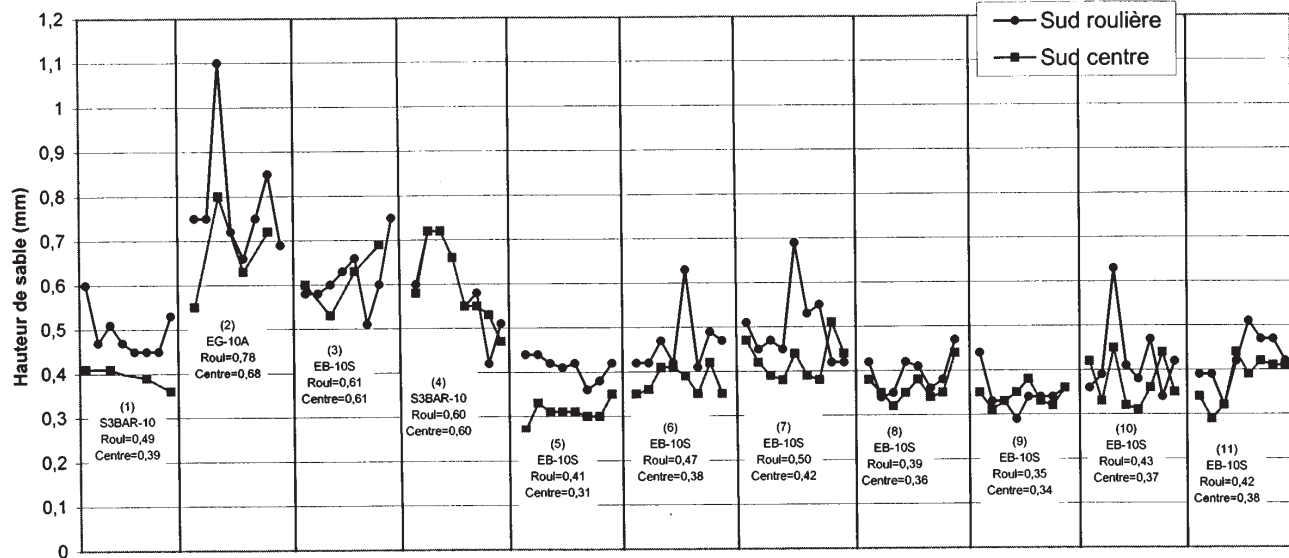
L'enrobé S3-BAR 14 a été posé en 1999 comme couche de base sur quatre sections, après planage, décohesionnement, compactage et rechargement en gravier. Un enrobé S3-BAR 10 a

été posé en surface sur une des quatre sections. Les trois autres planches ont été recouvertes d'un EB-10S. Un S3-BAR 10 a été posé pour le resurfaçage de la chaussée sur un cinquième du site, après planage. Quelques ségrégations, fissures (de retrait et de réflexion), arrachements, désenrobages ont été observés sur le S3-BAR 10. La texture est faible et variable (figures 2 et 3). L'adhérence est satisfaisante et comparable pour les deux enrobés.

Route Old Malone (Kahnawake)

Une couche de base S3-BAR 20 avec une couche de surface S3-BAR 10 ont été posées en 1999, après décohesionnement et densification de l'ancien enrobé. Le CFT est assez élevé et les valeurs de Hs sont variables et faibles par endroits; on y observe du désenrobage et de l'arrachement. Après sept mois de service, la texture de surface paraît hétérogène, avec des arrachements par endroits et de la ségrégation ponctuelle sur les parois des fissures ou des joints froids.

Figure 3 : Mesure de hauteur de sable (Hs) le 99-12-02
Route 255 Saint-Zéphirin à Baie-du-Febvre (1999), direction sud



CONCLUSIONS

Plusieurs planches expérimentales d'enrobés de bardeaux d'asphalte, totalisant 6 km, et plusieurs planches d'enrobés témoins ont été suivies pendant deux ans. Les résultats de ce suivi et la recherche bibliographique effectuée permettent de tirer les conclusions suivantes :

- 1) Les rebuts de bardeaux neufs sont des matériaux qui peuvent être incorporés dans les enrobés à chaud pour la fabrication des couches de base et de surface. Leurs composants doivent être répartis uniformément dans l'enrobé. Sinon, l'enrobé obtenu est moins performant que l'enrobé témoin courant. La présence des mottes de bardeaux dues à la dispersion incomplète du bardeau dépend en partie, selon la littérature, de la granulométrie du bardeau après déchiquetage. Une granulométrie de 100 % passant 12,5 mm peut favoriser la dissolution des mottes lors de la fabrication de l'enrobé et accroître le pourcentage de bitume utilisé du bardeau. Il reste une bonne quantité de bitume non-utilisée dans le bardeau (50 % selon le fournisseur). Il est également conseillé d'utiliser des bardeaux de bonne qualité et de ne pas mélanger des bardeaux de

provenance et durée de vie différentes. La chronologie des opérations et la température de fabrication doivent constamment être ajustées pour une meilleure dissolution, notamment le temps de malaxage à sec et humide ainsi que la température des granulats. Des agents de recyclage comme le cyclogen L et H peuvent être ajoutés pour faciliter la dissolution, mais le fournisseur est réticent.

- 2) Le bitume des bardeaux d'asphalte est plus dur et plus visqueux que celui des enrobés routiers. Il est donc sujet à la fissuration de retrait thermique et à la remontée des fissures existantes, en raison de sa ductilité décroissante avec la baisse de la température. De plus, la proportion utile du bitume du bardeau est difficile à mesurer. Pour formuler un produit résistant aux fissures de retrait thermique, il faut notamment réaliser des essais de traction indirecte à basse température en prenant comme variables le pourcentage de bardeau, la classe de bitume d'ajout, le type d'enrobé de base, etc.
- 3) Les premières planches expérimentales de 1998 et 1999 avec 10 % de bardeaux (et un projet avec 5 % de bardeaux) ont donné des résultats mitigés puisque des dégrada-

tions notables ont été observées par endroits. Mais des progrès appréciables ont été constatés au Québec depuis la réalisation de ces premières planches. Les procédures et les équipements de broyage et de désagglomération, puis d'incorporation, ont été améliorées et le problème de la présence de mottes a diminué (moins grosses et moins nombreuses). Cependant, compte tenu du manque d'uniformité des textures de surface et de la susceptibilité à la fissuration thermique et à la remontée des fissures des premières planches, il est risqué de passer du stade expérimental à l'étape industrielle si la proportion de bardeaux dépasse 5 %. D'autres projets ont été réalisés en 2000 avec 5 % ou 3 % de bardeaux (80 000 tonnes sur 14 sites).

- 4) Il faut faire d'autres planches expérimentales, de longueurs limitées et bien suivies, et attendre les résultats des essais et des suivis en cours.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Amiri, Aziz et Lefrançois, Pierre, 2000; Bilan de 17 mois de suivi de comportement d'en-

- robés additionnés de bardeaux d'asphalte, rapport d'étape préliminaire, ministère des Transports du Québec.
2. Paulsen, Greg *et al.* 1987; Recycling Waste Roofing Material in Asphalt Paving Mixtures, Transportation Research Record 1115, TRB.
 3. Newcomb, David *et al.* 1993; Influence of Roofing Shingles on Asphalt Concrete Mixture Properties, University of Minnesota.
 4. Button, JW *et al.* 1996; Roofing Shingles and Toner in Asphalt Pavements, Texas University, Texas DOT, FHWA.
 5. Abdulshafi, O. *et al.* 1997, Evaluation of the Benefits of Adding Waste Fiberglass Roofing Shingles to HotMmix Asphalt, Ohio DOT, FHWA, USA.
 6. Hughes, Charles S. 1997; Uses of Waste Asphalt Shingles in HMA, State-of-the-practice, National Asphalt Pavement Association.
 7. Watson, DE *et al.* 1998; Georgia's Experience with Recycled Roofing Shingles in Asphaltic Concrete, TRB.
 8. Reed, Andrew B. 1999; Reclaimed Manufacturer Asphalt Roofing Shingles in Asphalt Mixtures, Commonwealth of Pennsylvania, DOT.
 9. Yonke, Eric *et al.* 1999; Evaluation of Manufactured Shingle Modifier Asphalt Mixes, Warren paving and materials group, John Emery Geotechnical Engineering Limited, Toronto, Ontario.



Sécurité de l'information

LA NOUVELLE DIRECTIVE SUR LA SÉCURITÉ DES SYSTÈMES D'INFORMATION

Par Richard Pagé, coordonnateur ministériel de la sécurité de l'information, DGSG

La *Directive sur la sécurité de l'information numérique et des échanges électroniques dans l'Administration gouvernementale*, ou nouvelle directive de sécurité des systèmes d'information (CT 194055), prévoit la mise en place de nouveaux éléments d'organisation et de gestion de la sécurité des systèmes d'information dans l'Administration québécoise. Ces éléments se regroupent en deux catégories : ceux qui relèvent des ministères et organismes et ceux qui relèvent du Conseil du trésor et de son secrétariat.

DISTRIBUTION DES RÔLES

C'est au niveau des ministères et organismes que s'exerce essentiellement la protection de l'information. Cette protection doit correspondre

aux besoins particuliers de ces derniers, qui doivent toutefois se conformer aux normes et règles de sécurité qui seront édictées par le Conseil du trésor. Le Ministère sera tenu de faire annuellement rapport au Conseil de la situation en ce qui a trait à la sécurité, incluant la sécurité des services d'infrastructure commune, dont nous serons bientôt prestataires. Le premier rapport du ministère des Transports était attendu en mars dernier.

En plus de son rôle de gouverne (orientations, normes et règles d'application), le Conseil du trésor, par l'intermédiaire de son secrétariat, aura pour rôle de fournir aux ministères des services (programme de sensibilisation et de formation, réseau d'experts et de vigie, etc.), des outils et des moyens communs pour assurer la

sécurité (infrastructure à clé publique).

Cette mise en oeuvre a débuté par la définition des besoins en matière de sécurité de chacun des ministères et organismes, dont le principal volet était l'analyse des risques. Au Ministère, cette opération est au centre de notre travail depuis plus d'un an. Toutes les grandes unités administratives ont participé à l'analyse des risques qu'elles courent, et les résultats sont actuellement présentés à chacune d'elles.

MESURES DE BASE

Tous les ministères et organismes devront mettre en place et utiliser un ensemble de moyens considérés aujourd'hui comme indispensables à la sécurité des systèmes d'information

qu'ils gèrent. Ces mesures de base seront définies par le Secrétariat du Conseil du trésor. Elles se diviseront en deux catégories : les normes et les exigences de sécurité.

Les **normes** de sécurité définiront les modalités d'application des mesures de sécurité. Elles décriront les méthodes, les procédés, les règles d'usage, les prescriptions techniques, cela dans le but d'uniformiser et d'optimiser le bon fonctionnement des mesures de sécurité de l'information dans l'ensemble de l'Administration.

Les exigences en matière de sécurité seront quant à elles constituées de l'ensemble des mesures généralement considérées comme nécessaires pour atteindre un niveau déterminé de sécurité de l'information. Elles seront issues du système de catégorisation (classification de l'information). C'est l'étape que nous entreprenons actuellement.

MESURES COMPLÉMENTAIRES

La mise en place de toutes les mesures de base devrait combler les besoins de la majorité des ministères et organismes. Cependant, on peut prévoir que, pour le ministère des Transports, ces mesures ne seront pas suffisantes. Il faudra en effet mettre en place un train de mesures complémentaires, adaptées aux besoins particuliers de certaines unités administratives qui sont exposées plus que la moyenne à des risques

de fraude, de détournement d'information stratégique ou financière. Il nous faudra prendre des mesures particulières pour y renforcer la sécurité de base.

SENSIBILISATION ET FORMATION

Les mesures de sécurité seront des instruments mis à la disposition des employés du ministère des Transports qui sont directement concernées par la protection de l'information. Sans la vigilance du personnel (gestionnaires, administrateurs réseaux et employés), non seulement les moyens mis en place pour assurer la sécurité ne seront pas efficace, mais ils risquent de créer un faux sentiment de sécurité. C'est pourquoi nous devons voir à ce que l'ensemble du personnel soit motivé et activement engagé dans cette entreprise.

La protection de l'information ne tient toutefois pas seulement à la vigilance du personnel, mais aussi à sa capacité d'utiliser efficacement les moyens mis à sa disposition. De la formation sera donc offerte et elle sera régulièrement mise à jour pour suivre l'évolution en matière de mesures de sécurité.

Les ministères seront ainsi appelés à participer au programme gouvernemental de sensibilisation et de formation qui sera mis au point par le Secrétariat du Conseil du trésor. Le ministère des Transports portera une attention

particulière à la formation de son personnel, afin d'être en mesure d'exercer efficacement ses responsabilités en matière de sécurité des systèmes d'information.

CONTRÔLE ET ÉVALUATION

Les ministères doivent enfin mettre en place les moyens de contrôler l'efficacité de la sécurité de leurs systèmes d'information. Le ministère des Transports devra notamment effectuer les contrôles stratégiques et faire sa reddition de comptes à l'occasion de la présentation de son bilan annuel. À cet égard, la nouvelle directive recommande de mettre à contribution le Service de vérification interne, qui est déjà impliqué dans notre travail.

La sécurité des systèmes d'information ne peut être dissociée de la mission du ministère des Transports. Une attention particulière doit être accordée à tout danger qui menacerait un système d'information essentiel à sa réalisation. Pour définir les véritables besoins en matière de sécurité, il faut donc évaluer les risques : déterminer quels sont ceux qui peuvent faire obstacle à la mission même du Ministère. Nous aborderons cette question dans le prochain numéro.





Cadre d'intervention en matière de gestion de la circulation en traversées d'agglomération

Robert Beaulieu et al., ministère des Transports

Le présent document propose un cadre d'intervention en matière de gestion de la circulation en traversées d'agglomération pour le territoire de la Direction générale de Montréal et de l'Ouest. L'approche qui y est proposée répond aux objectifs de la planification stratégique, dont celui d'assurer la sécurité et la mobilité des usagers des différents modes de transport.

Le cadre d'intervention précise tout d'abord son champ d'application, puis il établit les orientations souhaitables pour une telle pratique. Il décrit ensuite le processus général à privilégier dans la gestion de la circulation en traversées d'agglomération. Ce processus présente un cadre fonctionnel décrivant le contexte dans lequel les intervenants doivent travailler. De plus, un cadre opérationnel précise les modalités de traitement et d'analyse des demandes d'intervention ainsi que les étapes de mise en œuvre de projets en traversées d'agglomération. Pour terminer, on y traite des conditions qui assurent la réussite à long terme des interventions dans ce domaine et de l'importance de faire des bilans et des suivis des actions entreprises.

Détection, à l'aide du piézocône, de zones ramollies dans les pentes argileuses et évaluation de leur comportement mécanique

Marie-Christine Delisle et Serge Leroueil, Faculté des sciences et de génie, Université Laval

Dans le cadre d'un projet de recherche sur la stabilité des pentes, le ministère des Transports du Québec a retenu les services de la section géotechnique de l'Université Laval pour la détection *in situ*, à l'aide du piézocône, de zones de sol ramolli dans des talus argileux et pour l'analyse en laboratoire des caractéristiques

géotechniques des sols rencontrés. Il a en effet été observé sur plusieurs sites, dont celui de Maskinongé, que des zones de sol peuvent être plastifiées dans des talus apparemment stables et que le piézocône en permet la détection. Les objectifs de l'étude sont donc de confirmer que le piézocône peut être un outil de détection des zones plastifiées, d'essayer de préciser les conditions qui mènent à la formation de telles zones et d'en déduire des conséquences pratiques.

Au total, six sites ont été étudiés par l'Université Laval. Le rapport présente la méthodologie utilisée pour l'étude de ces sites ainsi qu'un résumé de l'ensemble des travaux réalisés pour tout le projet de recherche. Il présente également une analyse synthèse complète des sites.

Les impacts des accotements et de la largeur des voies sur la sécurité routière

Karsten Baass et Nancy Badeau, École polytechnique de Montréal

Le but de l'étude était d'élaborer et de mettre au point des outils d'analyse qui permettent d'évaluer l'effet d'une modification de la largeur d'une voie, de la largeur d'un accotement ou du revêtement de l'accotement sur la fréquence des accidents sur le réseau routier québécois.

On y présente la façon dont deux formes de modèles ont été calibrés avec l'échantillon des sites québécois. Des quatre modèles mis au point, deux permettent l'estimation de la fréquence des accidents reliés en trois ans, et les deux autres permettent l'estimation de la fréquence des accidents totaux en trois ans. Les résultats obtenus avec ces quatre modèles sont ensuite comparés avec ceux rapportés dans la littérature, ce qui a permis de recommander un des quatre modèles calibrés.

Par ailleurs, la variation de la fréquence d'accidents avant et après une intervention a été étudiée en effectuant une analyse basée sur les données d'accidents d'une période de trois ans

avant et de trois ans après l'intervention. L'étude montre l'utilisation des modèles mis au point pour évaluer les avantages de l'élargissement d'une voie et certaines conclusions et recommandations sont formulées.

Étude comparative des techniques d'auscultation de dalles de structures

Jamal Rhazi et Gérard Ballivy, Université de Sherbrooke

La présente étude a permis d'évaluer les capacités réelles des technologies radar et infrarouge thermique à déterminer l'état des dalles et de préciser les conditions d'utilisation de ces technologies afin d'avoir des résultats fiables. L'étude comparative de la performance des équipements radar est une première mondiale dans le domaine.

Une dizaine de dalles de tabliers ont fait l'objet d'expérimentations. Les quatre principaux équipements radar utilisés pour l'évaluation de l'état des dalles de tabliers de ponts ont été testés afin d'identifier celui qui est le mieux adapté à la problématique considérée. Les différentes procédures de traitement des données radar existantes pour l'évaluation de l'état des dalles ont été confrontées afin de dégager des conclusions fondées. Parallèlement aux essais radar, des essais de thermographie infrarouge, acoustiques, de relevés de potentiel de corrosion et de résistivité électrique ont également été réalisés sur les dalles. Dans la plupart des cas, la validation des résultats de tous ces procédés a été effectuée au moyen de la chaîne et du marteau après que le revêtement d'asphalte a été enlevé. Enfin, des conclusions sont dégagées des nombreuses expérimentations effectuées au cours des deux années de l'étude.

CONGRÈS CONFÉRENCES



Activité	Lieu et date	Organisation	Renseignements
4 th Integrated Transportation Management Systems (ITMS) Conference <i>ITMS : A Key Strategy to Optimize Surface Transportation System Performance</i>	Du 15 au 18 juillet 2001 Newark (New Jersey)	TRB, FHA, Institute of Transportation Engineers, ITS America	Internet : http://www.itsa.org
International Symposium on Transportation Technology Transfer	Du 29 juillet au 2 août 2001 St. Petersburg (Floride)	TRB, FHA, Pan American Institute of Highways, AIPCR	Tél. : (352) 392-2371, poste 223 Télé. : (352) 392-3224 Courriel : chris@ce.ufl.edu Internet : http://t2.ce.ufl.edu
ITE 2001 Annual Meeting and Exhibit <i>2001 : A Transportation Odyssey</i>	Du 19 au 22 août 2001 Chicago (Illinois)	Institute of Transportation Engineers	Tél. : (202) 289-0222 Télé. : (202) 898-4131 Internet : www.ite.org
The IEEE 4 th International Conference on Intelligent Transportation Systems	Du 25 au 29 août 2001 Oakland (Californie)	Intelligent Transportation Systems Council	Peter Ray Télé. : (510) 643-2356 Internet : http://ewh.ieee.org/tc/its/2001/
43 rd International Annual Meeting Technology applications in highway and bridge engineering	Du 9 au 13 septembre 2001 Saint John (Nouveau-Brunswick)	Highway Engineering Exchange Program	Kelly Hamill Tél. : (506) 453-2600 Télé. : (506) 457-7278 Courriel : Kelly.Hamill@gnb.ca
Congrès annuel 2001 de l'ATC <i>Partenariat en transports : la voie du succès</i>	Du 16 au 19 septembre 2001 Halifax (Nouvelle-Écosse)	Association des transports du Canada	Gilbert Morier, ATC Tél. : (613) 736-1350 Télé. : (613) 736-1395 Courriel : gmorier@tac-atc.ca
Congrès ferroviaire mondial de l'AICCF <i>La politique des transports et les stratégies du rail</i>	Du 25 au 28 septembre 2001 Vienne (Autriche)	Association internationale du congrès des chemins de fer (AICCF)	AICCF, Bruxelles Tél. : +32-2-520.78.31 Télé. : +32-2-525.40.84 Courriel : secretariat@aiccf.org
Le Québec technologique <i>Tout simplement génial!</i>	Du 27 septembre au 25 novembre 2001 École de technologie supérieure, Montréal	Ministère de la Recherche, de la Science et de la technologie	Internet : http://www.toutssimplementgenial.qc.ca/index.asp
INFRA 2001 <i>Le transfert technologique : de la tradition à l'innovation !</i>	Du 26 au 28 novembre 2001 Montréal	CERIU	Jean-François Ménard Tél. : (514) 848-9885 #270 Internet : http://www.ceriu.qc.ca/infra.htm
8 th World Congress on Intelligent Transport Systems <i>ITS Technology and Innovations</i>	Du 30 septembre au 4 octobre 2001 Sydney (Australie)	ITS Australia	Tél. : +61 2 9241 1478 Courriel : its2001@itsworldcongress.org Internet : http://www.its-australia.com.au
43 th Annual Conference <i>De-Mystifying Logistics</i>	Du 7 au 9 novembre 2001 Montréal (Québec)	Canadian Institute of Traffic and Transportation (CITT)	Donna Spreitzer Tél. : (416) 363-5696, poste 22 Courriel : dspreitz@citt.ca

INNOVATION TRANSPORT

Le bulletin scientifique et technologique INNOVATION TRANSPORT s'adresse au personnel du ministère des Transports et à tout partenaire des secteurs public et privé qui s'intéresse à ce domaine.

Il est le reflet des grands secteurs du transport au Québec : le transport des personnes, le transport des marchandises, les infrastructures et l'innovation. Il traite des enjeux importants, présente des projets de recherche en cours de réalisation ou terminés, de même que de l'information corporative.

INNOVATION TRANSPORT entend diffuser les résultats de travaux de spécialistes et d'expérimentations, les comptes rendus des activités de veille et de transfert technologiques, ainsi que des activités réalisées pour garantir le maintien d'une expertise de pointe.

Les textes publiés dans le bulletin INNOVATION TRANSPORT reflètent uniquement le point de vue de leurs auteurs et n'engagent en rien le ministère des Transports.