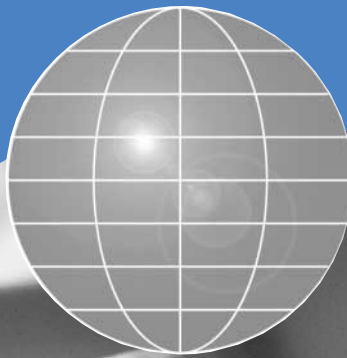


INNOVATION

NUMÉRO 20

JUIN 2004

# TRANSPORT



BULLETIN SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE

<http://www.mtq.gouv.qc.ca/cqttt>

**DOSSIER**



**LA TECHNOLOGIE AU SERVICE DU  
TRANSPORT HORS NORMES**



Québec 

### DOSSIER

- LA TECHNOLOGIE AU SERVICE  
DU TRANSPORT HORS NORMES **3**

### ARCHITECTURE

#### PAYSAGÈRE ET SÉCURITÉ

### ROUTIÈRE

- STRATÉGIE MINISTÉRIELLE D'AMÉLIORATION  
DES CORRIDORS ROUTIERS AUX PORTES  
D'ENTRÉE DU QUÉBEC  
SAINT-BERNARD-DE-LACOLLE : UN PROJET  
INNOVATEUR **8**

### EXPLOITATION DU RÉSEAU ROUTIER

- SIMULATIONS CFD DES ÉCOULEMENTS  
D'AIR MESURÉS DANS LE TUNNEL LOUIS-  
HIPPOLYTE-LA FONTAINE **13**

### ROUTES ET STRUCTURES

- BILAN DE L'UTILISATION PAR LE MTQ DE  
BÉTONS RÉALISÉS AVEC DES FIBRES D'ACIER  
(SAISON 2002) **19**

### TRANSPORT MARITIME

- LA STRATÉGIE DE LA GARDE CÔTIÈRE  
AMÉRICAINNE POUR LA SÛRETÉ MARITIME  
DANS LE SYSTÈME GRANDS LACS –  
VOIE MARITIME DU SAINT-LAURENT **23**

### PARUTIONS RÉCENTES **27**

### CONGRÈS ET

### CONFÉRENCES **29**

INNOVATION TRANSPORT est réalisé par le Centre québécois de transfert des technologies des transports 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/cqjtt>

Coordination : Gilles Boutin

Révision linguistique : *Direction des communications*

Supervision graphique : *Jean-Pierre Tremblay*

Conception : *Tandem Conception et Infographie inc.*

Impression : *Transcontinental Québec*

Photogravure : *Composition Orléans*

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

Ministère des Transports du Québec

Direction de la recherche et de l'environnement

700, boul. René-Lévesque Est, 21<sup>e</sup> étage

Québec (Québec), G1R 5H1

Téléphone : (418) 643-4717

Télécopieur : (418) 643-0345

Courriel : [gboutin@mtq.gouv.qc.ca](mailto:gboutin@mtq.gouv.qc.ca)

Dépôt légal

Bibliothèque nationale du Québec

ISSN - 1480-610X

Tirage : 900 exemplaires

## LA TECHNOLOGIE AU SERVICE DU TRANSPORT HORS NORMES

Le gouvernement du Québec s'est engagé à offrir des services en ligne pour améliorer les relations entre le citoyen et l'État en favorisant une livraison et une diffusion simplifiées, rentables et efficaces des services, de l'information et de la connaissance.

La Direction du transport routier des marchandises du ministère des Transports est à l'écoute des préoccupations des usagers de la route. Conformément à ses mandats, elle est en relation constante avec les associations, les transporteurs, les expéditeurs, les fabricants, les centres de recherche et les autres administrations. Les questions de sécurité routière et de sécurité aux postes frontière, l'économie et la compétitivité dans les transports font partie de ses priorités.

Dans la revue *Innovation Transport* d'octobre 2001, nous avons présenté un logiciel permettant d'analyser la stabilité des véhicules lourds. Ce logiciel, qui peut également servir à effectuer l'analyse des causes d'un accident, s'avère très utile lorsque nous établissons des normes techniques et réglementaires dans le but d'améliorer la sécurité des usagers de la route. Notre recherche portant sur l'utilisation de nouvelles technologies nous amène aujourd'hui à vous parler des changements informatiques entrepris dans le domaine du transport routier hors normes.

Une brève description des trois familles de permis spéciaux, qui autorisent la circulation de véhicules ou d'ensembles de véhicules hors normes, vous permettra d'apprécier le défi technologique que représentent ces changements.

Un système informatique expérimental sera prochainement mis à l'essai afin de déterminer la faisabilité de l'automatisation de l'analyse des parcours en fonction des caractéristiques physiques de la route. Des tentatives sont également faites afin d'établir une corrélation entre l'usage du réseau routier et le coût des permis spéciaux. Le cas échéant, des systèmes experts pourraient être mis en place afin d'aider l'industrie du transport.

Une première : le site Internet du ministère des Transports a été relié à un système de commerce électronique. Les transporteurs peuvent maintenant faire une demande et acquitter les frais des permis spéciaux délivrés en vertu de l'article 633 du Code de la sécurité routière du Québec.

Toutes ces avenues technologiques, nous l'espérons, sauront susciter et captiver votre intérêt.

Guy Vaillancourt, ing.

Directeur du transport routier des marchandises

## LA TECHNOLOGIE AU SERVICE DU TRANSPORT HORS NORMES

**François Janelle, ing., Direction du transport routier des marchandises, Service de la normalisation technique**  
**René Martel, ing., Direction du transport routier des marchandises, Service de la normalisation technique**

L'industrie du transport routier n'a pas le choix de s'adapter aux nouvelles technologies pour rester compétitive. Ainsi, le système de positionnement des véhicules par satellite et les ordinateurs de bord ont permis d'améliorer la logistique des parcs de véhicules.

Dans cet article, nous présentons certaines applications technologiques telles que le commerce électronique et les bases de données géoréférentielles comme des avantages importants dans le domaine du transport hors normes.

### PERMIS SPÉCIAL DE CIRCULATION

Un véhicule routier ou un ensemble de véhicules routiers dont la charge par essieu, la masse totale en charge ou l'une des dimensions n'est pas conforme aux normes établies par règlement est considéré comme hors normes et ne peut circuler sans l'un des permis spéciaux suivants.

**Permis de classes 1 à 7** - Le Règlement sur le permis spécial de circulation s'applique aux véhicules hors normes en raison de leur fabrication ou de leur chargement indivisible. Il existe sept classes de permis spécial.

Classe 1 : Transport hors dimensions en largeur, en hauteur, en longueur ou pour des excédents avant ou arrière

Classe 2 : Transport de bâtiments préfabriqués

Classe 3 : Transport de piscines

Classe 4 : Dépanneuses

Classe 5 : Transport en surcharge

Classe 6 : Transport en surcharge exigeant une expertise du ministère des Transports du Québec (MTQ)

Classe 7 : Transport en surdimension exigeant une expertise du MTQ

**Grand train routier** - Le Règlement sur le permis spécial de circulation d'un train routier autorise la circulation de trains routiers dont la longueur excède 25 mètres. Leur circulation est limitée aux autoroutes et aux abords de celles-ci.

**Permis 633** - Lorsque des circonstances exceptionnelles le justifient, le ministre des Transports peut délivrer des permis spéciaux de circulation en vertu des pouvoirs que lui confère l'article 633 du Code de la sécurité routière. Ces permis sont délivrés essentiellement pour permet-

tre la circulation de véhicules expérimentaux, pour harmoniser les normes du Québec avec celles des autres administrations nord-américaines ou pour laisser le temps à l'industrie de s'adapter à une situation particulière.

Environ 30 000 permis spéciaux sont délivrés chaque année. Les frais varient généralement de 30 \$ à 600 \$ pour la majorité d'entre eux. Certains permis peuvent limiter la circulation à des trajets précis à cause de caractéristiques physiques comme la capacité des structures, la hauteur libre et le débit de circulation. Un système informatique expérimental est présentement à l'essai pour les permis de classes 6 et 7, afin de déterminer la faisabilité d'automatiser et d'améliorer certaines tâches liées à l'analyse des parcours en fonction de ces caractéristiques. On

**Figure 1 : Menu principal du système de gestion des permis 633**

SYSTÈME DE GESTION - PERMIS DU MINISTRE				
Délivré en vertu de l'article 633 du Code de la sécurité routière Mise en opération le 1996-11-01, Commerce électronique 2002-12-11, Paiement obligatoire avant le permis 2003-06-01, Transfert Access 2002 (Windows Xp) 2003-09-04, Envoi permis par courrier électronique 2003-10-08, Transfert de DAO-ODBC à ADO et archivage électronique 2004-01-27				
Consulter	Créer, Modifier	Imprimer	Étiquettes	Comptabilité
Permis et dossier CTQ	Via formulaire papier	Enveloppe, Fax, Facture, Permis	Postale	Suivi facturation
	Via Internet	Par courriel	Dossier	Aide Saisie Chèques
	Renouvellement manuel des permis gratuits	Archiver Originaux, Permis et Facture		Rapport financier
				Dépôt
				Chèque
				Carte Crédit
				Annuel
Utilitaire		Statistiques		Fermer

tente également d'établir une corrélation entre le coût des permis spéciaux, l'encombrement du réseau routier, l'utilisation des infrastructures routières et les dommages qui y sont causés.

Actuellement, seule la famille de permis 633 est disponible sur Internet.

## TECHNOLOGIE DU SYSTÈME DE GESTION DES PERMIS 633

Même si le système de gestion des permis 633 fonctionne depuis 1996, plusieurs applications ont été mises au point depuis huit ans. Autrefois, le système permettait uniquement d'imprimer des permis spéciaux et non de gérer la facturation. La figure 1 représente le menu principal du système d'aujourd'hui et résume bien les nouvelles fonctionnalités ou grandes composantes technologiques du système de gestion des permis 633 qui sont présentées dans le présent document.

## COMMERCE ÉLECTRONIQUE

Le ministère des Finances, afin d'atteindre l'objectif de l'État concernant la mise en place de l'infrastructure gouvernementale, fournit gratuitement un module de commerce électronique aux ministères et organismes qui le demandent. Alors que quelques ministères et organismes l'utilisaient déjà, le commerce électronique était, en 2003, une première pour le ministère des Transports du Québec (MTQ).

Le module de commerce électronique *P@iement en ligne*<sup>MC</sup> accepte les cartes de crédit MasterCard, Visa et American Express, et il offre la gamme complète de transactions financières : paiement, annulation, remboursement partiel ou total, information de gestion, etc.

Au moment de régler l'achat, l'utilisateur doit inscrire dans le formulaire de *P@iement en ligne*<sup>MC</sup> un numéro de carte de crédit ainsi que l'année et le mois de son expiration.

L'information est chiffrée à 128 bits avant sa transmission sur Internet, ce qui garantit sa con-

fidentialité. Elle est ensuite transmise, pour traitement immédiat, au système de paiement SecurNat de la Banque Nationale du Canada.

En aucun cas les ministères et les organismes ne servent d'intermédiaires pour la transmission des renseignements. L'internaute est donc assuré que l'information relative à sa carte de crédit demeure entre lui et SecurNat.

L'adresse électronique du site est la suivante :

<http://www.mtq.gouv.qc.ca/fr/camionnage/permis/article633.asp>

Voici les statistiques concernant les permis 633, en 2003 :

Demande effectuée par	Pourcentage de permis	
Internet	25 %	17 % gratuit 83 % paiement par carte de crédit
Courrier postal	75 %	20 % gratuit 80 % paiement par chèque

Les statistiques reflètent bien le changement de la politique du MTQ concernant la perception des coûts des permis et la possibilité d'utiliser une carte de crédit uniquement à partir du site Internet. Avant l'intégration du système de commerce électronique, le MTQ avait comme politique de faire payer les permis après leur délivrance, et seuls les chèques étaient acceptés.

Cette politique était efficace et rapide pour délivrer des permis. Toutefois, elle n'avait pas que des avantages. Ainsi, de longues démarches devaient, à l'occasion, être effectuées pour convaincre certains transporteurs de payer le montant des permis. Ces démarches étaient encore plus difficiles lorsque le siège social des entreprises était à l'extérieur de la province. En plus de régler ce problème, le commerce électronique en a résolu un autre, celui de la perception de chèques en devises étrangères.

Les statistiques sont encourageantes. Internet semble être la solution pour offrir un service rapide et équitable à l'industrie du transport. En plus

des permis 633, les permis de classes 1 à 7 et ceux des trains routiers pourraient, le cas échéant, être obtenus sur Internet.

## EXTRANET ET CONTRÔLE ROUTIER

Les nombreuses technologies associées à Internet ont rapidement ouvert la voie à d'autres applications. Ainsi, la technologie extranet a permis au MTQ de mettre dans son site Internet un moyen pour les contrôleurs routiers de consulter les permis spéciaux délivrés par le ministre. Il s'agit d'une page Web dont l'adresse Internet est protégée par un mot de passe afin de conserver la confidentialité des données. Un contrôleur routier peut ainsi vérifier si le permis que lui présente un transporteur est valide.

On pourrait envisager qu'un jour les permis spéciaux, de même que tous les autres documents légaux d'accompagnement, ne seront plus consignés sur support papier. Les transporteurs y trouveront leur compte, car ils ne seraient plus obligés de garder à bord de leur véhicule une multitude de documents.

## SNAPSHOT ET ARCHIVAGE ÉLECTRONIQUE

Snapshot est un format de fichier qui a résolu plusieurs difficultés concernant l'envoi d'un permis spécial au transporteur par Internet et l'archivage électronique des permis. Il permet au système informatique de produire des permis et des factures sous forme électronique. Il est possible de les transférer d'Internet à un ordinateur personnel, mais l'internaute doit disposer de la visionneuse Snapshot Viewer pour pouvoir les lire et les imprimer. Il peut télécharger cette visionneuse gratuitement à partir du site Internet de Microsoft.

Le gain en temps est appréciable, tant pour les transporteurs que pour le MTQ. Actuellement, l'internaute qui remplit une demande de permis sur Internet le recevra dans un délai maximal de



trois jours. Toutes les demandes doivent être traitées par un préposé du MTQ pendant les heures d'ouverture des bureaux.

## **LIENS INFORMATIQUES ET COTE DE SÉCURITÉ EN TRANSPORT**

Depuis l'adoption de la Loi concernant les propriétaires et exploitants de véhicules lourds (projet de loi 430) en juin 1998, des mesures ont été prises pour augmenter la responsabilité des transporteurs. Tous doivent s'inscrire au *Registre des propriétaires et des exploitants de véhicules lourds* et s'assurer que leur cote de sécurité est satisfaisante.

Dans le cas d'une cote conditionnelle ou insatisfaisante, des sanctions portant sur leur droit d'exploitation au Québec sont appliquées par la Commission des transports du Québec (CTQ). La loi répond à des préoccupations de l'industrie concernant l'équité dans l'application de la réglementation. En même temps que le système de commerce électronique, des liens informatiques ont été mis en place pour permettre la vérification automatique de la cote avant la délivrance des permis.

Comme moyen incitatif pour conserver une cote exemplaire, le MTQ autorise seulement les entreprises ou les individus ayant une cote satisfaisante à utiliser Internet pour présenter une demande de permis. Les autres doivent acheminer par courrier postal leur demande, avec une copie des documents précisant les sanctions imposées par la Commission des transports à leur entreprise. Les délais d'évaluation pour déterminer si le permis spécial peut être accordé malgré ces sanctions augmentent les délais de délivrance.

## **TECHNOLOGIES EXPLO- RATOIRES DES PERMIS**

Le traitement des demandes de permis des classes 6 et 7 requiert la vérification de nom-

breux paramètres pour déterminer la faisabilité d'effectuer le transport. Occasionnellement, d'autres modes de transport sont examinés. Les principaux paramètres utilisés sont la capacité et la hauteur libre des ouvrages d'art. Faute d'information, plusieurs paramètres, telle la géométrie routière, ne peuvent être analysés de façon systématique afin de déterminer le parcours le mieux adapté. Les caractéristiques physiques des réseaux municipaux, du réseau fédéral et des réseaux privés sont encore plus difficiles à obtenir et à analyser. On s'en tient généralement à exiger que le demandeur obtienne un avis favorable des autorités responsables du réseau concerné.

Les demandes de permis sont analysées manuellement et de manière non systématique concernant certains aspects. Les techniciens affectés à l'analyse des demandes de permis utilisent généralement des banques de données qu'ils ont constituées.

## **GÉOMATIQUE APPLIQUÉE AU CHOIX ET À L'ANALYSE DE PARCOURS**

Depuis plusieurs années, le Ministère a entrepris l'élaboration de nombreuses applications dans le domaine de la géomatique et des systèmes de transport intelligents (STI). Mentionnons la numérisation du réseau routier, l'établissement de bases de données à références spatiales, les stations météo routières et les projets de surveillance routière des grandes voies d'accès. Pourrait-on concevoir un système expert regroupant une partie de ces applications afin de faciliter le choix et l'analyse de parcours dans le but de répondre à une demande de permis spécial de circulation de véhicules routiers hors normes?

La mise au point d'un prototype a été entreprise, en collaboration avec le Centre de recherche en géomatique de l'Université Laval. Il sera implanté en juillet 2004 à la Direction du transport routier des marchandises en utilisant les

données de deux régions pilotes, soit celles de l'Île-de-Montréal et de Chaudière-Appalaches. Ce prototype permettra d'utiliser les informations disponibles pour vérifier la justesse du parcours d'un véhicule hors normes.

Pour ceux qui connaissent bien les applications de la géomatique au Ministère, le prototype utilisera notamment les données de la base géographique routière (BGR). Le logiciel GeoMedia WebMap permettra aux utilisateurs du système d'avoir accès à cette base de données à l'aide de leur navigateur Web. L'usage de la technologie SOLAP, compatible avec le logiciel GeoMedia WebMap, est une première au ministère des Transports. Elle combine l'analyse multidimensionnelle OLAP (*On-Line Analytical Processing*) et des fonctions pour la visualisation, la manipulation et l'analyse de données spatiales géométriques. Cette technologie permet d'explorer différents niveaux de détails, divers paramètres d'analyse et différentes époques à l'aide de cartes thématiques, de diagrammes et de tableaux. L'Université Laval y a réalisé des améliorations.

Opérationnellement, une fois la demande de permis saisie par un technicien, le système considérera les dimensions, les masses et le parcours envisagé et aidera le préposé à effectuer l'analyse de la demande en permettant de :

- sélectionner des critères d'analyse supplémentaires en fonction du type de demande;
- valider le parcours proposé;
- produire un parcours alternatif et optimal;
- fournir la liste des validations à effectuer lorsque la banque de données intégrées ne permet pas de traiter tous les critères de décision;
- déterminer et positionner les limites territoriales sur tout le parcours d'un transport hors normes;
- fournir une liste des avis à obtenir sur le parcours;

Figure 2 : Formulaire de saisie de la configuration d'un véhicule

**Saisie des paramètres de transport** -> Saisie du parcours -> Sélection des critères

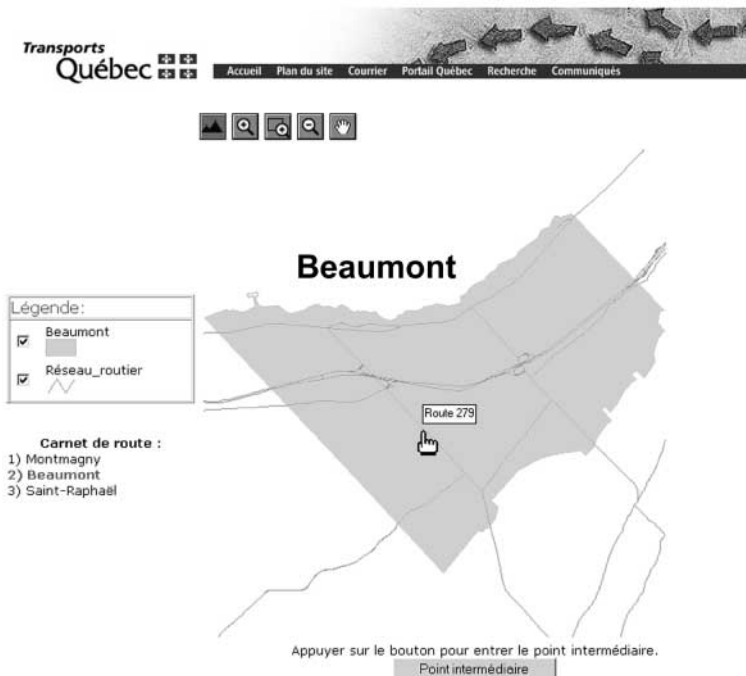
Identification -> Renseignements généraux -> Type de demande -> Description des véhicules -> Déclarations -> Autres informations -> Facturation -> Confirmation

**Nombre d'essieux - Configuration \***

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Inscrivez le ou les type(s) de véhicule(s)	GR	GR	GR	GR	GR	RE	RE	RE	-	-	-	-
Inscrivez le ou les type(s) de suspension(s)	HY	HY	HY	HY	HY	PN	PN	PN	-	-	-	-
Inscrivez le ou les type(s) d'essieu(x)	ES	ET	ET	ET	ET	EP	EP	EP	-	-	-	-
Inscrivez le nombre de pneus par essieu	2	2	2	2	2	4	4	4				
Espace minimal entre les essieux, centre à centre (cm)	254	165	200	165	426	152	152					
Largeur minimale des pneus (mm)	385	385	385	385	385	255	255	255				
Capacité maximale des pneus par essieu (kg)	10704	10704	10704	10704	10704	9198	9198	9198				
Capacité des essieux actionnés par le volant de direction (PNBE ou "GAWR") (kg)	12000	12000	12000	12000	12000							
Masse axiale déclarée (kg)	9000	6750	6750	6750	6750	7500	7500	7500				

Annuler <- Précédent Suivant ->

Figure 3 : Sélection d'un point de destination



- produire la visualisation graphique du parcours sur carte géographique à l'écran d'un ordinateur personnel, avec possibilité d'impression et de sauvegarde du parcours sous forme de fichier;
- produire une description des infrastructures tout au long du parcours;
- permettre l'ajout d'informations complémentaires.

Les figures 2, 3 et 4 permettent d'apprécier quelques « panoramas » du système tels que ceux du formulaire de saisie de la configuration d'un véhicule, de la visualisation du parcours et de l'interface d'analyse des parcours.

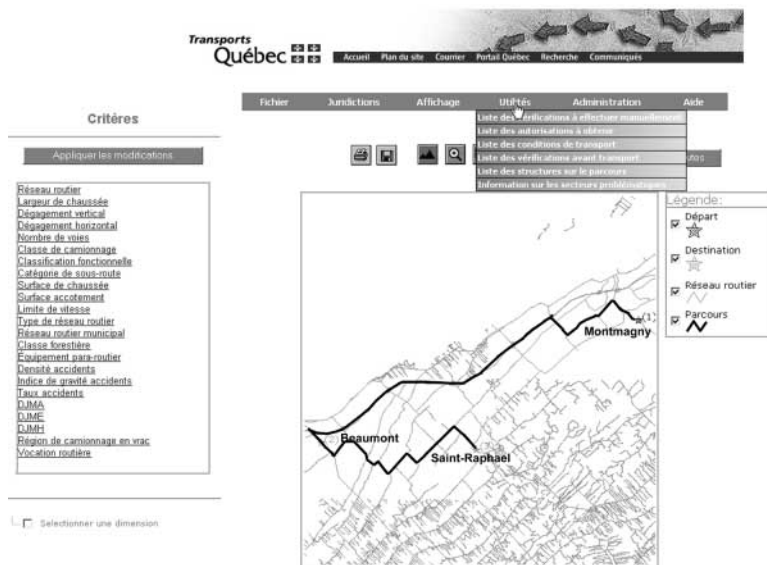
Une fois implanté, il y aura sans doute beaucoup d'éléments à revoir dans le fonctionnement de ce prototype avant de penser à l'utiliser comme un outil fonctionnel à la grandeur de la province. Il contribuera néanmoins à l'établissement des critères d'un système opérationnel. L'objectif est de réduire les délais de traitement des demandes de permis tout en améliorant les analyses de parcours.

Un tel outil pourrait même être rendu disponible à l'industrie, par Internet, pour choisir un parcours approprié et pour présenter une demande de permis. L'industrie pourrait obtenir rapidement de l'information concernant les travaux routiers, la capacité des infrastructures, la géométrie routière, les débits de circulation, les conditions routières et les conditions de circulation. De nombreux avantages sont à venir, notamment du point de vue de la sécurité, de la préservation du réseau routier et de l'efficacité du traitement des demandes.

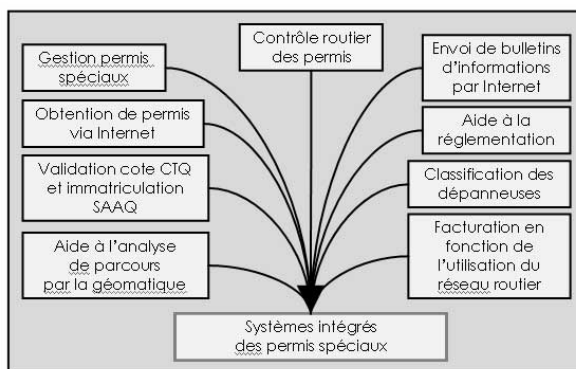
## TECHNOLOGIES ASSOCIÉES À LA FACTURATION ET À L'UTILISATION DU RÉSEAU ROUTIER

La facturation des permis de classes 1 à 7 est basée uniquement sur la durée du permis et le type de classe. Elle n'est pas liée à la distance

**Figure 4 : Interface d'analyse des parcours**



**Figure 5 : Orientations technologiques**



parcourue, aux particularités du parcours, aux dommages causés aux infrastructures, à la congestion, à la pollution et aux inconvénients subis par les usagers de la route. Une facturation qui tiendrait compte des critères précédents serait plus équitable et contribuerait à faire un meilleur usage du réseau routier.

Pour amorcer la réflexion sur le sujet, une étude de faisabilité a été entreprise. Elle porte sur la recherche de solutions technologiques et sur les méthodes de tarification. Les technologies telles que les systèmes de navigation et de jalonnement dynamique (ordinateur de bord), les systèmes de repérage (systèmes de positionnement par satellite) et les systèmes d'identification

automatique de véhicules (transpondeur) pourraient être mises à contribution.

L'étude de faisabilité vise à :

- évaluer la possibilité d'utiliser les technologies des systèmes de transport intelligents (STI);
- analyser les diverses possibilités technologiques;
- présenter un concept préliminaire de facturation;
- recommander une solution;
- évaluer les coûts et les avantages.

Elle tiendra compte des besoins du Ministère

et de ceux de l'industrie du transport et cherchera à rendre conviviale la solution proposée avec les technologies existantes et usuelles. Les résultats de l'étude de faisabilité devraient être disponibles en juin 2004.

## ORIENTATIONS TECHNOLOGIQUES

De façon globale, toutes les applications technologiques décrites dans cet article pourraient être intégrées en une seule application et contribuer à l'amélioration du service à la clientèle dans le domaine du transport hors normes.

D'autres systèmes comme le système de classification des dépanneuses, le système d'envoi de bulletins d'information par Internet et un système expert d'aide à la compréhension des règlements pourraient être intégrés à ces applications. La figure 5 résume les nombreux systèmes qui seront un jour intégrés.

## CONCLUSION

Ce tour d'horizon a permis d'entrevoir tout ce qui a été fait et tout ce qui reste à faire pour améliorer les services offerts dans le domaine du transport routier hors normes.

Un des premiers pas franchis a été de mettre en place un système de commerce électronique permettant de présenter par Internet des demandes de permis spéciaux de circulation pour l'une des trois familles de permis et de réaliser une étude de faisabilité concernant deux systèmes avant-gardistes : un système d'aide à l'analyse de parcours par des bases de données à référence spatiale et un système de facturation en fonction de l'utilisation, de la sollicitation et de l'encombrement occasionnés au réseau routier.

D'autres étapes sont à venir. Dans les prochaines années, il serait souhaitable de mettre en place des systèmes experts ou de soutien à la gestion et à l'information afin d'améliorer le service client auprès de l'industrie du transport des marchandises au Québec.



# Architecture paysagère et sécurité routière

## STRATÉGIE MINISTÉRIELLE D'AMÉLIORATION DES CORRIDORS ROUTIERS AUX PORTES D'ENTRÉE DU QUÉBEC

### SAINT-BERNARD-DE-LACOLLE : UN PROJET INNOVATEUR

**Pascal Lacasse, urbaniste, Service des technologies d'exploitation,  
Direction du soutien à l'exploitation des infrastructures**  
**Christian Savard, aménagiste stagiaire, Service des technologies d'exploitation,  
Direction du soutien à l'exploitation des infrastructures**  
**Josée Gagnon, ing., Service des technologies d'exploitation,  
Direction du soutien à l'exploitation des infrastructures**  
**Collaboration : Catherine Larocque, ing., Direction de l'Ouest-de-la-Montérégie**

*Le projet d'amélioration du corridor routier de l'autoroute 15 dans le secteur de Saint-Bernard-de-Lacolle en Montérégie s'inscrit dans la volonté gouvernementale d'améliorer l'accueil aux différentes portes d'entrée du Québec. Axe principal du corridor de commerce Québec-New York, l'au-*

*toroute 15 constitue la principale voie d'accès direct au Québec pour les marchandises et les touristes en provenance des États-Unis. Considérant son importance pour l'économie québécoise, cet axe est l'objet des premières interventions paysagères du Ministère en matière*

*d'amélioration des corridors routiers aux portes d'entrée. Ces interventions ont comme particularité d'intégrer la sécurité routière à la requalification paysagère et elles guideront l'aménagement des autres portes d'entrée de la province.*

Le passage à la frontière constitue une étape significative pour le voyageur. La frontière, en tant que porte d'entrée de la province, comporte un sens emblématique et protocolaire très fort. L'image que nous donnons aux visiteurs se doit de refléter notre culture et notre fierté collective. Il s'agit notamment d'une vitrine essentielle à la promotion touristique. C'est pourquoi le projet comprend un important volet de requalification paysagère, c'est-à-dire la mise en valeur de la qualité visuelle du paysage par l'aménagement des abords de route, afin de rehausser l'image de marque de l'État québécois.

L'objectif global du projet est de concilier la fluidité, la sécurité et l'environnement, et ce, par la « réécriture » de la route. L'amélioration de la sécurité routière sur l'autoroute demeure une préoccupation majeure, particulièrement aux abords des installations frontalières.

L'un des défis de ce projet est d'harmoniser les interventions d'ordre esthétique avec les impératifs de sécurité, le tout en concertation avec les différents acteurs.

**Figure 1 : Borne d'accueil de Saint-Bernard-de-Lacolle**



Source : Direction des communications, 2002



## LES PREMIÈRES INTERVENTIONS

L'uniformisation de la signalisation routière frontalière a été la première intervention effectuée sur le territoire par la Direction de l'Ouest-de-la-Montérégie. Dans un premier temps, l'ancienne signalisation d'accueil a été enlevée pour faire place à un nouveau concept de borne d'accueil. Dans un second temps, la direction territoriale a procédé au remplacement de la signalisation désuète ou endommagée. Enfin, une séquence d'affichage, avec des intervalles réguliers de 300 mètres, sera mise en place pour la signalisation frontalière : le « Bonjour Québec », la signalisation métrique, la ceinture de sécurité obligatoire, etc. L'uniformisation de la signalisation aux frontières du Québec est d'ailleurs une intervention qui s'est effectuée pour l'ensemble des routes donnant accès à une autre province ou à un État américain.

Le développement et l'installation d'une borne d'accueil structurale aux 16 principales portes d'entrée du Québec, dont Saint-Bernard-de-Lacolle (figure 1), sont les éléments de la seconde intervention dotée d'une grande visibilité pour les usagers. Le concept de la borne d'accueil reprend l'identification visuelle du Québec, ses couleurs ainsi que son emblème floral, l'*iris versicolor*. Elle souhaite également la bienvenue dans les quatre langues officielles des Amériques : l'anglais, l'espagnol, le français et le portugais.

Les bornes d'accueil structurales se devaient de présenter davantage qu'une simple structure installée en bordure des routes. Afin de les mettre en valeur et d'obtenir l'effet escompté auprès des voyageurs, six firmes d'architectes paysagistes ont été sélectionnées pour localiser ces 16 bornes et aménager le terrain sur une étendue de plus ou moins 100 mètres avant et après chacune d'elles. L'élaboration des concepts d'aménagement de chacun des sites devait mener à la valorisation de la borne et à celle du caractère distinctif de sa région d'accueil. À Saint-Bernard-de-Lacolle, par exemple, l'aménagement du pre-

mier plan, c'est-à-dire devant la borne, intègre une mise en scène paysagère incluant notamment des fleurs vivaces, dont l'*iris versicolor*. L'arrière-scène incorpore des plantations à plus grand déploiement, dont des frênes et des pommeliers. Ces derniers, aménagés en arc de cercle, rappellent les nombreux vergers de la région. Dans la dernière portion de l'arrière-scène, on propose l'insertion de trois rangées d'arbres rectilignes et conditionnées de façon oblique. Cette implantation a pour objectif de rappeler le découpage des terres agricoles avoisinantes.

## PRINCIPES DIRECTEURS DE L'AMÉNAGEMENT PAYSAGER

Le passage de la zone aménagée ne durant qu'au plus 10 secondes pour un usager en mouvement, une quatrième intervention, soit l'aménagement paysager du corridor routier, sera effectuée afin d'accompagner l'usager sur une plus grande distance et de lui permettre une meilleure lecture de la route et de son environnement.

L'aspect paysager du concept d'aménagement global s'inspire d'un projet de recherche effectué par la Chaire en paysage et environnement de l'Université de Montréal (CPEUM). L'objectif de cette recherche était d'établir des lignes directrices concernant l'amélioration de la qualité paysagère des entrées du Québec par l'étude d'un cas : Saint-Bernard-de-Lacolle. Les conclusions de ce projet de recherche proposent cinq axes d'intervention qui concernent seulement l'aspect paysage, c'est-à-dire que les normes de sécurité ne sont pas toujours prises en considération :

1. Mettre en relief les séquences paysagères afin de « dramatiser » le découpage de l'espace en accentuant les contrastes entre ses composantes et mettre en place un paysage de proximité sur les marges latérales de la chaussée. Il s'agit de souligner les traits morphologiques du territoire en accentuant leur lisibilité, et ce, en s'appuyant sur la perception

en mouvement propre à l'expérience routière. La mise en valeur ne repose pas sur une image statique du paysage, mais plutôt sur les événements séquentiels mettant en jeu les rapports entre l'avant-plan (le paysage de proximité) et les plans subséquents (le paysage à distance). La mise en relief du territoire par un cadrage végétal des segments d'autoroute bordés par les boisés peut s'effectuer de trois façons : a) Rapprocher le couvert arborescent de la chaussée en le prolongeant à l'intérieur des limites de l'emprise tout en conservant le recul nécessaire à la sécurité des usagers ; b) Compléter le couvert arborescent par un couvert arbustif déployé tout contre l'accotement ; c) Densifier les limites latérales des boisés de manière à accentuer le découpage séquentiel ouvert/fermé.

2. Mettre en place des portes territoriales aux échangeurs pour marquer le point d'accès au territoire et suggérer, par le biais de ce marquage, la spécificité locale. Chaque échangeur peut être pensé comme un événement le long du parcours marquant le branchement aux parcours alternatifs. La phase de sortie, de l'engagement dans la bretelle à l'intersection avec la voie locale, ne dure qu'au plus 20 secondes. Pendant ce court moment où l'on passe d'un déplacement à haute vitesse à un arrêt total, la décélération s'accompagne d'une modification des échelles et de l'expérience routière. Voici trois types d'interventions pouvant accentuer la perception de ce phénomène : le resserrement subit ou progressif des masses et des textures végétales sur les flancs des bretelles ; l'élévation subite ou progressive du cadre végétal sur les flancs des bretelles ; les effets de rythme ou de battement provoqués par des motifs, des stries ou des rangs successifs de végétaux.
3. Souligner les composantes paysagères des territoires traversés par la mise en relief des caractéristiques paysagères situées à l'extérieur de l'emprise. À chacune des mises en scène produites en premier plan sur les

marges latérales peuvent correspondre des interventions sur l'espace situé au-delà. Parmi ces interventions, certaines peuvent contribuer à la lecture en mouvement du découpage territorial tout en accentuant les effets de profondeur, ou encore à la lecture du cadastre (plantation d'arbres sur les lignes de lots). Les interventions répondent à deux objectifs en ce qui concerne la requalification paysagère autoroutière : mettre en place des marques paysagères conformes dans leur ampleur et leur distribution aux échelles de perception du territoire afin d'accentuer ses traits de caractère ; lier étroitement le territoire à l'autoroute par la continuité des éléments de mise en scène du paysage.

4. Marquer la frontière et le seuil du Québec par une mise en scène monumentale et cérémoniale du passage de la frontière. L'aménagement autour des postes frontières est souvent banal, les contextes des deux parties outre-frontières trop peu souvent mis en valeur ou en opposition. L'expression architecturale des bâtiments formant les complexes douaniers renvoie rarement au contexte local et répond à des considérations fonctionnelles. Le marquage des frontières pourrait être consolidé par la construction d'éléments de mise en scène adaptés aux activités qui s'y déroulent. Pour répondre à ces objectifs, la chaire propose de : lier les parties hétérogènes ; cadrer clairement l'espace du complexe des douanes et le seuil allongé ; marquer véritablement la frontière, ce trait abstrait par lequel on passe d'un univers civique et culturel à l'autre ; projeter une image singulière du pays. Par exemple, pour marquer le passage à un pays nordique, on pourrait planter des pins rouges qui, une fois à maturité, formeront un couvert important et créeront une étroite perspective linéaire qui « monumentaliserait », en quelque sorte, le parcours. Cette perspective centrera entièrement le parcours sur l'approche du viaduc, amplifiant d'autant l'impact résultant de l'ouverture subite sur le territoire rural.

5. Harmoniser le développement local et le paysage autoroutier pour qu'ils se complètent mutuellement au lieu d'entrer en contradiction. Le ministère des Transports doit solliciter les municipalités et les municipalités régionales de comté afin qu'elles formulent des principes ou des règles d'implantation en bordure des autoroutes, de telle sorte que les établissements qui s'y installent présentent un visage public afin de pallier deux problèmes majeurs : d'abord, les commerces et les industries établis aux carrefours ont pignon sur rue le long des voies transversales de sorte que les façades aveugles, les aires de services et d'entreposage et les parcs de stationnement sont tournés vers l'autoroute ; ensuite, la cohabitation de l'autoroute et des quartiers habités.

## LA SÉCURITÉ ROUTIÈRE

La firme Option Aménagement avait à appliquer ces axes d'intervention de manière plus concrète sur le corridor de l'autoroute 15 à Saint-Bernard-de-Lacolle. Les principes d'intervention de ce projet étaient de créer une entrée forte du Québec, de mettre en valeur la région d'accueil, de bâtir une expérience paysagère particulière, d'engendrer un impact environnemental positif et de respecter les contraintes de sécurité. Les aménagements découlant de ces principes devaient veiller à ce que l'environnement visuel de l'usager soit aménagé pour que ce dernier adapte son comportement en fonction des particularités du parcours et à ce que soient conciliés la fluidité, la sécurité et l'environnement, et ce, par la « réécriture » de la route.

Sur le parcours de l'autoroute 15 en direction sud, l'automobiliste passe d'un environnement de conduite autoroutier à un environnement quasi urbain. La congestion induite par les postes de douane et les conflits possibles avec les autres usagers de la route — les camions notamment — caractérisent cette zone. Les interventions doivent donc permettre aux conducteurs de percevoir le changement de milieu afin qu'ils

puissent ajuster leur comportement aux particularités de ce secteur.

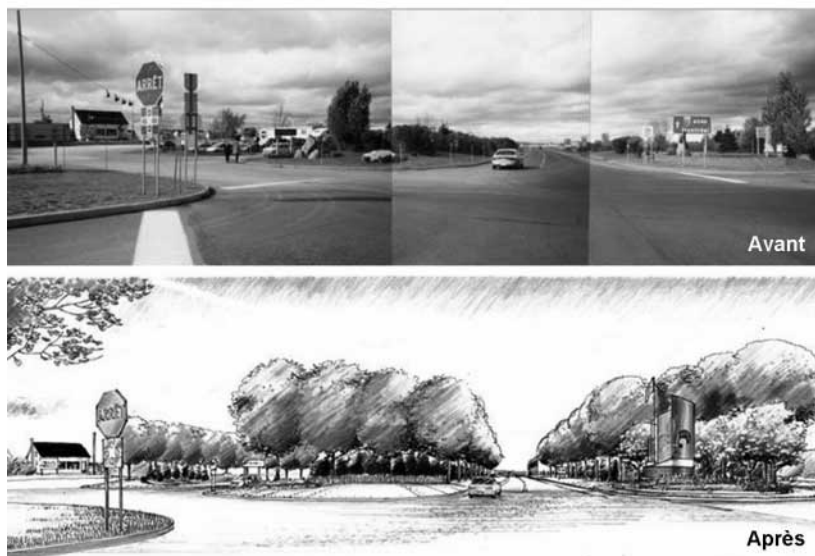
À titre d'exemple, voici quatre types d'interventions de nature à améliorer la sécurité dans le corridor routier :

1. L'utilisation d'enrobés colorés devrait entraîner une augmentation de l'attention du conducteur et une meilleure lecture du milieu traversé. Ce message doit être renforcé par l'aménagement d'éléments physiques qui rappellent le milieu urbain.
2. La plantation d'arbres de chaque côté de la route accentue l'effet d'ouverture et de fermeture produit par les boisés riverains de l'autoroute. Cette intervention permet de créer un rythme et d'offrir clairement des points de vue sur les différents plans, lointains et rapprochés. Cela a comme effet de briser la monotonie de la route et, par le fait même, de concentrer l'attention du conducteur sur la voie et son environnement.
3. L'aménagement d'éléments verticaux placés de manière de plus en plus rapprochée à l'approche du changement de milieu crée un effet stroboscopique qui donne une impression de vitesse à l'usager de la route et l'incite à la réduire.
4. Le recours au principe de la connotation : utiliser plusieurs éléments afin de représenter la même réalité ou pour mieux faire percevoir le message.

## AMÉNAGEMENTS DU CORRIDOR ROUTIER

L'aménagement paysager de l'autoroute 15 s'effectuera sur un corridor de 21 km, soit de la frontière américaine jusqu'à la sortie de Napierville et de Saint-Rémi. Cet aménagement propose une thématique basée sur les jardins, en référence au nom de la MRC, Les Jardins-de-Napierville. Dans un premier temps, les aménagements qui seront réalisés se situent à l'intérieur de l'emprise du ministère des Transports

**Figure 2 : Porte d'entrée de Saint-Bernard-de-Lacolle : avant et après**



Source : Option Aménagement, 2002

et représenteront surtout l'accueil du Québec. Dans un second temps, les autres aménagements pourront se faire en partenariat avec les municipalités et les propriétaires riverains.

Les aménagements du Ministère seront réalisés en fonction de trois zones d'intervention : forte, moyenne et faible. La zone d'intervention forte se situe de la frontière jusqu'à l'échangeur du premier kilomètre (figure 2). Dans cette zone seront implantés des alignements d'arbres, des massifs de conifères, des fanions et du pavage de couleur. Ces éléments seront aménagés pour donner un caractère solennel et monumental à l'entrée du Québec et permettre une meilleure lisibilité de ce milieu plus urbain. Il s'agit, en fait, de la signature nationale qui s'articule autour de la notion d'accueil autant physique — par la borne d'accueil — qu'humain — par la présence du parc routier.

La zone d'intervention moyenne commence à l'échangeur de la sortie 1 pour se terminer au parc routier du kilomètre 4. La particularité de ce tronçon est la présence ponctuelle des mêmes éléments repères que ceux implantés dans le secteur du poste d'accueil — alignement de trois poteaux avec fanion — qui guident les visiteurs

jusqu'à la halte routière. Deux alignements d'arbres bordent l'autoroute des deux côtés, appuyant tant l'entrée que la sortie du Québec. Ils prolongent, avec les groupes de fanions, le langage urbain utilisé dans le secteur du poste frontalier et soutiennent le parcours d'accueil québécois.

La zone d'intervention faible commence à la halte routière et se termine à la fin de la zone d'intervention, c'est-à-dire à l'échangeur de la route 219/221 vers Napierville. Dans cette zone, l'intervention paysagère est moins soutenue et vise surtout à renforcer le potentiel naturel du corridor autoroutier. Les aménagements ont pour but de bonifier le milieu existant déficitaire avec lequel ils doivent ultimement se confondre. Le principe qui prévaut ici sur tout le tronçon est l'application des bandes de renforcement boisé et des écrans semi-ouverts devant les secteurs disparates. Ces écrans semi-ouverts prennent la forme d'alignements réguliers d'arbres, complétés d'arbustes devant les éléments moins intéressants qui peuvent ainsi être cachés.

Chacun des échangeurs est récupéré pour créer des portes régionales (figure 3). Le concept propose une signature commune à chacune des

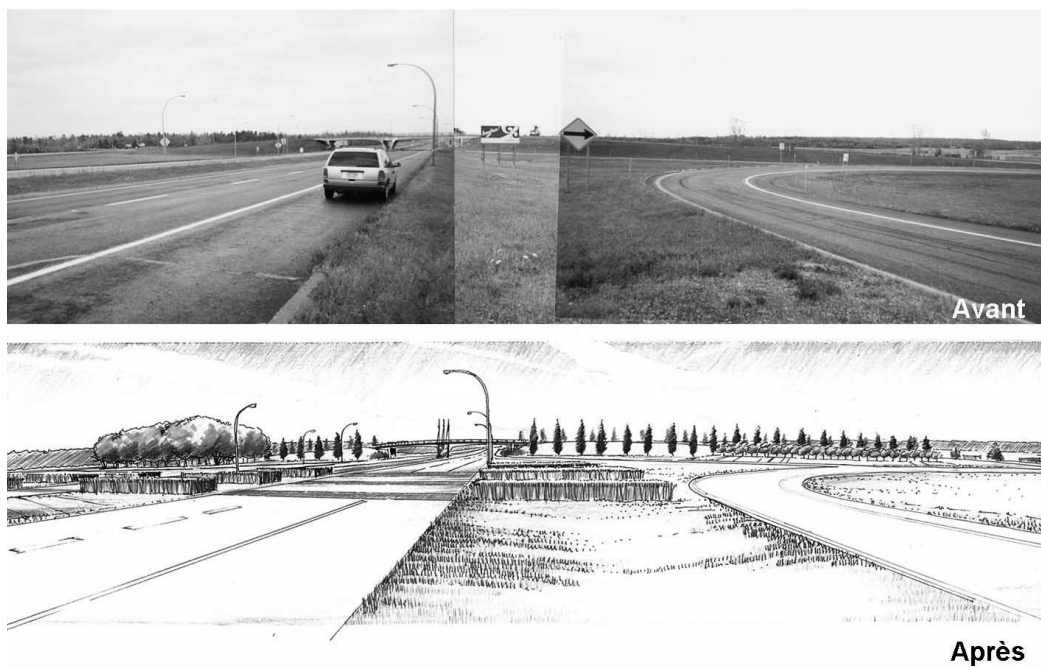
portes en accentuant l'axe perpendiculaire à l'autoroute par la plantation d'une rangée d'arbres de chaque côté de la route régionale. Les cadrans dégagés par les bretelles des échangeurs offrent la possibilité de représenter la région d'une façon symbolique par le biais d'aménagements réalisés en fonction des particularités régionales — la route des vins, le circuit du paysan, les pommetiers, la terre noire et les montérégiennes. Il est également envisagé de faire appel à l'art environnemental pour la mise en place de ces thématiques. D'ailleurs, dans un des cadrans de l'autoroute 15 se trouve une petite église qui ne demande qu'à être mise en valeur avec un aménagement et un éclairage adéquats. La prise en charge de l'aménagement plus global au-delà de l'emprise (premier, deuxième et troisième plans) devra être faite en concertation avec les milieux local et régional. Ces derniers sont les meilleurs intervenants pour la mise en place de projets paysagers qui auraient pour effet de créer un sentiment de fierté et d'appartenance.

## **HARMONISATION DES DÉMARCHES ET CONCERTATION**

Trop souvent, l'autoroute est considérée comme un mal nécessaire auquel on n'associe que des nuisances. Ses abords négligés et rarement mis en valeur ne servent qu'à l'installation de panneaux publicitaires ou qu'à offrir une vue sur les arrière-cours des commerces, entrepôts et industries. Bref, l'autoroute est en général complètement déconnectée de son milieu. Pourtant, les paysages qu'elle offre sont vus par des milliers de personnes jour après jour, et ce, autant par la population locale que par les visiteurs étrangers. Dans cette optique, le projet de Saint-Bernard-de-Lacolle tente de réhabiliter l'autoroute en tant que vitrine de la culture québécoise et source de fierté régionale.

Toutefois, l'autoroute 15 ne pourra devenir une porte prestigieuse pour le Québec et la Montérégie qu'à la condition que l'ensemble des

**Figure 3 : Porte régionale du kilomètre 1 : avant et après**



Source : Option Aménagement, 2002

démarches entourant cet axe soient harmonisées. Chacune des décisions entourant la gestion de ce corridor routier doit être analysée en fonction de l'ensemble et correspondre aux objectifs d'amélioration de la sécurité routière, de la fluidité, de la lisibilité de la route et de l'accueil des usagers. D'ailleurs, le corridor Québec-New York représente plus de 75 M\$ en investissement pour les infrastructures de transport de la part du gouvernement du Québec et du gouvernement du Canada. Les États-Unis ont également des projets d'amélioration du corridor de leur côté de la frontière. Les investissements du Québec consistent en : la mise en place d'un système intelligent de transport; la reconfiguration géométrique de la route pour la création d'une voie spécifique pour les camions; la mise en place d'un poste de contrôle; la restauration et l'amélioration du parc routier du kilomètre 4; l'installation de la borne d'accueil; la mise en place de brise-vent; l'aménagement paysager du corridor ainsi que diverses interventions portant sur l'autoroute même —

couches d'usure, éclairage, reconstruction de la route, correction de la signalisation, ponts, etc.

Dans ce contexte, la participation des instances régionales et locales est essentielle dans la mesure où ce sont celles-ci qui disposent de la légitimité et des instruments pour intervenir hors des limites de l'emprise autoroutière. Cette facette est d'autant plus importante que l'on tente d'agir à l'échelle du paysage.

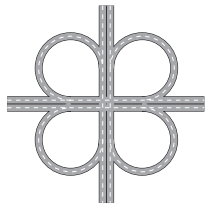
Ce projet n'est présenté ici qu'à titre de proposition préliminaire puisque la localisation des différents projets du corridor de commerce influera sur l'aménagement paysager final. La Direction de l'Ouest-de-la-Montérégie constituera donc la pierre angulaire entre ces différents projets, l'aménagement paysager du corridor et les intervenants du milieu.

## **BIBLIOGRAPHIE**

HAMEL, S., et K. CHALIFOUX. « *Requalification paysagère de la porte d'entrée du Québec à Saint-Bernard-de-Lacolle* », Option Aménagement, avril 2002.

JACOBS, P., B. ST-DENIS, et al. « *Qualité paysagère des corridors autoroutiers et routes servant de portes d'entrée importantes du Québec (PERIQ), activité 2* », Chaire en paysage et environnement, Université de Montréal, février 2000.





# Exploitation du réseau routier

## SIMULATIONS CFD DES ÉCOULEMENTS D'AIR MESURÉS DANS LE TUNNEL LOUIS-HIPPOLYTE-LA FONTAINE

Alexandre Debs, ministère des Transports du Québec, Canada

Ahmed Kashef, Nouredine Benichou, Gary Lougheed, Conseil national de recherches du Canada

### RÉSUMÉ

Un projet de recherche, en collaboration entre le ministère des Transports du Québec et le Conseil national de recherches du Canada (CNRC), est présentement en cours pour vérifier le rendement des stratégies de ventilation d'urgence en cas d'incendie pour deux tunnels autoroutiers de la grande région de Montréal. Les principaux objectifs de cette étude sont : a) d'évaluer et de valider la capacité des stratégies de ventilation d'urgence à endiguer la propagation de la fumée d'incendie et à réduire l'impact sur les utilisateurs des tunnels; b) de formuler des recommandations pour améliorer le fonctionnement de la ventilation de façon à maximiser la sécurité des usagers et l'efficacité de l'intervention. Cet exercice permettra la mise au point éventuelle d'un système de ventilation intelligent qui assurera le déclenchement automatique d'un scénario de ventilation préétabli. Cet article présente les résultats de la première phase de l'étude, dans le contexte de laquelle les prédictions d'un modèle CFD (Calculation Fluid Dynamics) ont été comparées aux écoulements réels mesurés dans le tunnel Louis-Hippolyte-La Fontaine lors de deux simulations d'incendie qui se sont déroulées le 9 novembre 2002 et le 26 septembre 2003. Les résultats de ces essais ont démontré, d'une part, l'efficacité du modèle numérique Solvent à simuler les conditions réelles mesurées *in situ* et, d'autre part, l'efficacité des deux scénarios de ventilation testés à évacuer les fumées et à contrôler le phénomène de remontée de la fumée dans le tunnel.

### INTRODUCTION

Une validation des procédures de désenfumage et des capacités du système de ventilation d'urgence du tunnel Louis-Hippolyte-La Fontaine est présentement en cours. Certaines de ces procédures datent de la conception du tunnel, d'autres ont été révisées et formalisées plus récemment en fonction de la capacité totale des systèmes de ventilation en place et basées sur des exercices d'enfumage et de désenfumage à la fumée froide. Les différents scénarios de ventilation et consignes d'exploitation de la ventilation mécanique sont présentement associés à des caméras. L'opérateur du tunnel qui perçoit un incendie au moyen d'une caméra donnée devra mettre en œuvre le scénario de ventilation associé à cette caméra. Une validation scientifique par modélisation numérique et exercices à la fumée chaude est maintenant requise pour chaque scénario prévu.

Dans la première étape du projet, après une revue de la littérature étrangère qui a exploré les moyens possibles pour simuler un incendie en tunnel, les écoulements de l'air mesurés dans le tunnel Louis-Hippolyte-La Fontaine, le 9 novembre 2002, ont servi à établir les conditions frontières pour les modèles CFD. Ces mesures ont été effectuées dans tout le système de ventilation du tunnel pour deux scénarios de ventilation sélectionnés. De plus, la plage des conditions d'écoulement d'air possibles aux têtes du tunnel a été établie.

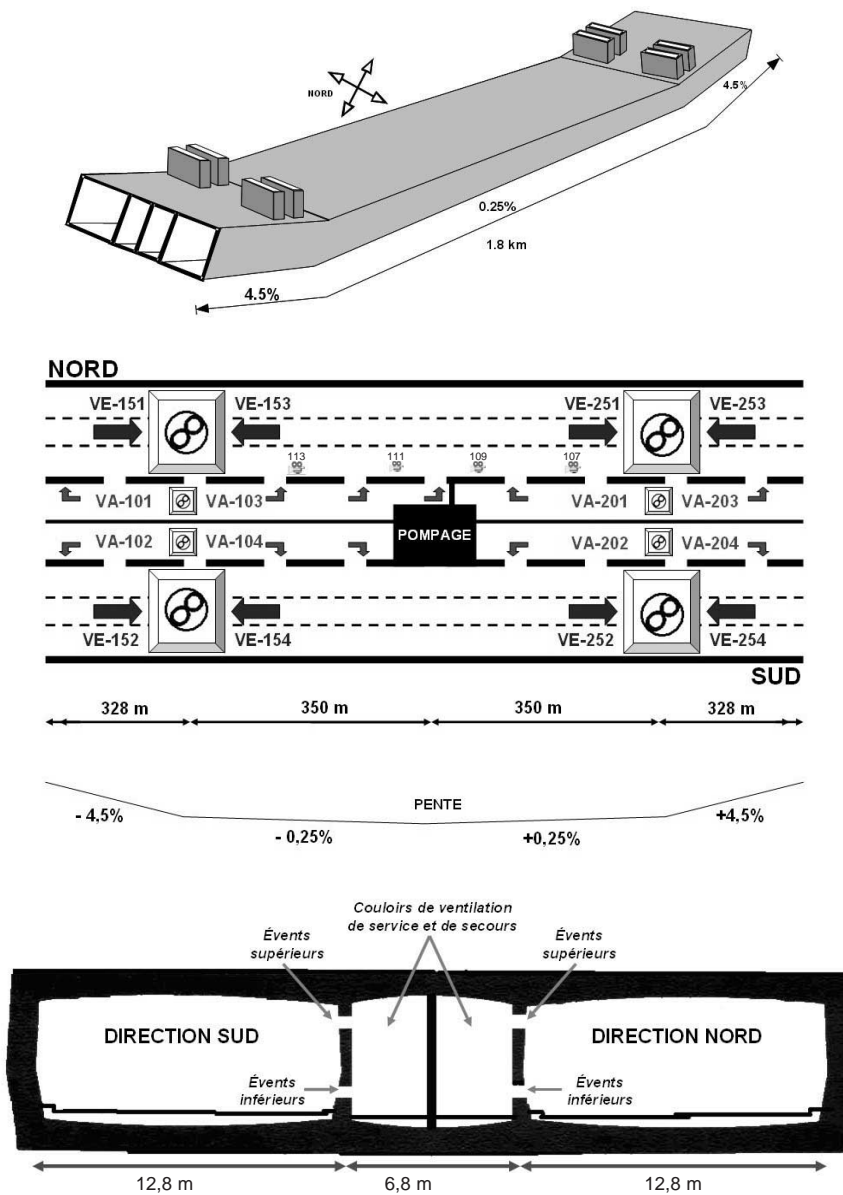
Dans une deuxième étape, une seconde série de tests mise au point pour le projet a été effectuée le 26 septembre 2003, avec utilisation d'un

brûleur sans résidu. Plusieurs systèmes de carburants sans résidus ont été élaborés dans ce but, notamment des cuvettes-brûleurs à l'alcool, des brûleurs au propane et des brûleurs au mazout. Pour simuler un scénario d'incendie, il faut une source de chaleur qui produise un écoulement d'air convectif. La recherche démontre que des systèmes de fumée froide ou des systèmes électriques engendrant principalement de la chaleur rayonnante ne sont pas appropriés pour simuler un incendie de véhicule. Une fraction importante de l'énergie produite par la source de chaleur doit réchauffer l'air de façon à produire de la convection. Cet essai est documenté dans la littérature comme étant une simulation d'incendie étalonée, donc contrôlée, où on connaît précisément les charges calorifiques et le gradient de la température ambiante engendrée.

Cet article décrit les deux étapes de l'étude pour le tunnel Louis-Hippolyte-La Fontaine. Les résultats obtenus avec le modèle Solvent (*Innovative Research & Parsons Brinkerhoff, 2000*) sont comparés aux écoulements d'air mesurés *in situ*. Le modèle CFD tient compte des caractéristiques physiques et aérodynamiques du tunnel. Il ne simule pas le processus de combustion, mais il traite plutôt le débit calorifique attribuable à la combustion comme une source de chaleur volumétrique dans une zone d'incendie hypothétique.

Le tunnel autoroutier Louis-Hippolyte-La Fontaine, construit en 1964, se trouve à Montréal au Québec (Canada). Il relie Longueuil à l'île de Montréal sous la voie navigable du fleuve Saint-Laurent. Sa longueur est de 1,8 km et il compte trois voies de circulation dans chaque

Figure 1 : Plan d'ensemble et système de ventilation du tunnel



direction, à l'intérieur de deux tubes en béton (Debs, A.; 2002). Deux tours de ventilation sont situées aux extrémités de la section immergée; la tour nord inclut un centre de surveillance et de gestion de la circulation. Les deux tubes sont séparés par un tube central abritant deux galeries qui servent de couloirs de secours, mais aussi de gaines d'approvisionnement en air. L'alimentation en air des voies de circulation se fait par l'intermédiaire d'ouvertures réparties sur toute la longueur du mur central du tunnel. Ces ouvertures sont dotées de volets réglables. Il y a deux rangées d'événements latéraux; la rangée

inférieure se trouve à 1,0 m au-dessus du plancher du tunnel et la rangée supérieure à 3,9 m. La distance entre les événements est d'environ 6 m.

La ventilation du tunnel est assurée par un système de ventilation semi-transversal d'alimentation réversible avec des points d'extraction locaux (figure 1). Le système de ventilation se compose de huit ventilateurs d'extraction au plafond (quatre pour chaque direction ou tube) et huit ventilateurs qui assurent l'approvisionnement en air par soufflage à travers les événements latéraux répartis uniformément le long du tunnel, tel que nous l'avons décrit plus haut. Tous les

ventilateurs peuvent fonctionner en sens inverse. L'approvisionnement en air frais peut donc se faire par le plafond en utilisant les ventilateurs d'évacuation (VE-151 à VE-254) en mode inverse. Cette capacité de soufflage s'ajoute à celle en provenance des ventilateurs d'alimentation (VA-101 à VA-204) par les événements latéraux.

En mode d'extraction, les ventilateurs d'évacuation VE-151 à VE-254 peuvent fonctionner à 30 ou 60 Hz, tandis qu'en mode de soufflage ils ne peuvent fonctionner qu'à 60 Hz avec une efficacité réduite de 60 % à cause de l'orientation des pales. Les ventilateurs d'alimentation VA-101 à VA-204 peuvent fonctionner à 30, 40 ou 60 Hz en mode de soufflage, tandis qu'en mode d'extraction ils ne peuvent fonctionner qu'à 60 Hz avec une efficacité réduite de 60 % à cause de l'orientation des pales.

## SIMULATION À LA FUMÉE FROIDE

En prenant comme hypothèse un incendie en amont de la cheminée nord dans la première moitié du tunnel en direction de Montréal, deux scénarios d'incendie pour les tests de ventilation ont été utilisés lors des mesures d'écoulement d'air effectuées le 9 novembre 2002. Le scénario de ventilation prévu à l'origine pour ces positions de l'incendie prévoit l'utilisation des ventilateurs VA-103 (mode de soufflage – 60 Hz), VA-201 (mode de soufflage – 60 Hz), VE-151 (mode d'extraction – 60 Hz) et VE-153 (mode d'extraction – 60 Hz). Ce scénario de ventilation d'urgence sera appelé ci-dessous le « scénario principal ». Il correspond au scénario qu'aurait déclenché l'opérateur s'il avait perçu un incendie avec les caméras 111 et 113 en direction nord. Une fois les mesures d'écoulement effectuées pour le scénario principal, le ventilateur VE-251 est activé en mode de soufflage en plus des autres ventilateurs déjà en fonction dans le scénario principal. Ce scénario sera appelé le « scénario secondaire » et constitue une variante pour permettre d'étudier la sensibilité du modèle.

Ainsi, des mesures de la température de l'é-

coulement d'air et de la différence de pression (aux événements latéraux) ont été effectuées, autant pour le scénario principal que pour le scénario secondaire, au niveau de quelques événements latéraux (VA-101, VA-103 et VA-201) et événements de plafond (VE-151, VE-153, VE-251 et VE-253) ainsi qu'à plusieurs sections droites du tunnel. D'autres mesures ont été faites au moyen des stations météorologiques situées aux deux têtes de tunnel et dans le passage d'évacuation correspondant à la gaine d'alimentation de VA-103. On a également mesuré les écoulements à quelques points du tunnel pour le scénario secondaire. La densité de l'air a été calculée à partir des températures de l'air mesurées.

Les températures et vitesses transversales de l'air ont été mesurées à quelques événements latéraux supérieurs et inférieurs en direction nord. La pression différentielle entre l'environnement du tunnel et le passage d'évacuation a aussi été mesurée aux événements inférieurs. Des vitesses transversales de l'air ont été relevées en cinq points pour les événements inférieurs et en trois points pour les événements supérieurs. La vitesse moyenne par événement était une approximation en fonction des résultats obtenus à ces différents points de mesure.

Une valeur positive pour le différentiel de pression indique que la pression à l'intérieur du couloir de secours est supérieure à celle dans le tube de circulation, ce qui signifie qu'il y a déplacement de l'air du couloir de secours vers le tunnel (vitesse positive) et non l'inverse. Il est important de toujours conserver un différentiel de pression positive de façon à disposer d'une voie d'évacuation sans fumée dans la gaine pour les utilisateurs du tunnel.

La vitesse longitudinale de l'air a été mesurée en neuf points à trois sections différentes du tunnel : aux deux extrémités d'entrée et de sortie ainsi qu'au milieu du tunnel. Ci-dessous, certaines constatations sont mentionnées.

Les mesures de l'écoulement d'air aux événements latéraux ont révélé une vitesse d'écoulement de l'air négative au niveau de certains événements à l'intérieur des gaines de ventilation VA-103 et VA-201, ce qui était intrigant à première vue. Après investigation, on a constaté que ces valeurs négatives sont attribuables à l'écoulement d'air élevé dans les gaines de ventilation, qui a engendré une vorticité locale à l'intérieur de certaines ouvertures d'événements latéraux. Cela a créé une zone où la circulation de l'air s'est inversée et, par conséquent, des vitesses négatives. Il est toutefois à noter que ces effets locaux n'influencent pas sur la direction générale de l'écoulement d'air qui se fait depuis la gaine de ventilation (éventuel couloir de secours) vers le tunnel. Ce phénomène a été confirmé à l'aide de bombes fumigènes placées à différents points du tunnel pour représenter des sources de fumée et d'effluents de combustion. Aucune fumée n'a été observée dans les deux gaines de ventilation, et les résultats ont révélé que l'air s'écoulait en direction du tunnel et non l'inverse.

Le ventilateur VA-101 n'a pas été activé dans le contexte du scénario sélectionné. Toutefois, des vitesses faibles mais positives de l'air ont été mesurées aux événements latéraux de cette section du système de soufflage. Les conditions d'écoulement de l'air dans la gaine de ventilation VA-103 ont également été mesurées à l'aide de la station météorologique. La vitesse de l'air était de 14,5 m/s, ce qui signifie une pression dynamique d'environ 131 Pa.

Au cours des tests à la bombe fumigène, on a noté que la fumée était aspirée rapidement lorsque la source de fumée était près des ventilateurs d'aspiration VE-151 et VE-153. Cependant, lorsqu'on rapprochait la source de la section centrale du tunnel sans modifier le scénario de ventilation, l'élimination de la fumée était plus longue en raison des vitesses réduites d'écoulement de l'air dans cette section du tunnel. En faisant fonctionner le ventilateur VE-251 en mode de soufflage, des vitesses plus élevées de l'air ont été enregistrées près de la section

centrale du tunnel. Cela a amélioré l'évacuation de la fumée dans cette section. Toutefois, en examinant la distribution de l'écoulement d'air dans le tunnel, on s'est rendu compte que seule une petite fraction de l'air soufflé par VE-251 (141 m<sup>3</sup>/s) était dirigée vers la section centrale du tunnel (environ 23 m<sup>3</sup>/s), ce qui a fait passer le débit au centre du tunnel de 21 m<sup>3</sup>/s à 44 m<sup>3</sup>/s. Le reste de l'air soufflé (118 m<sup>3</sup>/s) était dirigé vers la tête sud, ce qui a fait passer le débit hors de la tête de 72 à 189 m<sup>3</sup>/s.

## **SIMULATION À LA FUMÉE CHAUDE**

Le 26 septembre 2003, deux scénarios d'incendie ont été simulés. Le premier scénario est le même que le scénario principal décrit plus haut prévoyant l'utilisation des ventilateurs VA-103 (mode de soufflage – 60 Hz), VA-201 (mode de soufflage – 60 Hz), VE-151 (mode d'extraction – 60 Hz) et VE-153 (mode d'extraction – 60 Hz) pour un incendie situé en amont de la cheminée nord, dans la première moitié du tunnel en direction de Montréal. Le deuxième scénario a simulé la réponse à un incendie affectant le milieu du tunnel en direction de Montréal et perçu par les caméras 107 ou 109. Ce scénario prévoit l'utilisation des ventilateurs VA-103 (mode d'extraction), VA-201 (mode de soufflage), VE-151 (mode d'extraction) et VE-153 (mode d'extraction). Selon ce scénario, plus critique, la moitié nord du couloir de service du tunnel serait utilisée pour l'évacuation de la fumée, ce qui limiterait l'évacuation éventuelle d'usagers à la moitié sud du couloir et en direction sud uniquement (figure 1).

Le Conseil national de recherches du Canada a fabriqué un appareil prototype pour réaliser la simulation d'incendie. Ce prototype a été présenté, le 14 août 2003, aux représentants du ministère des Transports du Québec et du Service des incendies de Montréal. Il s'agit d'un brûleur alimenté au propane et muni d'un bac pour déposer les bombes fumigènes. La fumée chauffée facilite la visualisation des écoulements d'air lors

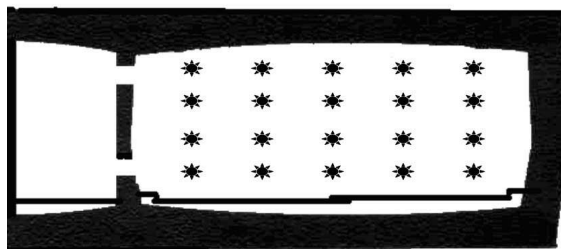
**Figure 2: Protection par isolant thermique du tunnel et de ses équipements**



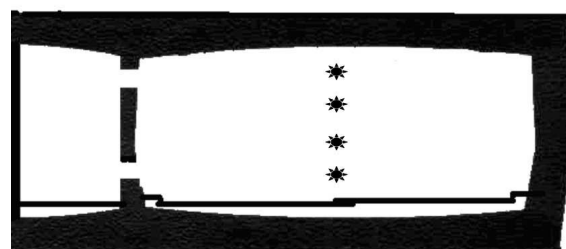
**Figure 3: Mesures de température et de visibilité effectuées aux sections transversales**

(a) section transversale en aval

(b) section transversale en amont



\* Mesure de température et de visibilité



\* Mesure de température et de visibilité

des essais d'incendie. Après la simulation *in vitro*, un accord de principe a été donné pour la simulation d'une flamme n'excédant pas 3 MW dans le tunnel. Il s'agit du cinquième de l'énergie engendrée par un incendie d'automobile et du vingtième de celle produite par l'incendie d'un autobus. La simulation numérique, sans ventilation, prévoit une température d'environ 125 °C au plafond du tunnel, ce qui est acceptable et sans risque pour les équipements du tunnel sachant que les ventilateurs seront en activité. Par mesure de sécurité supplémentaire, le plafond du tunnel ainsi que les équipements ont été recouverts par un isolant thermique tel que l'illustre la figure 2.

Plusieurs mesures ont été effectuées pour chaque simulation. Pour ce faire, huit sections transversales ont été choisies, trois en aval du lieu présumé de l'incendie et cinq en amont. Des mesures de température et de visibilité ont été réalisées à chaque section transversale. Pour les sections en aval, 20 mesures ont été effectuées

pour une plus grande précision alors que, pour les sections en amont, on s'est contenté de 4 mesures prises centralement. La figure 3 illustre l'emplacement des mesures relevées aux sections transversales en aval et en amont du brûleur.

À ces 160 mesures effectuées pour les deux scénarios simulés, il s'est ajouté plusieurs mesures de vitesse d'écoulement et de température faites aux extrémités et au centre du tunnel ainsi qu'au niveau des ventilateurs, des couloirs de service et verticalement à l'endroit de la simulation. La figure 4 illustre l'installation du brûleur lors de la première simulation et montre un technicien en train de prendre des mesures de température et de visibilité.

Aucune remontée de fumée n'a été observée en amont de l'incendie lors des deux scénarios à l'étude avec simulation à la fumée chaude. En aval, les températures moyennes par section transversale étaient modérées, variant approximativement entre 20 °C et 40 °C.

Ces résultats confirment que les deux scénarios de ventilation permettent un écoulement longitudinal suffisant de l'air dans le sens du trafic. Cependant, pour ce qui est de l'indice de visibilité en aval de l'incendie, une plus grande dispersion de la fumée a été observée lors de la deuxième simulation effectuée au milieu du tunnel. Cela est principalement attribuable au choix d'extraire la fumée par le ventilateur VA-103 via le tronçon nord du couloir de service (figure 6b).

Les figures 5 et 6 illustrent l'indice de visibilité à 6 m et à 100 m en aval du brûleur, respectivement pour les scénarios 1 et 2 simulés. On peut y constater que la dispersion de la fumée est plus importante en aval du deuxième test qu'en aval du premier.

Il est à noter qu'aucune fumée n'a été perçue dans le corridor de service pour le premier scénario, la pression positive engendrée par le VA-103 étant suffisante. Pour ce qui est du deuxième scénario, tel que nous l'avions prévu, la



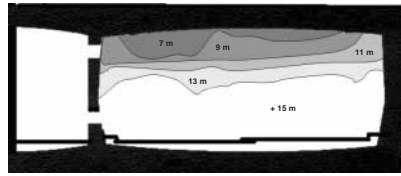
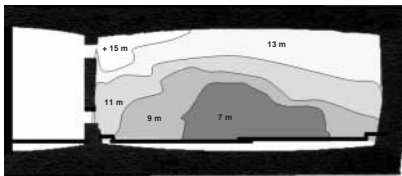
**Figure 4: Brûleur au propane utilisé pour les simulations à la fumée chaude**



**Figure 5: Visibilité en aval du brûleur pour le premier scénario (tour nord)**

(a) section transversale à 6 m en aval

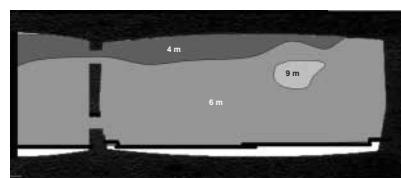
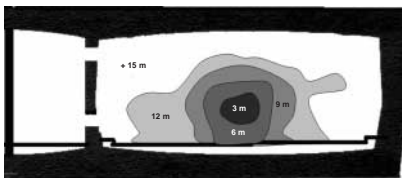
(b) section transversale à 100 m en aval



**Figure 6: Visibilité en aval du brûleur pour le deuxième scénario (au milieu du tunnel)**

(a) section transversale à 6 m en aval

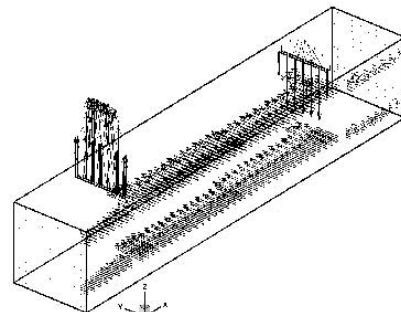
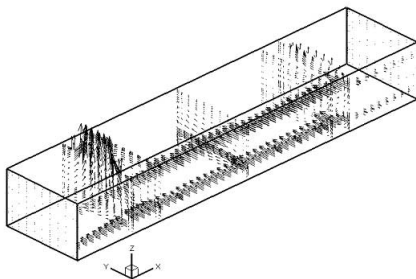
(b) section transversale à 100 m en aval



**Figure 7: Soufflage et extraction de l'air dans les scénarios sans source de chaleur**

(a) scénario principal

(b) scénario secondaire



fumée a emprunté les couloirs de service. Ce scénario, applicable en cas d'incendie au milieu du tunnel, maximise la capacité d'extraction lorsque la section aval des couloirs de service n'est pas nécessaire à l'évacuation.

## SIMULATIONS NUMÉRIQUES

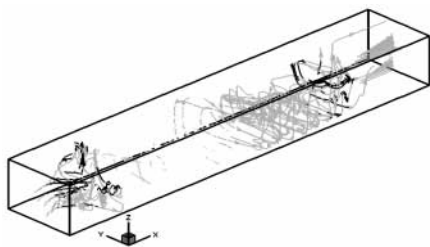
Le tube en direction nord du tunnel a été simulé dans Solvent avec un maillage composé de 160 230 volumes de contrôle. Un maillage

plus fin a été utilisé près des événements.

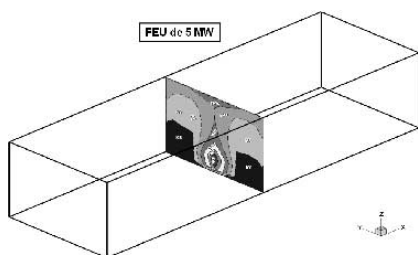
Les résultats présentés ci-dessous sont ceux obtenus par la modélisation des simulations effectuées sans source de chaleur et représentant les deux scénarios de ventilation simulés le 9 novembre 2002 : les scénarios principal et secondaire. Dans les deux cas, il s'agissait de simulations de régime stationnaire avec une densité d'air constante. Cela sous-entend que l'équation d'énergie n'a pas été résolue, simulant ainsi le comportement d'une fumée froide. Les conditions frontières ont été supposées libres avec une pression égale à la pression ambiante statique aux têtes nord et sud. Une rugosité des parois de 0,003 a été utilisée pour représenter les irrégularités de la surface des parois de béton. La figure 7 montre les conditions aux limites de soufflage (parois latérales) et d'extraction (plafond du tunnel) de l'air pour les scénarios principal et secondaire.

La figure 8 représente la configuration générale de l'écoulement d'air dans le tunnel pour le scénario principal. Cet écoulement y est représenté par des lignes de courant du champ de vecteur de vitesse. On constate que l'air soufflé par les événements latéraux supérieurs et inférieurs crée des zones de turbulence. En effet, la configuration actuelle des ouvertures fait en sorte que l'air en provenance des événements supérieurs, plus importants en volume et en vitesse, engendre un mouvement prédominant du haut vers le bas. Cela explique les lignes de courant en spirale qu'on observe sur la figure 8 où la composante de vitesse longitudinale se trouve minimisée. C'est le cas particulièrement dans la portion centrale du tunnel. Seules les zones proches des cheminées de ventilation affichaient un écoulement longitudinal significativement important. Ces résultats concordent avec les observations sur place qui ont révélé de faibles vitesses longitudinales dans la section centrale du tunnel. Lorsque le ventilateur VE-251 était activé en mode de soufflage, cela influait peu sur le champ d'écoulement dans le tunnel bien que les conditions au milieu du tunnel aient été améliorées.

**Figure 8 : Configuration d'écoulement d'air pour le scénario principal**



**Figure 9 : Simulation d'un feu de 5 MW avec Solvent (sans ventilation)**



Finalement, la figure 9 illustre une simulation avec le modèle Solvent d'un feu de 5 MW et donne un aperçu du gradient de température généré dans une section de tunnel sans aucune ventilation en place. Cette simulation a permis d'établir les pires conditions possibles en tunnel lors des essais pour la mise en place des mesures de protection nécessaires aux équipements du tunnel tel qu'illustré à la figure 2.

## CONCLUSIONS

Aucune fumée n'a été observée à l'intérieur du couloir de secours alimenté par les ventilateurs VA-103 et VA-201 lorsqu'ils étaient activés en mode normal. Ce résultat a été confirmé par simulation numérique en examinant les différentiels de pression dans le tunnel. Il est important de noter que ce résultat n'est pas représentatif d'une situation réelle d'incendie où la fumée et

les effluents de combustion sont beaucoup plus chauds que dans le cas des scénarios simulés. Dans de telles conditions, le comportement et la dynamique des gaz et de la fumée peuvent être différents. Il y aura donc lieu de valider cette conclusion lors d'une prochaine phase, en simulant plus précisément les phénomènes associés à un incendie réel avec des températures plus élevées (Lacroix, D.; 1998).

La vitesse de l'air mesurée dans le passage d'évacuation était d'environ 14 m/s lorsque le ventilateur d'alimentation VA-103 tournait à plein régime. Pour accélérer l'évacuation des usagers, il faudrait viser des vitesses plus basses, aux alentours du 11 m/s selon le standard américain (NFPA; 2007). Cela est possible en réduisant le fonctionnement du ventilateur à 40 Hz. Une analyse numérique plus poussée permettra de valider si une telle vitesse est suffisante pour empêcher le phénomène de remontée de la fumée.

Les résultats du deuxième test à la fumée chaude (scénario critique) démontrent que la ventilation utilisée a limité les valeurs des températures et a permis de conserver un écoulement important de l'air au milieu du tunnel tout en empêchant le phénomène de remontée de la fumée. Cela a été possible en utilisant le tronçon nord du couloir de service pour l'évacuation de la fumée. Cependant, ce test a eu pour conséquence une trop grande dispersion de la fumée, ce qui a réduit de façon importante la visibilité en aval de l'incendie (figure 6). Il s'agit là d'un élément important à considérer par les pompiers lors de l'attaque de l'incendie.

Les ventilateurs d'alimentation peuvent fonctionner à différents régimes : 30, 40 ou 60 Hz; par conséquent, la gamme des écoulements d'air qu'ils peuvent produire est étendue. Ils peuvent également fonctionner en sens inverse, ce qui permet plus de latitude dans le choix des scénarios à mettre en œuvre lors d'un incendie. Dans le mode en sens inverse, les événements latéraux supérieurs favorisent l'extraction efficace de la

fumée des couches supérieures à proximité de l'incendie, évitant ainsi la déstratification et minimisant la propagation de la fumée dans le tube de circulation. Toutefois, l'utilisation d'un tel scénario ne peut se faire que lorsque l'évacuation des usagers est terminée ou encore lorsqu'elle se fait par la direction opposée à la circulation par la section en amont du couloir de secours. Une analyse numérique plus poussée permettra de déterminer la configuration idéale des ouvertures des événements latéraux pour permettre cette double utilisation et optimiser l'efficacité de l'intervention en minimisant le temps d'intervention et de désenfumage.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

DEBS, A. « Gestion et exploitation des tunnels Ville-Marie et Louis-Hippolyte-La Fontaine », *Routes et Transports*, vol. 31, no 1, AQTR, Montréal (Québec), hiver 2002.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. *NFPA 502 Standard for Road Tunnels, Bridges, and Other Limited Access Highways*, NFPA, Quincy (MA, USA), 2001 Édition.

INNOVATIVE RESEARCH & PARSONS BRINKER-HOFF. *Solvent Version 1.0*, Innovative Research Inc./Parsons Brinkerhoff Inc., 2000.

INNOVATIVE RESEARCH. *Reference Manual for COMPACT-3D*, Innovative Research Inc., Minneapolis, 1998.

LACROIX, D. *The New PIARC Report on Fire and Smoke Control in Road Tunnels*, Third International Conference on Safety in Road and Rail Tunnels, Nice (France), 1998, p. 185-197.

WILCOX, D.C. *Turbulence Modeling of CFD*, DCW Industries Inc., California 91011, 1993.



## BILAN DE L'UTILISATION PAR LE MTQ DE BÉTONS RÉALISÉS AVEC DES FIBRES D'ACIER (SAISON 2002)

Alain Hovington, ing., Service des matériaux d'infrastructures, MTQ

### INTRODUCTION

Le ministère des Transports du Québec (MTQ) a fait un bilan de quelques projets pilotes réalisés en 2002 sur la fabrication de dalles de structures en béton de ciment avec fibres d'acier. L'usage le plus répandu et reconnu du béton avec fibres d'acier est la réalisation de dalles de plancher intérieur avec des dosages en fibres de l'ordre de 15 à 35 kg/m<sup>3</sup>. Pour les dalles de structures, plusieurs considérations techniques entrent en ligne de compte, ce qui rend l'utilisation des fibres plus problématique et conséquemment en limite l'usage. Une dalle de structure est normalement constituée d'un rang d'acier d'armature supérieure et inférieure qui, incorporé au béton, forme un ensemble qui peut supporter des déformations importantes sans se rupturer. La corrosion des aciers d'armature dans la dalle constituant un problème, certaines études proposent, entre autres solutions, le remplacement de l'acier d'armature par du béton réalisé avec de la fibre d'acier. Cette technique donne de la ductilité au béton lorsqu'il est correctement dosé et peut permettre le remplacement d'une partie de l'acier d'armature. C'est dans cette perspective que la Direction des structures a octroyé, il y a quelques années, un mandat à l'École Polytechnique de Montréal afin d'explorer cette avenue. Selon ce projet de recherche, il ressort que, pour obtenir des caractéristiques mécaniques structurales importantes, l'ajout de fibres doit être d'au moins 80 kg/m<sup>3</sup>. Toutefois, ces mélanges sont difficiles à réaliser en chantier. L'aspect des sollicitations cycliques devrait aussi être documenté, car une dalle subit des millions de cycles de chargements/déchargements durant sa vie utile. C'est sur l'application en chantier de ces travaux de recherche que porte le présent suivi. Un portrait des avantages et des con-

traintes associés à l'utilisation de bétons contenant de la fibre d'acier a donc été réalisé, sur la base de deux projets de remplacement de dalles. Ces projets se sont déroulés au cours de la saison 2002 dans le contexte de travaux réalisés par le Ministère.

### LES SITES

#### Pont Risi

Ces travaux se sont déroulés sur l'autoroute 73, à proximité du pont Pierre-Laporte (contrat no 3475-02-0201, structure no 13887; voir la photo 1). Le projet consistait en la réfection de la dalle construite en 1970, d'une longueur de 300 m et d'une largeur de 23 m. L'ossature de la structure est constituée de poutres d'acier. Une étude du comportement de la dalle a démontré que celle-ci est particulièrement sollicitée en flexion. Le but de l'exercice était de trouver le moyen d'accroître la résistance de la dalle. L'épaisseur de celle-ci a donc été augmentée de 178 à 220 mm. Comme mesure supplémentaire, la Direction des structures, avec la collaboration de la Direction territoriale de Chaudière-Appalaches et du Service des matériaux d'infrastructures, a

décidé de réaliser l'ouvrage en béton avec fibres d'acier afin de retarder la délaminage de la dalle. Pour diminuer les inconvénients associés au béton avec fibres, il a été convenu de limiter l'ajout de fibres à 50 kg/m<sup>3</sup>. La quantité de 50 kg/m<sup>3</sup> permettait de faire un gain en matière de propriétés mécaniques tout en limitant les problèmes de fabrication, de mise en œuvre, etc. Les particularités contractuelles suivantes ont été demandées : la réalisation d'un essai de convenue; la réalisation d'une dalle de convenue pour vérifier la dispersion des fibres et l'enrobage de l'acier d'armature; le béton devait provenir d'une unité de malaxage fixe afin d'améliorer l'homogénéité; un ajout de 50 kg/m<sup>3</sup> de fibres Dramix RC 80/60 de la compagnie Bekaert; le béton ne devait pas être pompé; la résistance du béton exigée a été établie à 35 MPa.

La résistance du béton de 35 MPa a été choisie sommairement pour limiter l'ajout de superplastifiant qui, à dosage élevé, a pour conséquence de retarder la prise initiale du béton. Cet aspect était critique étant donné les quatre phases du projet qui faisaient en sorte que la circulation était maintenue sur la structure, ce qui occasionnait des vibrations. Le choix d'un béton

Photo 1 : Pont Risi

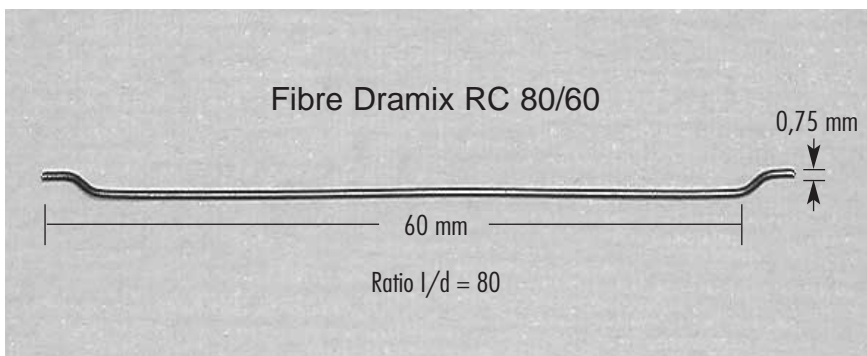




**Photo 2 : Structure de la Côte-St-Antoine**



**Photo 3 : Fibre Dramix**



35 MPa avec fumée de silice permettait donc de minimiser l'impact de ces inconvénients et de rendre le mélange techniquement plus facile à fabriquer pour le producteur.

Associée au même projet, on devait réaliser la réfection de la dalle du pont Picard qui se trouve entre le pont Pierre-Laporte et le pont Risi. Le béton spécifié était un 35 MPa sans fibres avec fumée de silice (type V), type de béton couramment utilisé par le MTQ. Étant donné que ce béton provenait du même producteur — il était réalisé avec les mêmes constituants que celui utilisé pour le pont Risi — il permettait de servir de base de comparaison avec le béton avec fibres du pont Risi.

### **Côte Saint-Antoine**

Ce projet a été réalisé sur la structure du chemin de la Côte-Saint-Antoine, au-dessus de l'autoroute Décarie à Montréal (projet n° 5230-

02-0219, structure n° P-10815H; voir la photo 2). Il s'agissait de reconstruire la dalle installée en 1966, longue de 56 m et large de 11 m. Ce site a été retenu comme site d'essai pour expérimenter en chantier le mélange mis au point en laboratoire. Le mélange est un BHP de 50 MPa avec 80 kg/m<sup>3</sup> de fibres. Ce béton permettait d'enlever le rang d'armature supérieur de la dalle, ce qui a été réalisé à titre expérimental sur cet ouvrage. Le devis comprenait les mêmes particularités techniques que celles du pont Risi. Le choix du dosage et de la fibre d'acier s'est effectué à partir des travaux de recherche de l'École Polytechnique. La fibre utilisée est la Dramix RC 80/60 de la compagnie Bekaert; voir la photo 3.

### **FORMULES DE MÉLANGES**

Les formules des mélanges utilisés sont présentées au tableau 1.

### **RÉSULTATS DES ESSAIS**

Les résultats des essais présentés ici proviennent de l'échantillonnage réalisé par le Service des matériaux d'infrastructures les 13 et 14 août 2002 pour le chantier de l'autoroute 73 (ponts Risi et Picard). La structure du chemin de la Côte-Saint-Antoine a été échantillonnée le 2 octobre 2002. La compilation des résultats des essais est présentée au tableau 2 ci-dessous.

Dans tous les cas, les résultats des essais usuels de chantier — pourcentage d'air occlus, affaissement et température — démontrent que le béton correspond au devis. Des essais pour évaluer la maniabilité ont été réalisés. Cet essai est destiné à caractériser les bétons avec fibres, l'affaissement n'étant pas un bon indicateur pour ce type de béton. La méthode a été conçue par l'École Polytechnique dans le contexte de ses travaux sur le béton avec fibres. Sommairement, l'appareil utilisé est une boîte séparée en deux parties par une porte de type guillotine. La boîte est installée sur une plaque vibrante de 60 HZ. Il s'agit de faire passer le volume de béton d'une moitié à l'autre moitié de la boîte en ouvrant la porte. Le béton doit atteindre un certain niveau de l'autre côté dans un certain délai. Ce laps de temps est le temps de maniabilité.

Les résultats de l'essai de maniabilité ont démontré que le béton avec fibres était conforme, avec des résultats de 5 à 10 secondes (spécification de 5 à 20 secondes) pour tous les sites.

La résistance à la compression était acceptable pour tous les sites, et l'atteinte de la résistance à la compression spécifiée n'a pas posé de problème particulier.

Pour la résistance à la compression par écrasement latéral (essai brésilien), la résistance a varié de 2,7 à 9,3 MPa en fonction du volume de fibres introduit dans le mélange. Toutefois, la mécanique de rupture de l'essai brésilien limite l'interprétation de ces résultats. L'essai se réalisant par fendage, les fibres sont sollicitées en



**Tableau 1 : Formules de mélange**

**Formules de mélange**

	Picard	Risi	St-Antoine
Résistance (Mpa)	35	35	50
Ciment 10SF (kg)	380	415	450
Pierre (5-14)(kg)	1020 <sub>(5-20)</sub>	875	833
Sable (kg)	730	790	937
Eau (kg)	166	185	157
Eau/ciment	0,44	0,44	0,35
Fibre (kg/m <sup>3</sup> )	0	50	80

**Tableau 2 : Résultats des essais**

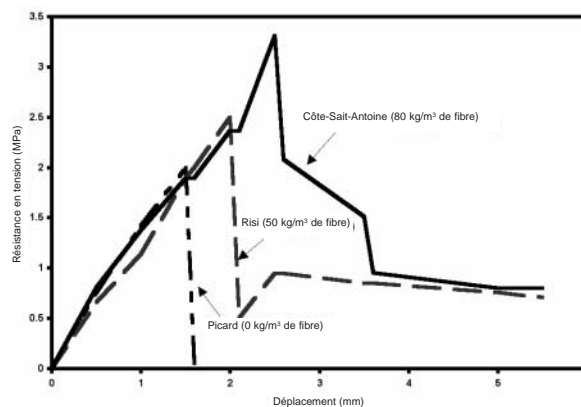
Endroit	Picard	Risi	Saint-Antoine	
Date de coulée	14/08/02	13/08/02	02/10/02	
Fibre Dramix (kg/m <sup>3</sup> )	0	50	80	
N° de laboratoire	BC 02-117	BC 02-118	BC 02-147	
<b>Essais</b>	<b>Résultats</b>			<b>EXIGENCES</b>
% air	6,6 / n.d.	6,8	7,2	5 - 8 % (camion)
Affaissement (mm)	210	180		100 ± 20 mm
Maniabilimètre (s)		5 - 10	5	5 - 20 s
Température (°C)	26	25	18	10 à 22 °C
Résistance compression (MPa) 7d	30,5	38,1	49,5	
28d	39,1	43,3	61,2	35/50- Mpa min.
Brésilien (MPa) 28d	2,7	5,3	9,3	
Traction directe (MPa) 28d	2,0	2,6	3,4	
Facteur d'espacement (µm)	203/183	186	337	230 max.
% air	6,7/7,5	7,1	4,9	5 - 8 %
Absorption (%)	5,0	4,7	2,3	6 max.
Abs (eau bouillante) (%)	5,2	5,2	2,4	
Vides perméables (%)	11,2	11,2	5,8	17 max.
Écaillage (50 cycles) (kg/m <sup>2</sup> ) 28d	0,54	0,87	2,7	0,8 max.
Gel/dégel Nombre de cycles	500	526	247	300 cycles
MEDR (%)	91,0	97,8	41,0	80 %

AvP / ApP = avant pompage / après pompage

**Photo 4 : Éprouvette en traction**



**Graphique 1 : Traction directe**



traction une fois la matrice de béton fracturée. Il est toutefois plus réaliste de considérer que l'augmentation de la résistance est un indice du gain de la ténacité du béton une fois la rupture du béton atteinte. L'essai par traction directe est un meilleur indicateur de la résistance en tension réelle du béton.

Celui-ci a été réalisé à partir de spécimens de 150 mm de diamètre (300 mm de hauteur) avec une réduction en forme de sablier au centre. La section réduite était de 116 mm. Pour le béton de 35 MPa de référence (sans fibres), la résistance en traction est de 2,0 MPa. Pour le béton de 35 MPa avec fibres (50 kg/m<sup>3</sup>), la résistance est de 2,6 MPa. En ce qui concerne le BHP avec fibres (80 kg/m<sup>3</sup>), la résistance est de 3,4 MPa. Ces résultats reflètent assez bien l'équation qui énonce que la résistance à la tension théorique d'un béton est  $R_t = 0,4 \text{ à } 0,6 \sqrt{f'_c}$ . Cela s'explique par le fait que les fibres ne reprennent l'effort que lorsque le béton a fissuré.

La ténacité est la principale caractéristique par laquelle les bétons avec fibres se démarquent. Pour le béton sans fibres, la contrainte est nulle après la rupture. Par ailleurs, pour les bétons avec fibres, la contrainte diminue une fois la rupture du béton effectuée, mais une partie de l'effort est reprise au fur et à mesure que le déplacement augmente jusqu'à rupture des fibres. La photo 4 présente un spécimen mis sous tension. Le graphique 1 démontre bien cette caractéristique du béton avec fibres. La surface sous la courbe représente la ténacité; cette caractéristique est le fondement même de la pertinence de réaliser du béton avec fibres d'acier.

Pour les bétons de 35 MPa (avec et sans fibres), les résultats de la distribution du réseau de bulles d'air sont satisfaisants. Pour le BHP du projet du chemin de la Côte-Saint-Antoine, le résultat est de 337 µm, ce qui est déficient par rapport au 230 µm spécifié. Cela aura des répercussions sur la durabilité du béton.

En effet, pour les bétons de 35 MPa, les résultats des essais démontrent que la durabilité est satisfaisante (gel/dégel et écaillage de sur-

face). En ce qui concerne le BHP du chemin de la Côte-Saint-Antoine, la durabilité à l'écaillage et aux cycles de gel/dégel n'est pas celle escomptée.

## ANALYSE

Pour le pont Risi, tous les résultats des essais démontrent que les caractéristiques physiques sont excellentes. Essentiellement, ces caractéristiques sont similaires à celles du béton de 35 MPa sans fibre. Toutefois, la résistance à la compression est plus élevée. Cela était prévisible étant donné que le dosage en liant du béton avec fibres était plus élevé (35 kg/m<sup>3</sup> de plus) pour compenser l'introduction des fibres. À partir des résultats, on constate qu'effectivement, en chantier, le béton avec fibres démontre des propriétés mécaniques intéressantes en matière de ténacité. Même une fois la fissuration amorcée, il présente, ainsi que nous l'avions anticipé, une résistance à la tension résiduelle.

Les surfaces des deux dalles (ponts Picard et Risi) ont été comparées. La surface de la dalle du pont Picard (35 MPa sans fibres) était excellente. Pour le pont Risi (35 MPa avec 50 kg/m<sup>3</sup> de fibres), la surface était un peu plus ouverte et présentait un peu plus d'inégalités. La fibre rendait la finition plus difficile, mais la surface était quand même acceptable. En ce qui concerne la fissuration, il n'y avait pas de différence notable en prenant en considération que la structure du pont Risi est en acier et que celle du pont Picard est réalisée avec des poutres de béton précontraint, ce qui entraîne un comportement différent de la dalle.

Pour le pont du chemin de la Côte-Saint-Antoine, en ce qui concerne la mise en œuvre, celle-ci s'est réalisée à l'aide d'une trémie — comme pour les autres sites — ce béton ne permettant pas le pompage. La mise en place du béton présentait un niveau élevé de difficulté comparativement à un BHP conventionnel. La finition était acceptable même si des fibres étaient visibles en surface. Une fois la préparation de la surface réalisée au jet de billes d'acier, plusieurs fibres d'acier demeuraient apparentes en surface.

## CONCLUSION

L'expérience acquise sur ces sites permet de tirer plusieurs conclusions et de bien mesurer les impacts de l'utilisation de béton réalisé avec de la fibre d'acier. Comme le démontrent ce suivi en chantier et les expériences antérieures avec le béton avec fibres, il y a plusieurs compromis à faire dans l'utilisation du béton avec fibres pour assurer un résultat acceptable. Le concept du béton réalisé avec de la fibre d'acier est intéressant compte tenu de l'aptitude de ce béton à conserver une résistance à la tension après la rupture de la matrice de béton. Du point de vue mécanique, l'augmentation du volume de fibres est bénéfique, mais elle rend plus difficile la fabrication du béton et sa mise en œuvre, et elle peut avoir un effet négatif sur sa durabilité. Comme pour toutes les techniques, celle-ci s'appuie sur des règles de base incontournables.

À partir de l'expérience du pont Risi, il est démontré qu'il est possible de réaliser un béton de bonne qualité avec 50 kg/m<sup>3</sup> de fibres. L'expérience de chantier réalisée au cours des dernières années et celle portant sur la structure du chemin de la Côte-Saint-Antoine démontrent que l'ajout de 80 kg/m<sup>3</sup> de fibres d'acier est un concept qui fonctionne sur le plan mécanique mais qui est risqué du point de vue de la fabrication du béton — problèmes de mise en œuvre et de durabilité. En considérant les résultats de la durabilité du BHP, on doit admettre que, malgré les essais de convenue et toutes les dispositions au devis, ces bétons ne sont pas une garantie de succès pour la réalisation d'un ouvrage.

Le béton de 35 MPa (avec 50 kg/m<sup>3</sup> de fibres) est techniquement moins difficile de réalisation pour le producteur de béton — pourcentage d'air entraîné plus stable, moins de perte de maniabilité, dosage en superplastifiant moins élevé — mais son usage comporte tout de même un niveau élevé de difficulté. À partir de l'expérience actuelle, il est préférable de tenir pour acquis que le béton avec fibres (dosage de 50 kg/m<sup>3</sup> et plus) ne peut être pompé. Les formules des mélanges et la mise en œuvre devront

être élaborées pour tenir compte de ces contraintes. Un travail en ce sens de la part du fournisseur est nécessaire avant la réalisation des travaux, car l'introduction et le dosage des adjuvants demandent une bonne mise au point. Les coulées de convenue sont essentielles. L'exigence de fabrication du béton à partir d'une centrale de dosage fixe augmente l'homogénéité, la dispersion des fibres et la stabilité de la distribution du réseau de bulles d'air. Toutefois, le béton avec fibres étant difficile à produire, cette méthode n'est pas une garantie que le producteur n'éprouvera pas des problèmes de fabrication. Les fibres ne démontrent leur efficacité que lorsque la fissuration a commencé. La coulée de convenue du pont Risi a prouvé qu'il était possible de réaliser le béton avec fibres de façon conforme avec un liant ternaire. L'introduction d'un liant ternaire dans la formule de mélange demeure une possibilité pour améliorer la maniabilité du béton réalisé avec des fibres d'acier.

En considérant le niveau de difficulté pour la fabrication d'un béton avec fibres et son coût de production, l'introduction de fibres d'acier doit se justifier par une problématique particulière sur le site. Les caractéristiques spécifiées au devis devront être des compromis, et le concepteur devra être conscient des limites d'application de cette technique.

L'expérience acquise avec ce projet sur les bétons réalisés avec des fibres d'acier ouvre une perspective sur une nouvelle génération de fibres qui sont de plus en plus présentes sur le marché. Des fibres synthétiques (polypropylène), qui ont des propriétés structurales et qui agissent sur le béton à l'état plastique par le contrôle de la fissuration, sont actuellement à l'étude. Au cours de la saison 2003, le Service des matériaux d'infrastructures a expérimenté celles-ci sur deux sites, et les résultats préliminaires sont intéressants. L'avantage le plus important de ces fibres est qu'elles présentent beaucoup moins d'incidences négatives lors de la fabrication et de la mise en œuvre du béton. Un autre projet pilote basé sur l'utilisation de ces fibres est prévu pour la saison 2004.

# Transport maritime

## LA STRATÉGIE DE LA GARDE CÔTIÈRE AMÉRICAINE POUR LA SÛRETÉ MARITIME DANS LE SYSTÈME GRANDS LACS – VOIE MARITIME DU SAINT-LAURENT

Pierre Chebou, analyste en transport, Secrétariat au transport maritime et à la mise en valeur du Saint-Laurent

À la suite des attentats terroristes du 11 septembre 2001, le Département des transports et les experts américains en matière de sûreté ont attiré l'attention générale sur le fait que les ports américains étaient plus vulnérables aux attaques terroristes que tout autre segment du système de transport.

Parmi les mesures prises immédiatement par le gouvernement de monsieur George W. Bush, il y a eu la création du Département de sûreté intérieure, principal organisme fédéral responsable de l'élaboration et de la coordination de la Stratégie nationale pour la sûreté intérieure (SNSI). Les normes de sûreté adoptées dans la foulée par ce nouveau département comprennent, pour le volet maritime, les mesures suivantes (1) :

- la Garde côtière américaine (GCA), les 55 plus grands ports du pays et les compagnies maritimes doivent se doter d'un plan de lutte antiterroriste couvrant les modalités d'inspection, de patrouille et de contrôle aux zones d'accès limité;
- le Bureau des douanes et de la protection des frontières doit déployer des équipes d'inspection à travers le monde pour s'assurer de la fiabilité des plans de sûreté de près de 2500 ports étrangers;
- la création de pièces d'identité spécifiques pour les travailleurs du secteur des transports maritimes, y compris les visas d'entrée aux États-Unis pour les membres des équipages des navires étrangers;
- l'obligation pour les armateurs de fournir à la douane américaine, 24 heures avant le charge-

ment dans le navire, une description détaillée des produits chargés dans des conteneurs destinés ou devant transiter par un port des États-Unis : le mode de paiement, les nom et adresse des manufacturiers, des compagnies d'exportation et d'importation;

- la création d'une équipe d'intervention rapide de la GCA susceptible d'être déployée d'urgence pour répondre à une attaque terroriste spontanée;
- l'installation d'équipement d'identification sur tout navire transitant par les eaux américaines.

En vertu de la nouvelle réglementation, la GCA est désignée principale agence fédérale d'application des normes de sûreté en matière maritime et responsable en premier ressort de la prévention, de la réponse et de la minimisation des dommages résultant d'attaques terroristes dans l'espace maritime relevant des États-Unis. À ce titre, elle a mis au point son propre plan stratégique.

Dérivée de la SNSI, la stratégie maritime pour la sûreté intérieure (SMSI) rendue publique par la GCA au printemps 2003 précise les responsabilités de la GCA en matière de sûreté maritime au regard des menaces terroristes versus la nécessité de préserver les libertés fondamentales et le bien-être économique du pays. Ces nouvelles responsabilités de la GCA s'ajoutent à ses missions traditionnelles telles que la recherche et le sauvetage, le déglâçage, l'aide à la navigation, la sécurité maritime, la protection de l'environnement, l'exploitation des ressources, la lutte contre l'immigration clandestine, les maladies infectieuses et le

crime organisé international.

### L'importance du domaine maritime américain et du système Grands Lacs – Voie maritime du Saint-Laurent

La SMSI de la GCA est le reflet de l'importance que représentent globalement l'espace et les activités maritimes quant au bien-être des États-Unis, soit 3,5 millions de milles carrés d'océan, 98 000 milles de côtes et plus de 95 % du volume du commerce transocéanique du pays transbordé par navire. De plus, le système de transport américain assure annuellement la manutention de plus de 20 milliards de tonnes de marchandises, de 3 milliards de tonnes d'hydrocarbures, le transport de plus de 134 millions de passagers des bateaux de traverse et de 7 millions de passagers des navires de croisière. Par ailleurs, 7500 navires étrangers avec 200 000 membres d'équipage étrangers entrent dans les ports américains annuellement pour décharger environ 6 millions de conteneurs pour postacheminement terrestre (2). Certains de ces ports sont des bases stratégiques de déploiement militaire. Tout cela justifie l'intérêt de sécuriser l'espace maritime américain.

Pour l'application de la SMSI, la GCA considère que le système Grands Lacs – Voie maritime du Saint-Laurent et la plupart des frontières maritimes du nord du pays présentent un grand potentiel de risques d'attaques terroristes en raison de leur importance géographique et économique, des conditions de navigabilité et des

données politiques frontalières avec le Canada. Ainsi, la neuvième division de la GCA a décidé de mettre l'accent sur les mesures de sûreté maritime préventives sur les cinq Grands Lacs et la Voie maritime pour les raisons suivantes (3) :

- le système Grands Lacs – Voie maritime du Saint-Laurent est un réseau de transport continu de lacs, rivières, écluses et fleuve ayant une seule porte d'entrée, l'océan Atlantique. Annuellement, plus de 200 millions de tonnes de cargaisons transitent par les ports du système; de même, 75 lacquiers américains, 90 canadiens et 456 navires battant pavillon étranger y naviguent. La sécurité de chacun des ports est liée à celle de l'ensemble du système;
- l'économie du Canada et celle des États-Unis sont fortement intégrées et basées sur un système d'approvisionnement en flux tendu (just in time). Cette relation commerciale bilatérale est la plus importante au monde avec des échanges de l'ordre de 400 milliards de \$ US par an, ce qui est supérieur à la valeur de l'ensemble des échanges commerciaux entre les États-Unis et les 15 pays de l'Union européenne (d'avant le 1<sup>er</sup> mai 2004) plus le Japon réunis;
- les ports des Grands Lacs comprennent 5 des 55 ports stratégiques américains, plusieurs de ses villes les plus populaires ainsi que d'importants sites industriels et financiers. On trouve sur cette artère menant au cœur du pays des installations cruciales telles que des usines nucléaires et d'hydroélectricité, des écluses, des ponts et des tunnels vitaux menant au Canada;
- la vulnérabilité du système Grands Lacs aux attaques terroristes est aussi liée à son étendue géographique : 1500 milles de frontière commune avec le Canada et 6 700 milles de côte américaine à protéger par la GCA contre diverses formes de transits illégaux. Le point critique à contrôler spécialement, selon la GCA, inclut la Voie maritime du Saint-Laurent,

Niagara, Detroit, Sainte-Claire et les rivières Sainte-Marie parce qu'on a été amené à identifier, dans des villes de la région, des petites cellules d'appui aux groupes terroristes;

- les Grands Lacs constituent une des plus belles réserves naturelles et la plus large source d'eau douce de la planète, permettant l'approvisionnement de 35 millions de personnes en eau potable.

### **Les objectifs de la stratégie maritime de sûreté nationale et les éléments d'intervention**

La stratégie maritime pour la sûreté intérieure américaine que chapeaute la GCA vise à atteindre les objectifs suivants :

- prévenir les attaques terroristes à l'intérieur, de même que l'exploitation à des fins terroristes de l'espace maritime américain;
- réduire la vulnérabilité américaine au terrorisme dans l'espace maritime américain;
- protéger les foyers de population américaine, les infrastructures cruciales, les frontières maritimes, les ports, les approches côtières;
- protéger le système de transport maritime américain tout en préservant la liberté de navigation et le droit de passage inoffensif dans l'espace maritime;
- minimiser, à titre de principal agent fédéral ou d'agent de soutien, les dommages pouvant provenir d'attaques survenues dans l'espace maritime américain.

Sur le plan pratique, cette stratégie s'appuie sur six éléments d'intervention : augmenter la prise de conscience concernant le domaine maritime; mener des opérations renforcées de sûreté; fermer les failles des systèmes de sûreté portuaire; bâtir une capacité d'intervention en cas de situation critique en matière de sûreté; renforcer le partenariat pour éliminer les menaces à la sûreté; et s'assurer d'être prêt pour la défense du

territoire national. Ces mesures opérationnelles se traduisent chacune par une approche de contrôle préventif particulière pour le système Grands Lacs – Voie maritime du Saint-Laurent.

### **Augmenter la prise de conscience concernant le domaine maritime**

Vu l'impossibilité de patrouiller en permanence toute l'étendue physique du système Grands Lacs – Voie maritime du Saint-Laurent, d'y inspecter tous les navires, les passagers et les cargaisons, la GCA met en œuvre un plan de visibilité accru selon le temps, les événements et les conditions de navigabilité. Cela passe par une collecte et un partage rationnel des informations pertinentes requises avec les divers partenaires publics et privés de la région. C'est ainsi que depuis le 28 février 2003 est établie l'obligation pour chaque navire de notifier son entrée dans un port des États-Unis à la GCA 96 heures au préalable, tout navire transportant des produits dangereux ou des passagers étrangers dans le système Grands Lacs – Voie maritime du Saint-Laurent doit communiquer chaque jour avec la GCA pour indiquer sa localisation, et ledit navire doit être escorté par les petits bateaux de la GCA à chaque entrée ou sortie des ports du système. À présent, la division 9 de la GCA s'emploie, entre autres, à renforcer son personnel et son équipement puis à fusionner les outils de contrôle et de suivi existants pour se donner une meilleure capacité d'identification des menaces potentielles et de réponse positive à toutes les situations de vulnérabilité de la région.

### **Mener des opérations renforcées de sûreté**

Il s'agit globalement d'établir et de maintenir un seuil critique d'alerte pour la sûreté maritime, incluant les mesures de sûreté opérationnelles spécifiques à des localités données, de rehausser le niveau de préparation d'urgence et le degré de réplique à une attaque terroriste, telle que la



capacité à déployer l'équipe mobile de sûreté et de sécurité maritime ainsi que l'équipe de surveillance de la frontière. À ce propos, tous les principaux ports des Grands Lacs vont agir, à court terme, selon des standards prescrits de sûreté maritime (MARSEC) facilitant le contrôle des patrouilles de la GCA en bateau, par avion et à terre. À présent, la majorité des navigants réservistes ou auxiliaires ont été rappelés pour aider à remplir divers aspects des missions de sûreté maritime dévolues à la GCA. Par ailleurs, le centre de commandement 9 de la GCA procède à une revue du positionnement et de l'équipement des troupes sur l'étendue du système Grands Lacs — Voie maritime du Saint-Laurent de même que du partage des renseignements et de son expertise sur les plans national et international.

### **Fermer les failles des systèmes de sûreté portuaire**

La GCA estime que chacun des ports du système Grands Lacs présente un risque particulier pour la sûreté des personnes et de l'économie en raison, entre autres, de l'étendue de la frontière avec le Canada (1500 milles) et de la facilité de transit par divers points, notamment avec la formation des glaces en hiver. Elle s'assure par conséquent de maîtriser l'effectivité du contrôle des équipes, des bateaux et des infrastructures portuaires moyennant une planification adéquate et en utilisant les systèmes de contrôle technologiquement les plus avancés. Dans cette optique, chacun des ports majeurs visés a complété son évaluation de sûreté selon une méthode d'évaluation des risques à point et a créé un comité de sûreté portuaire composé des principaux partenaires. Par ailleurs, tous les ports américains et tous les navires marchands battant pavillon américain sont aussi invités à se doter d'un plan individuel de sûreté.

### **Bâtir une capacité d'intervention en cas de situation critique en matière de sûreté**

Pour répondre à sa mission, la GCA renforce et tient à jour sa capacité d'intervention. Pour ce faire, elle coopère avec les services de douane et les réseaux de surveillance de la frontière, y compris aérienne, du nord du pays. De même, elle répartit à travers tout le système l'équipe intégrée de contrôle frontalier et améliore sa performance, notamment grâce à l'usage du système d'identification automatique (AIS) qui permet de mieux retracer les mouvements des navires commerciaux.

### **Renforcer le partenariat pour éliminer les menaces à la sûreté**

La recherche permanente des voies et moyens pour renforcer les liens entre les organismes de différents niveaux engagés dans la protection de la sûreté frontalière facilite les échanges et une meilleure coopération entre les services de renseignement et les agents chargés des opérations de sûreté maritime. Ainsi, parmi les moyens visant à assurer une meilleure coordination régionale des mesures de protection des eaux frontalières, il y a l'établissement par les capitaines des ports de la région des Grands Lacs du programme « yeux sur l'eau » qui invite le public à rapporter toute activité suspecte à la GCA ou à la Garde côtière canadienne. De même, les États-Unis et le Canada s'assurent que tout navire étranger entrant dans le système Grands Lacs — Voie maritime du Saint-Laurent est soumis au préalable, à Montréal, à l'enregistrement, à l'évaluation de risque et à la vérification des noms de tous les passagers et membres de l'équipage par la consultation de plusieurs bases de données criminelles disponibles.

Grâce à ces multiples initiatives de sûreté, la communauté maritime travaille mieux en partenariat, partage davantage l'information et planifie mieux la sécurité mutuelle. Il reste à élargir

d'avantage cette interaction avec les partenaires de l'industrie du côté canadien.

### **S'assurer d'être prêt pour la défense du territoire national**

Le changement de la nature des ennemis et des menaces à la sécurité américaine a conduit à la modification des stratégies de protection de la GCA. Ainsi, sa neuvième division de commandement qui s'occupe de la région Grands Lacs — Voie maritime du Saint-Laurent se prépare, du point de vue des équipements et de la formation, afin de pouvoir effectuer, si nécessaire, la transition entre les opérations de sûreté et de défense intérieures et outre-mer.

### **Conclusion**

Les Américains ont pris conscience de l'importance de la sûreté maritime dans le maintien de la sécurité générale du pays. L'augmentation du niveau de protection de la sûreté sur le système Grands Lacs — Voie maritime du Saint-Laurent s'inscrit dans la volonté de la GCA de bloquer le passage aux terroristes tout en limitant les impacts sur la liberté de mouvement des navires, des cargaisons et des personnes. Le succès de cette mission dépend de la volonté de coopération des différentes parties concernées, mais aussi des moyens qu'on y consacra.

Le gouvernement américain a déjà engagé 9 G\$ US pour la protection des frontières, dont 500 M\$ US pour le renforcement de la sûreté portuaire. Ainsi, comme appui au financement des mesures de sûreté maritime prescrites dans la nouvelle réglementation, les partenaires de l'industrie maritime américaine ont bénéficié d'une enveloppe de plus de 300 M\$ US à même le budget du gouvernement fédéral en 2002, en plus des 179 M\$ US annoncés le 10 décembre 2003. Par ailleurs, le gouvernement américain a adopté, le 1<sup>er</sup> octobre 2003, le premier budget du Département de la sûreté intérieure qui recevra 37,6 G\$ US en 2004. De cette somme,

6,8 G\$ iront à la GCA, 14 M\$ au partenariat douanier pour la sûreté commerciale, 62 M\$ à l'inspection des conteneurs à partir de 20 méga ports étrangers (plus dix ports stratégiques) et 64 M\$ pour le système d'inspection par rayon X (4).

Avec la mise en place de ces mesures de sûreté, les États-Unis prennent le leadership dans l'établissement du standard nord-américain des normes de sûreté maritime. Il importe néanmoins de s'assurer de part et d'autre de la frontière canado-américaine que les mesures de sûreté frontalière sont appliquées de manière bilatérale et coordonnées.

Tout en continuant à convaincre les États-Unis de faire en sorte que les mesures préventives de sûreté, telles que l'inspection préalable des cargaisons qui y sont destinées ou les exigences en matière de visas pour les équipages étrangers, provoquent le minimum d'impacts sur le transport et le commerce maritime au Canada, ce dernier devrait tenir à jour sa propre capacité d'intervention en matière de sûreté maritime. De même, en ce qui concerne les visas d'entrée aux États-Unis pour les membres d'équipage des navires étrangers, ne faudrait-il pas négocier un statut particulier pour les marins canadiens?

Au sujet de la stratégie canadienne en matière de sûreté, la formule du guichet unique a prévalu, à savoir Transports Canada et ses directions régionales. En effet, un groupe de travail interministériel sur la sûreté maritime créé en octobre 2001 et dirigé par Transports Canada (5) doit commencer en 2003-2004 à assumer la responsabilité de la gestion d'un nouveau programme de coordination de la sûreté maritime. Une stratégie globale et harmonieuse en matière de sûreté maritime intérieure pourrait ainsi être mieux établie pour le Canada. N'aurait-il pas fallu faire jouer à la Garde côtière canadienne (GCC) un rôle similaire à celui de son homologue américain afin de faciliter l'harmonisation des procédures au-delà des deux frontières?

Quoi qu'il en soit, il reste à savoir si le gouvernement fédéral débloquera, à l'instar de son homologue américain, les fonds nécessaires et

suffisants pour l'implantation de la stratégie envisagée. À cet égard, le gouvernement canadien a prévu en 2003 un montant de 172,5 M\$ CA sur cinq ans pour l'ensemble des dépenses requises par les initiatives de sûreté, dont 16,5 M\$ dans l'organisation administrative et la coordination des opérations. Quant à la participation directe du gouvernement canadien aux coûts des mesures de sûreté exigées des ports et des transporteurs maritimes, les modalités restent à déterminer.

Les acteurs de l'industrie maritime canadienne sont préoccupés par les mesures de sécurité que leur impose le gouvernement fédéral en vertu du Code international pour la sûreté des navires et des installations portuaires. Ils estiment qu'ils vont perdre progressivement leur compétitivité en faveur de leurs concurrents américains qui bénéficient largement de l'aide publique alors que cette aide est quasi inexistante au Canada. Leur crainte est d'autant plus justifiée qu'en vertu de la Loi maritime du Canada les administrations portuaires canadiennes ne peuvent bénéficier de subventions de la part du gouvernement fédéral. Dans sa soumission prébudgétaire à la Commission des finances de la Chambre des communes en octobre 2003, la Chambre de commerce maritime déplorait que des 172,5 M\$ annoncés pour la sécurité maritime, rien n'est revenu à aucune des composantes de l'industrie maritime et que tous les ports et exploitants de navires doivent trouver eux-mêmes les moyens de financer les nouvelles exigences de sûreté (6). La Port Security Marine Coalition (7) estime que l'application de ces nouvelles mesures coûterait plus de 100 millions de dollars à travers le Canada. Or, les plus petits ports, notamment, n'ont pas assez de moyens pour appliquer ces nouvelles mesures de sécurité requises tout en demeurant compétitifs sans l'appui financier du gouvernement.

Toutefois, la première politique globale de sécurité nationale du Canada déposée à la Chambre des communes le 27 avril 2004 par la ministre de la Sécurité publique, madame Anne McLellan, comprend un financement de 308 M\$

prévus au budget, pour le renforcement de la sécurité maritime, y compris la prise des mesures visant à accroître la surveillance en mer, la coordination et la capacité à conclure de nouvelles ententes avec les États-Unis portant sur la sécurité. Il reste à espérer que les sommes annoncées soient dirigées, en bonne partie, vers l'atténuation de l'impact du coût des nouvelles mesures de sûreté sur la compétitivité de l'industrie maritime canadienne.

## NOTES

1. Voir : *Maritime Transportation Security Act of 2002* et Mark HELM, « U.S. Maps Major Tightening of Ship, Port Security », *The Gazette*, 2 juillet 2003.
2. THE U.S. COAST GUARD, *Maritime Strategy for Homeland Security*, Décembre 2002.
3. NINTH COAST GUARD DISTRICT, *Great Lakes Maritime Security Strategy : Guarding the Northern Maritime Border*, Été 2003.
4. Voir : « American Shipper, August 2003 and September 2003 », *Fairplay Daily News*, 2 octobre 2003.
5. Les autres membres clés de ce groupe sont : Agence des douanes et du revenu du Canada, Service canadien du renseignement de sécurité, ministère de la Citoyenneté et de l'Immigration, ministère des Pêches et Océans, ministère des Affaires étrangères et du Commerce international, ministère de la Justice, ministère de la Défense nationale, Gendarmerie royale du Canada, ministère du Solliciteur général du Canada de même que les forces et organismes de sûreté et de sécurité civile provinciaux et locaux.
6. *Canadian Sailings*, 6 octobre 2003, p. 14.
7. Port Security Marine Coalition. C'est un groupe nouvellement formé à l'initiative de la British Columbia Marine Employers Association afin de convaincre le gouvernement fédéral de prévoir dans son budget des sommes d'argent pour le financement des mesures de sûreté nationale requises en vertu du code international ISPS.



## Rapport annuel de gestion 2002-2003

### Ministère des Transports du Québec

Ce document présente les résultats obtenus au regard des orientations établies dans le Plan stratégique du ministère des Transports pour la période 2001-2004 ainsi qu'au regard des objectifs du Ministère énoncés dans la Déclaration de services aux citoyens. Signalons que, conformément aux dispositions des ententes de gestion qui les régissent, le Centre de gestion de l'équipement roulant et le Centre de signalisation ont élaboré un rapport annuel distinct. Ces deux rapports font partie intégrante du présent document.

Notons les faits saillants suivants :

- Par rapport à la période de 1993 à 1997, la moyenne du nombre de décès sur les routes du Québec a diminué de 16,3 % pour la période de 1998 à 2002, et la moyenne de blessés graves de 8,4 %.
- Le Ministère a investi 346 M\$ dans un ensemble d'interventions visant l'amélioration de la sécurité du réseau routier.
- Le Ministère a investi 1,2 G\$ pour la réalisation de travaux de conservation, d'amélioration et de développement du réseau routier.
- Le nombre de kilomètres de réseau routier touchés par des travaux de réfection s'établit à 2367 en 2002-2003, ce qui a permis de porter la proportion des chaussées du réseau routier supérieur en bon état à 64,3 %, et celle des chaussées du réseau stratégique en soutien au commerce extérieur à 74,8 %
- Le Ministère a versé 181, 4 M\$ aux organismes qui offrent des services de transport en commun.
- Le nouveau Programme d'aide gouvernementale au transport adapté aux personnes handicapées a permis de verser 50,3 M\$ aux sociétés de transport en commun et aux municipalités qui offrent ce type de transport.
- Dans le cadre du Programme de subvention à l'adaptation des taxis pour le transport des personnes se déplaçant en fauteuil roulant, 1,1 M\$ a été engagé pour procéder à l'adaptation de 57 véhicules.
- Dans la perspective de maintenir une desserte aérienne adéquate dans les différentes régions du Québec, le gouvernement a conclu, en janvier 2003, une entente triennale avec la compagnie Air

Canada qui l'engage à maintenir ses services régionaux et à appliquer un tarif réduit sur un nombre important de sièges de son réseau au Québec.

- Le Ministère a poursuivi ses efforts en vue de simplifier certaines procédures applicables à l'industrie du camionnage dans une perspective d'accroissement de l'efficacité du transport routier des marchandises, dont le nouveau Règlement sur le transport des matières dangereuses, l'obtention par le biais d'Internet de certains permis spéciaux de circulation depuis décembre 2002 et la mise à jour de la Politique de circulation des véhicules lourds en milieu municipal.

### Guide de surveillance : Chantiers d'infrastructures de transport, édition 2003

#### Service de la qualité et des normes

#### Direction du soutien aux infrastructures

#### Ministère des Transports du Québec

La surveillance de chantier, qui est une activité très importante dans la chaîne d'interventions du ministère des Transports sur le réseau routier, doit s'appuyer sur des outils appropriés assurant l'amélioration des pratiques en matière de gestion de chantier, et cela en accord avec les directives ministérielles. Dans cet esprit, le *Guide de surveillance : Chantiers d'infrastructures de transport*, édition 2003 constitue l'outil de travail et de gestion privilégié pour le surveillant et son équipe dans la réalisation de leur mandat.

Ce document reflète les nombreux changements survenus dans la gestion des chantiers du Ministère au cours des cinq dernières années, notamment ceux apportés au *Cahier des charges et devis* généraux (CCDG) à l'occasion de la réforme de cet ouvrage qui a abouti à l'édition 2003.

L'application des principes et de la procédure contenus dans ce guide facilitera la gestion des travaux d'infrastructures dans un contexte de partenariat entre l'entrepreneur et le Ministère, indispensable à la qualité des interventions.

Plus précisément, ce guide traite des responsabilités des intervenants et du plan de surveillance, de la gestion de l'information par le surveillant, de la mise en chantier, de l'assurance de la qualité, de la réunion de chantier, du calendrier des travaux, du journal de chantier, du mémo de chantier et de l'avis à l'entrepreneur, de la gestion financière du contrat et de la fin du contrat.

### « La réaction alcalis-silice dans les ouvrages d'art : influence des aciers d'armature et conséquences sur les propriétés mécaniques du béton »

Nizar Smaoui, et autres

CRIB, Département de génie civil, Université Laval, CRIB, Département de géologie et de génie géologique, Université Laval, ICON-CANMET, EMR-Canada, IREQ – Hydro-Québec, Transports Québec

### 10<sup>e</sup> colloque sur la progression de la recherche québécoise sur les ouvrages d'art : résumé de conférences, 2003

Cette conférence fait partie des 18 conférences dont le résumé apparaît dans la source documentaire énoncée ci-dessus.

Au Québec, de nombreux ouvrages d'art présentent un degré de détérioration notable, voire inquiétant, associé à la réaction alcalis-granulats de type alcalis-silice (RAS). Un projet en cours réalisé en collaboration avec le ministère des Transports du Québec (MTQ) consiste à étudier le comportement de trois ouvrages d'art de différents types et atteints à divers degrés de réactivité alcalis-granulats, dans le but principal d'établir les véritables relations qui existent entre l'apparence, l'état réel d'endommagement du béton et la capacité structurale des éléments affectés.

Au terme du projet, un guide doit être rédigé afin d'assister le gestionnaire d'ouvrages dans sa stratégie de suivi, d'entretien et d'intervention. En cours de projet, il a été rapidement réalisé que les objectifs qui avaient été fixés pourraient difficilement être atteints sur la seule base de l'analyse des trois ouvrages retenus et des résultats d'essais obtenus en laboratoire sur les échantillons prélevés dans ces ouvrages. La principale lacune consiste en l'impossibilité d'obtenir de l'information portant sur les contraintes en jeu dans le béton et les armatures des ouvrages étudiés. Sur la base des résultats d'essais mécaniques réalisés sur les carottes provenant de ces ouvrages, certains doutes sont apparus concernant l'impact de la RAS sur certaines propriétés mécaniques du béton. Un important programme expérimental a alors été entrepris, en collaboration avec le MTQ, ICON-CANMET et l'IREQ, programme comportant les quatre principaux volets suivants : (1) évaluation de l'expansion déjà atteinte par un béton affecté de RAS; (2) influence des aciers d'armature sur l'expansion du béton affecté de RAS; (3)

influence de la RAS sur les propriétés mécaniques du béton ; et (4) évaluation objective du potentiel futur d'expansion du béton atteint de RAS. Cette conférence présente les résultats obtenus à ce jour dans le cas des volets 2 et 3.

### **Portrait des activités de dragage dans le Saint-Laurent - Les aspects administratifs, économiques et sociaux, 2003**

**Marcel Ricard, Laurent Saumure et Louise Ouellet**

**DDH Environnement ltée**

### **Recherche réalisée pour le ministère des Transports du Québec**

La présente étude fait partie des démarches entreprises par le Groupe de travail sur la gestion intégrée du dragage et des sédiments, dans le cadre du Plan d'action Saint-Laurent, Vision 2000 (phase III).

Cette étude doit servir d'outil de travail au Comité de concertation Navigation afin de mettre au point une stratégie de gestion intégrée du dragage et des sédiments du Saint-Laurent. Elle servira aussi de document d'information pour le public en général.

Après une brève mise en contexte portant sur les aspects opérationnels et environnementaux des activités de dragage et de gestion des sédiments du Saint-Laurent, on y trouve les informations suivantes :

- Une démarche administrative générale visant à respecter le cadre réglementaire qui s'applique aux activités de dragage au Québec.
- La perspective légale des activités de dragage au Québec. Les principales lois applicables et leurs règlements sont résumés, avec leurs procédures particulières et la mention des autorités responsables de leur application. Sept lois de compétence fédérale, deux lois de compétence provinciale ainsi que certaines compétences municipales sont ainsi présentées, de même qu'une liste de politiques et de guides pratiques visant à soutenir le cadre légal.
- La perspective économique du dragage et de la gestion des sédiments dans le Saint-Laurent. Dans l'ensemble, l'argent dépensé annuellement est principalement destiné au dragage d'entretien du chenal de navigation. À cela peuvent s'ajouter des projets ponctuels de capitalisation, des dragages de construction ou des dragages de restauration environnementale. Les coûts de gestion environnementale peuvent représenter de 1 à 2 % des coûts totaux pour le dragage d'entretien de la voie maritime. Cependant, les coûts d'étude environnementale peuvent représenter jusqu'à 10 % du

budget pour certains projets, et à cela peuvent s'ajouter des mesures compensatoires et des droits de surveillance des sites de dépôt. De 1995 à 2000, le marché du dragage et de la gestion des sédiments au Québec s'élevait à au moins 25,7 M\$.

- La perspective sociale des activités de dragage se traduit principalement par la participation du public à différents conseils d'administration ou comités consultatifs sur le dragage et par l'intégration de la population aux différents processus de consultation publique prévus par la réglementation.

### **Manuel d'identification des dégradations des chaussées souples, 2002**

**Michel Brodeur, ing., et autres**

**Ministère des Transports du Québec, Association québécoise du transport et des routes, Centre d'expertise et de recherche en infrastructures urbaines, Association des ingénieurs municipaux du Québec, GIE Technologies, CRCAC, LVM-Fondatec, SETRA**

Ce guide, basé notamment sur une série de photos et de croquis, permet de catégoriser les dégradations de surface sur des chaussées souples et d'obtenir une façon d'en mesurer l'étendue et la gravité de manière objective, cohérente et harmonisée aux procédures actuelles les plus courantes en Amérique du Nord.

Le tout vise à améliorer les communications et à faciliter les comparaisons en uniformisant les dénominations et les types de mesures des dégradations. Chacune des dégradations est décrite de façon générale et fait l'objet d'une fiche présentant la liste de ses causes les plus probables, la description des trois niveaux de gravité (faible, moyenne et majeure) et une proposition d'unités de mesure pour les relevés en mode réseau et en mode projet.

Afin que le guide soit aussi complet que possible, les dégradations en milieu rural et urbain ont été partagées en deux blocs. Le premier bloc comprend les dégradations similaires en milieux rural et urbain et fait état des nuances particulières au milieu urbain. Le deuxième bloc, plus restreint, présente les dégradations propres au milieu urbain.

Ce document est en partie une adaptation du manuel produit par le Strategic Highway Research Program (SHRP) intitulé *Distress Identification Manual for the Long-Term Pavement Performance Program* et de la nouvelle norme provisoire pour la fissuration de l'AASHTO, *Quantifying Cracks in Asphalt Pavement Surface*, numéro PP44-01.

### **Manuel des ponts acier-bois, 2003**

#### **Guides et manuels techniques**

#### **Direction des structures, Transports Québec**

Le *Manuel des ponts acier-bois* est un recueil de connaissances et de principes techniques représentant la base de l'expertise du ministère des Transports du Québec (MTQ) en matière de conception, d'inspection, de construction, d'entretien et d'évaluation des ponts acier-bois. Il est destiné au personnel technique des municipalités, aux firmes de génie-conseil et autres organismes responsables travaillant à quelque niveau que ce soit dans le domaine des ponts acier-bois.

Ce type de pont mérite une attention particulière, car il constitue environ le tiers des ponts québécois.

L'expression « pont acier-bois » est associée aux ponts ayant un tablier constitué de poutres en acier et d'un platelage en bois. Le pont acier-bois dont il est question dans le présent manuel est un pont normalisé d'une seule travée comprenant deux culées en bois de type caisson à claire-voie.

Les notions traitées dans le manuel s'appliquent aussi bien aux ponts dont l'axe longitudinal est perpendiculaire à l'axe des ancrages qu'à ceux comportant un biais.

Le manuel se divise en chapitres, chacun représentant une activité essentielle à la construction et à la conservation de ce type de pont.

Le chapitre 1 « Conception » présente quelques notions de structures et décrit tous les éléments composant un pont acier-bois. Il expose les exigences de base pour le choix et la conception d'un pont et fournit les principaux paramètres essentiels au dimensionnement.

Le chapitre 2 « Inspection et entretien » décrit tout d'abord une démarche d'inspection propre aux ponts acier-bois. Il aborde ensuite les principales activités requises pour corriger les défauts relevés lors de l'inspection.

Le chapitre 3 « Devis spécial type » renferme toutes les informations que doit contenir un document de soumission en matière d'exigences relatives à la construction et à la réparation d'un pont acier-bois.

Le chapitre 4 « Surveillance » fournit les éléments de base pour s'assurer de la conformité des travaux aux plans et devis.

Le chapitre 5 « Évaluation de la capacité » traite de la procédure du MTQ pour déterminer la capacité portante des ponts acier-bois et suggère une politique d'affichage pour les ponts à faible capacité portante.

Le chapitre 6 « Documents de support » regroupe tous les documents qui complètent le texte du présent manuel.



# CONGRÈS CONFÉRENCES \*

Activité	Lieu et date	Organisation	Renseignements
14 <sup>e</sup> Conférence canadienne multidisciplinaire en sécurité routière	Ottawa, Canada 27 au 30 juin 2004	Association canadienne des professionnels de la sécurité routière; Transports Canada	Courriel (s) : carsp@cyberus.ca Internet : <a href="http://www.ccmr.ca">http://www.ccmr.ca</a>
41 <sup>e</sup> Congrès annuel de l'ATEQ	Sainte-Anne-de-Beaupré, Canada 1 <sup>er</sup> au 2 juillet 2004	Association du transport écolier du Québec (ATEQ)	Tél.: (418) 622-6544 Télec.: (418) 622-6595 Courriel (s) : courrier@ateq.qc.ca Internet <a href="http://www.ateq.qc.ca/ateq/index.html">http://www.ateq.qc.ca/ateq/index.html</a>
10 <sup>th</sup> World Conference on Transport Research	Istanbul, Turquie 4 au 8 juillet 2004		Yucel Candemir Télec.: +90 212 240 72 60 Courriel (s) : wctr2004@itu.edu.fr
Colloque Liège 2004 : « 5 <sup>e</sup> Journées scientifiques du Regroupement francophone pour la recherche et la formation sur le béton » (RF)2B)	Liège, Belgique 5 au 6 juillet 2004	Regroupement francophone pour la recherche et la formation sur le béton	Internet : <a href="http://www.civil.usherbrooke.ca/crib">http://www.civil.usherbrooke.ca/crib</a>
9 <sup>e</sup> Conférence internationale Villes et Ports : « Modernité et identité de la ville portuaire »	Lisbonne, Portugal 5 au 9 juillet 2004	Association internationale Villes et Ports	AIVP Tél.: 33 2 35 42 78 84 Télec.: +33 2 35 42 21 94 Courriel (s) : aivp@aivp.com Internet : <a href="http://www.aivp.com">http://www.aivp.com</a>
Congrès de l'ICU - IPPO 2004 : « Remue-méninges: la conquête des villes »	Toronto, Canada 11 au 14 juillet 2004	Institut canadien des urbanistes (ICU); Institut des planificateurs professionnels de l'Ontario	Courriel (s) : general@cip-icu.ca Internet : <a href="http://www.cip-icu.ca/french/conference/conf2004.htm">http://www.cip-icu.ca/french/conference/conf2004.htm</a>
ISEE 2004 Montréal : « 8 <sup>th</sup> Biennial Scientific Conference International Society for Ecological Economics »	Montréal, Canada 11 au 14 juillet 2004	International Society for Ecological Economics (ISEE)	Courriel (s) : info@iseemontreal2004.com Internet : <a href="http://iseemontreal2004.com/main_menu.htm">http://iseemontreal2004.com/main_menu.htm</a>
4 <sup>th</sup> International Conference on Advanced Composite Materials in Bridges and Structures	Calgary, Canada 20 au 23 juillet 2004	Université de Calgary, CSCE	Mamdouh El-Badry Tél.: (403) 220-5819 Télec.: (403) 282-7026 Courriel (s) : melbadry@ucalgary.ca Internet : <a href="http://www.eng.ucalgary.ca/Civil/ACMBS-IV">http://www.eng.ucalgary.ca/Civil/ACMBS-IV</a>
Highway Capacity and Quality of Service Committee (A3A10) Midyear Meeting and Conference	Pennsylvanie, États-Unis 21 au 24 juillet 2004		Richard Cunard Tél.: (202) 334-2934 Télec.: (202) 334-2003 Courriel (s) : LKarson@NAS.EDU
GML And Geo-Spatial Web Services Conference 2004	Vancouver, Canada 25 au 29 juillet 2004	Galdos Systems Inc.	Tél.: (604) 484-2750 Télec.: (604) 484-2755 Courriel (s) : info@gmldays.com Internet : <a href="http://www.gmldev.org">http://www.gmldev.org</a>
Modeling Unsaturated Soils for Transportation Projects	Los Angeles, États-Unis 27 au 31 juillet 2004		G.P. Jayaprakash Tél.: (202) 334-2934 Télec.: (202) 334-2003 Courriel (s) : LKarson@NAS.EDU

<b>Activité</b>	<b>Lieu et date</b>	<b>Organisation</b>	<b>Renseignement</b>
46 <sup>th</sup> Annual Meeting/Conference of the Association of Canadian Port Authorities	Saint-Jean, Canada (Terre-Neuve) 30 juillet au 4 août	Association of Canadian Port Authorities (ACPA)	Gary LeRoux Tél.: (613) 232-2036 Télé.: (613) 232-9554 Courriel (s) : leroux@acpa-ports.net Internet : http://www.acpa-ports.net
Conférence annuelle 2004 de l'ITE	Lake Buena Vista, États-Unis 1 <sup>er</sup> au 4 août 2004	Institute of Transportation Engineers (ITE)	Tél.: (202) 554-8050 Télé.: (202) 863-5486 Internet : http://www.ite.org/meetcon/
XIII <sup>e</sup> Congrès mondial sur le génie des tremblements de terre	Vancouver, Canada 1 <sup>er</sup> au 6 août 2004		Télé.: +1-604-681-2503 Internet : http://www.13wcee.com
2 <sup>e</sup> Symposium international sur la fiabilité des réseaux de transport	Christchurch et Queenstown, Australie 20 au 24 août 2004	Université de Canterbury	Courriel (s) : instr2004@civil.canterbury.ac.nz Internet : http://www.civil.canterbury.ac.nz/events/TNR/
AVEC '04 : 7 <sup>th</sup> International Symposium on Advanced Vehicle Control	Amsterdam, Pays-Bas 23 au 27 août 2004	AVEC	Marian van den Han Courriel (s) : avec@ft.han.nl Internet : http://www.avec04.han.nl
The Concrete Durability	Singapour, Malaisie 24 août 2004	CI Premier	John S Y Tan Tél.: (+65) 6733-2922 Courriel (s) : cipremie@singnet.com.sg Internet : http://www.cipremier.com/ciframeset.htm?index2.htm
7 <sup>th</sup> Singapore Concrete Week	Singapour, Malaisie 24 au 27 août 2004	CI Premier	John S Y Tan Tél.: (+65) 6733-2922 Courriel (s) : cipremie@singnet.com.sg Internet : http://www.cipremier.com/ciframeset.htm?index2.htm
29 <sup>th</sup> Conference on Our World in Concrete & Structures	Singapour, Malaisie 25 au 26 août 2004	CI Premier	John S Y Tan Tél.: (+65) 6733-2922 Courriel (s) : cipremie@singnet.com.sg Internet : http://www.cipremier.com/ciframeset.htm?index2.htm
The Self Compacting Concrete Day	Singapour, Malaisie 27 août 2004	CI Premier	John S Y Tan Tél.: (+65) 6733-2922 Courriel (s) : cipremie@singnet.com.sg Internet : http://www.cipremier.com/ciframeset.htm?index2.htm
6 <sup>th</sup> National Meeting on Access Management	Kansas, États-Unis 29 août au 1 <sup>er</sup> septembre 2004		Kimberly Fisher Tél.: (202) 334-2934 Télé.: (202) 334-2003 Courriel (s) : LKarson@NAS.EDU
3 <sup>rd</sup> International Conference on Traffic and Transport Psychology (ICTTP 2004)	Nottingham, Royaume-Uni 5 au 9 septembre 2004	International Association of Applied Psychology (IAAP), Traffic and Transport Psychology (TTP)	Courriel (s) : tracy2.collier@virgin.net Internet : http://www.icttp.com
Pro Walk/Pro Bike 2004 : « Creating Active Communities »	Victoria, Canada 7 au 10 septembre 2004 Paris, France	National Center for Bicycling and Walking (NCBW)	Courriel (s) : info@bikewalk.org Internet : http://www.bikewalk.org/PWPB2004/

<b>Activité</b>	<b>Lieu et date</b>	<b>Organisation</b>	<b>Renseignement</b>
3 <sup>e</sup> Conférence internationale : « Les transports urbains/périurbains »	9 au 10 septembre 2004		Courriel (s) : lerail@free.fr Internet : <a href="http://lerail.ufi.free.fr/lerail/index-rail.htm">http://lerail.ufi.free.fr/lerail/index-rail.htm</a>
8 <sup>th</sup> International Conference of Asphalt Pavements for Southern Africa (CAPSA 2004)	Sun City, Afrique du Sud 12 au 16 septembre 2004	Sabita, CSIR	Courriel (s) : asac@csir.co.za Internet : <a href="http://www.sabita.co.za/events-int.asp">http://www.sabita.co.za/events-int.asp</a>
Structural Materials Technology (SMT) : NDE/NDT for Highways and Bridges	Buffalo/Niagara Falls, États-Unis 13 au 17 septembre 2004		Stephen Maher Tél.: (202) 334-2934 Télé.: (202) 334-2003 Courriel (s) : LKarson@NAS.EDU
3 <sup>e</sup> Forum international mobilité urbaine et transport avancé (MUTA 2004) : « Faites le plein... de solutions sensées pour une société »	Saint-Jérôme, Mont-Tremblant, Canada 15 au 18 septembre 2004	Centre d'expérimentation des véhicules électriques du Québec (CEVEQ), Centre d'études et de recherches sur les véhicules électriques et hybrides (CEREVEH)	Tél.: (450) 431-5744, poste 29 Courriel (s) : info@muta2004.com Internet : <a href="http://www.muta2004.com">http://www.muta2004.com</a>
Congrès 2004 de l'Association des mandataires en vérification mécanique du Québec	Québec, Canada 16 au 18 septembre 2004	Association des mandataires en vérification mécanique du Québec inc. (ASMAVERMEQ)	Joseph Bavota Tél.: (819) 566-2917 Télé.: (819) 566-6213 Courriel (s) : jbvavota@abacom.com Internet : <a href="http://www.asmavermeq.ca/congres.asp">http://www.asmavermeq.ca/congres.asp</a>
71 <sup>st</sup> Annual Meeting and Exhibition IBTTA	Philadelphie, États-Unis 18 au 22 septembre 2004	International Bridge, Tunnel and Turnpike Association (IBTTA)	Courriel (s) : info@ibtta.org Internet : <a href="http://www.ibtta.org">http://www.ibtta.org</a>
Congrès annuel de l'ATC 2004 : « Innovation et transports: accélérons le rythme »	Québec, Canada 19 au 22 septembre 2004	Association des transports du Canada (ATC)	Gilles Morier Tél.: (613) 736-1350 Télé.: (613) 736-1395 Courriel (s) : gmorier@tac-atc.ca Internet : <a href="http://www.tac-atc.ca">http://www.tac-atc.ca</a>
InnoTrans 2004	Berlin, Allemagne 21 au 24 septembre 2004		Courriel (s) : innotrans@messe-berlin.de Internet : <a href="http://www.innotrans.com">http://www.innotrans.com</a>
2 <sup>nd</sup> International Workshop : « Structural Health Monitoring of Innovative Civil Engineering Structures »	Winnipeg, Canada 22 au 23 septembre 2004	ISIS Canada Research Network	Kim Archer Tél.: (204) 474-6231 Télé.: (204) 474-7519 Courriel (s) : archerk@ms.umanitoba.ca
Second International Workshop on Structural Health Monitoring of Innovative Civil Engineering Structures	Winnipeg, Canada 22 au 23 septembre 2004	ISIS Canada Research Network	Télé.: (204) 474-7519 Internet : <a href="http://www.isiscanada.com">http://www.isiscanada.com</a>
9 <sup>th</sup> National Conference on Transportation Planning for Small and Medium-Sized Communities : « Tools of the Trade »	Colorado Springs, États-Unis 22 au 24 septembre 2004	TRB	A. T. Stoddard Tél.: (719) 633-2868 Télé.: (719) 633-5430 Courriel (s) : atstoddard@lscs.com Internet : <a href="http://gulliver.trb.org/conferences/A1D05-1.pdf">http://gulliver.trb.org/conferences/A1D05-1.pdf</a>
IABSE Symposium 2004 : « Metropolitan Habitats and Infrastructures »	Shangai, Chine 22 au 24 septembre 2004	IABSE	Tél.: +86 21 6598 3451 Télé.: +86 21 6598 4882 Courriel (s) : secretariat@iabse2004.org.cn Internet : <a href="http://www.iabse.org/conferences/Shanghai/PI/Shanghai_f.html">http://www.iabse.org/conferences/Shanghai/PI/Shanghai_f.html</a>

<b>Activité</b>	<b>Lieu et date</b>	<b>Organisation</b>	<b>Renseignement</b>
Congrès annuel du Comité technique de camionnage du Québec (CTCQ)	23 septembre 2004	Comité technique de camionnage du Québec (CTCQ)	Paul Ratté Tél.: (450) 669-3584 Internet : <a href="http://www3.sympatico.ca/ctcq">http://www3.sympatico.ca/ctcq</a>
60 <sup>th</sup> International Motor Show (IAA) Commercial Vehicles in Hanover 2004	Hanovre, Allemagne 23 au 30 septembre 2004	IAA	Courriel (s) : <a href="mailto:info@iaa.de">info@iaa.de</a> Internet : <a href="http://www.iaa.de">http://www.iaa.de</a>
2 <sup>nd</sup> International Conference on Accelerated Pavement Testing	Minneapolis, États-Unis 25 au 29 septembre 2004	TRB	Julie Grazier Tél.: (612) 624-3044 Télééc.: (612) 624-6225 Courriel (s) : <a href="mailto:jgrazier@cce.umn.edu">jgrazier@cce.umn.edu</a>
XIII Pan-American Conference on Traffic and Transportation Engineering (PANAM XIII)	Albany, États-Unis 26 au 29 septembre 2004	Rensselaer Polytechnic Institute	Courriel (s) : <a href="mailto:panamxiii@rpi.edu">panamxiii@rpi.edu</a> Internet : <a href="http://www.eng.rpi.edu/panam">http://www.eng.rpi.edu/panam</a>
5 <sup>e</sup> Conférence internationale : « Cartes à puce et transport »	Paris, France 27 au 28 septembre 2004		Courriel (s) : <a href="mailto:lerail@free.fr">lerail@free.fr</a> Internet : <a href="http://lerail.uti.free.fr/lerail/index-rail.htm">http://lerail.uti.free.fr/lerail/index-rail.htm</a>
II <sup>e</sup> Symposium international sur les réseaux de mobilité	Stuttgart, Allemagne 29 septembre au 1 <sup>er</sup> octobre 2004		Courriel (s) : <a href="mailto:fovus@fovus.uni-stuttgart.de">fovus@fovus.uni-stuttgart.de</a>
INTERROUTE 2004 : « Construction, entretien, exploitation et sécurité de la route »	Montpellier, France 29 septembre au 1 <sup>er</sup> octobre 2004	AIPCR	Courriel (s) : <a href="mailto:salon-interroute@exposium.fr">salon-interroute@exposium.fr</a> Internet : <a href="http://www.piarc.org/fr/events/calendar/00001625.htm">http://www.piarc.org/fr/events/calendar/00001625.htm</a>
Salon Affaires Municipales 2004	Québec, Canada 30 septembre au 2 octobre 2004	Fédération québécoise des municipalités (FQM)	Jacques Dupuis Tél.: (418) 651-3343 Internet : <a href="http://www.ancai.com/calen.htm">http://www.ancai.com/calen.htm</a>
7 <sup>th</sup> International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC 2004)	Washington, États-Unis 3 au 6 octobre 2004	Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) Intelligent Transportation Systems Council (ITSC)	Paul Kostek Courriel (s) : <a href="mailto:p.kostek@ieee.org">p.kostek@ieee.org</a> Internet : <a href="http://www.ewh.ieee.org/tc/its">http://www.ewh.ieee.org/tc/its</a>
17 <sup>e</sup> Entretiens Jacques-Cartier : « Eau potable et technologies environnementales : Enjeux internationaux »	Québec, Canada 4 au 5 octobre 2004	Université du Québec, Institut national de la recherche scientifique (INRS-ETE)	Diane Tremblay Tél.: (418) 654-2627 Télééc.: (418) 654-2600 Courriel (s) : <a href="mailto:jpv@inrs-et.quebec.ca">jpv@inrs-et.quebec.ca</a>
European Transport Conference 2004	Strasbourg, France 4 au 6 octobre 2004	Association for European Transport	Courriel (s) : <a href="mailto:info@aetransport.co.uk">info@aetransport.co.uk</a> Internet : <a href="http://www.aetransport.co.uk">http://www.aetransport.co.uk</a>
1 <sup>st</sup> Libyan International Transport and Logistics Exhibition	Tripoli, Lybie 5 au 8 octobre 2004		Courriel (s) : <a href="mailto:josko.kazija@ite-exhibitions.com">josko.kazija@ite-exhibitions.com</a>
1 <sup>er</sup> Séminaire international sur la gestion des ressources humaines	Séville, Espagne 7 au 8 octobre 2004	Union internationale des transports publics (UITP)	Courriel (s) : <a href="mailto:studies@uitp.com">studies@uitp.com</a> Internet : <a href="http://www.uitp.com/Events/hr-seville-2004/index.htm">http://www.uitp.com/Events/hr-seville-2004/index.htm</a>
Congrès international : « Les tunnels, clé d'une Europe durable »	Chambéry, France 10 au 12 octobre 2004	AFTES	

\* Pour une mise à jour de cette rubrique, consultez le site internet à l'adresse suivante : [www.mtq.gouv.qc.ca/fr/ministere/recherche/evenement.asp](http://www.mtq.gouv.qc.ca/fr/ministere/recherche/evenement.asp)