

INNOVATION

NUMÉRO 7 FÉVRIER 2000

TRANSPORT

BULLETIN SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE

DOSSIER

MANUEL DE SÉCURITÉ ROUTIÈRE

Québec 
Ministère des
Transports

| | |
|--|-----------|
| PROJET DE RECHERCHE CONSTRUCTION DE DALLES DE PONT EN BÉTON À HAUTES PERFORMANCES AVEC FIBRES D'ACIER | 3 |
| DOSSIER MANUEL DE SÉCURITÉ ROUTIÈRE | 8 |
| SÉCURITÉ DE L'INFORMATION L'APPROCHE GOUVERNEMENTALE | 13 |
| ROUTES ET STRUCTURES SITE EXPÉRIMENTAL ROUTIER DE L'UNIVERSITÉ LAVAL (SERUL) | 17 |
| CONGRÈS ET CONFÉRENCES | 20 |
| PARUTIONS RÉCENTES | 22 |

INNOVATION TRANSPORT est réalisé par le Centre québécois de transfert de technologie routière et édité par la Direction des communications du ministère des Transports du Québec.

Rédaction : *Dominique Duchesne*
 Révision linguistique : *Direction des communications*
 Supervision graphique : *Jean-Pierre Tremblay*
 Conception : *Tandem Conception et Infographie inc.*
 Impression : *Imprimerie le Laurentien*
 Photogravure : *Composition Orléans*
 Pour obtenir de l'information supplémentaire, il suffit de s'adresser à :
 Ministère des Transports du Québec
 Observatoire en transport
 700, boul. René-Lévesque Est, 21^e étage
 Québec (Québec), G1R 5H1
 Téléphone : (418) 643-6039
 Télécopieur : (418) 646-2343
 Courrier électronique : doduchesne@mtq.gouv.qc.ca

Dépôt légal
 Bibliothèque nationale du Québec
 ISSN - 1480-610X
 Tirage : 1700 exemplaires

MANUEL DE SÉCURITÉ ROUTIÈRE

La sécurité routière est une préoccupation constante au Ministère, et son personnel travaille à tout mettre en œuvre pour assurer la sécurité des usagers du réseau routier.

Beaucoup de progrès ont été réalisés au fil des années ; les statistiques démontrent par ailleurs qu'il reste bien du travail à accomplir pour réduire le bilan routier et apaiser le sentiment d'insécurité des usagers. Des besoins importants et des ressources plus limitées posent un défi qui oblige à améliorer l'efficacité des interventions et à mettre au point des façons de faire toujours plus performantes. Une démarche majeure a été réalisée à cet égard, soit l'élaboration de la Politique de sécurité dans les transports (volet routier). Cette politique, couvrant la période 1995-2000, qui est publique et appuyée par un plan d'action, a un effet rassembleur auprès des principaux partenaires.

Divers outils ont été mis au point, parmi lesquels on note le diagnostic en matière de sécurité routière, qui est en fait un programme d'intégration des données visant principalement à déterminer les sites sources de problèmes et à cibler les éléments routiers à améliorer. Au cours des dernières années, le Système intégré d'analyse de sites (SIAS) s'est avéré un outil très performant qui facilite les études de sécurité des sites considérés comme causant plus de problèmes.

Les nouvelles technologies et les connaissances évoluent très rapidement dans le domaine de la sécurité routière. Il est donc essentiel que le Québec soit à la fine pointe des nouveaux développements en ce qui concerne les usagers de la route, les véhicules et les infrastructures routières.

Le *Manuel de sécurité routière* élaboré dans le cadre des travaux du Comité de la sécurité routière (C13) de l'Association mondiale de la route (AIPCR) permettra d'améliorer les outils de travail en matière de sécurité routière. Le Ministère doit donc demeurer en relation avec les spécialistes du milieu, tant sur le plan national qu'international, afin d'échanger des connaissances et de les garder à jour.



Jean Boulet
 Directeur de la sécurité en transport



CONSTRUCTION DE DALLES DE PONT EN BÉTON À HAUTES PERFORMANCES AVEC FIBRES D'ACIER

Par Bruno Massicotte, Ph.D., ing., Département des génies civil, géologique et des mines, École polytechnique de Montréal

Daniel Bernard, ing., Direction des structures, ministère des Transports du Québec

Afin d'augmenter la durabilité des dalles de pont tout en leur assurant une résistance adéquate, il a été proposé d'utiliser un béton à hautes performances (BHP) contenant des fibres d'acier à dosage élevé afin d'en mieux contrôler la fissuration en service et d'en accroître la résistance ultime. L'amélioration des propriétés du béton pourra permettre de réduire les aciers d'armature conventionnels, d'augmenter le recouvrement des armatures, d'accroître la fiabilité structurale des dalles soumises aux chargements cycliques imposés par la circulation routière, et contribuer ultimement à améliorer la durabilité de celles-ci.

Un programme de recherche a été élaboré à l'École polytechnique de Montréal, en collaboration avec le ministère des Transports du Québec, afin d'étudier la faisabilité d'une telle approche. En 1998 et 1999, trois dalles de pont ont été construites en utilisant un béton à hautes performances avec fibres d'acier (BHPFA) avec l'objectif de s'assurer de la fabrication industrielle et de la mise en place en chantier de béton avec fibres d'acier. À la suite des résultats positifs obtenus, il est maintenant envisagé de construire prochainement des dalles dans lesquelles les aciers d'armature pourront être optimisés.

Cet article présente d'abord les objectifs du programme de recherche ainsi qu'un sommaire des résultats des essais effectués. Les conclusions obtenues à ce jour terminent l'article.

INTRODUCTION

Le programme de recherche amorcé sur l'utilisation des bétons à hautes performances avec fibres d'acier (BHPFA) pour les dalles de pont repose sur des hypothèses qui ont été validées par les travaux des deux dernières années (Massicotte *et al.*, 1999) :

- les efforts dans les dalles sont moindres que ceux prédits par les modèles traditionnels;
- les aciers d'armature sont en quantité surabondante lorsque seule la résistance aux charges routières est considérée;
- le retrait, les gradients thermiques et les efforts supportés par les dalles font en sorte que le béton sera toujours sujet à la fissuration;
- les fibres d'acier sont plus efficaces que les aciers d'armature pour contrôler la fissuration de surface alors que les fibres synthétiques ne sont pas assez rigides pour être efficaces structurellement;
- les fibres d'acier améliorent grandement les performances structurales des éléments en béton contenant une quantité d'armature minimale.

Il semble possible d'atteindre les objectifs de durabilité et de résistance structurale, tout en réduisant les aciers d'armature, en utilisant des fibres d'acier dans la construction de dalles de pont, ce qui amène, de surcroît, de nombreux avantages. En réduisant l'ouverture des fissures, les fibres d'acier rendent possible l'utilisation de plus grandes épaisseurs de recouvrement des

armatures. De plus, comme les fibres favorisent un meilleur contrôle de la fissuration, il est envisageable qu'un seul lit d'armature dans le tiers inférieur de la dalle soit suffisant dans une large portion de la dalle.

Toute amélioration de la conception structurale des dalles de pont visant à en accroître la durabilité doit cependant garantir que celles-ci offriront toujours une fiabilité structurale suffisante que seuls des aciers d'armature peuvent garantir. Une quantité suffisante d'armature doit donc être conservée. Il apparaît ainsi plus sage d'éliminer les aciers surabondants destinés au contrôle de la fissuration, de conserver les aciers qui garantissent la fiabilité structurale et de concevoir des dalles plus étanches et plus durables qui résisteront plus efficacement aux conditions d'utilisation.

Malgré ces avantages indéniables, l'utilisation du béton de fibres soulève certaines questions auxquelles on devra répondre avant que cette technique soit utilisée pour la construction de ponts. En effet, les fibres, incorporées selon le dosage envisagé dans ce projet, n'augmentent pas la résistance à la fissuration du béton, mais limitent plutôt l'ouverture et la progression des fissures. Pour parvenir à offrir un intérêt structural, il faut introduire dans le béton une quantité relativement importante de fibres ayant une rigidité axiale adéquate. À ce jour, seules les fibres d'acier possèdent cette caractéristique, et un dosage de l'ordre de 0,75 % à 1,25 % (environ 60 à 100 kg/m³ de béton) semble requis.

Il faudra également s'assurer que les entrepreneurs et les fournisseurs de béton puissent

fabriquer de façon industrielle du béton à haut dosage en fibres métalliques ayant le niveau de qualité requis. Or, certaines mauvaises expériences du passé, combinées à une compréhension imparfaite de la technologie des bétons fibrés et à une perception incorrecte de l'effet des fibres d'acier sur la durabilité du béton, font que l'utilisation structurale des bétons fibrés en milieu corsif suscite encore beaucoup de réticences.

OBJECTIFS, PORTÉE ET AVANCEMENT DU PROGRAMME DE RECHERCHE

L'objectif général du programme de recherche est de s'assurer que l'utilisation éventuelle du béton fibré permette d'obtenir des dalles de pont ayant une longévité accrue tout en conservant le même niveau de sécurité et de fiabilité obtenu avec les méthodes de construction actuelles. Le programme de recherche, qui s'étend sur plusieurs années, est divisé en trois phases et il en est actuellement au début de la troisième phase.

Les travaux de la phase 1, qui ont débutés en décembre 1996 et se sont achevés au printemps 1998, se sont essentiellement déroulés en laboratoire. Trois mélanges contenant un dosage en fibres d'acier de 60, 80 et 100 kg/m³ ont été mis au point en laboratoire puis ont été utilisés pour la fabrication de spécimens structuraux, en faisant appel toutefois à un camion malaxeur afin d'adopter une méthode de mise en place s'approchant le plus possible des conditions de chantier.

Les travaux de la phase 2 ont débuté au printemps 1998 et se sont terminés à l'automne 1999. Les efforts de recherche ont d'abord porté sur la mise au point des mélanges en BHPFA avec air entraîné offrant une maniabilité adéquate. Ensuite, des dalles en BHP et en BHPFA, destinées à être testées en laboratoire, ont été fabriquées en usine. En parallèle, les dalles de trois ponts ont été construites en utilisant du BHPFA : le pont des Cascades à Saint-Jérôme, le pont de

la route 138 à Maskinongé et le pont du boulevard Cavendish à Saint-Laurent.

Dans l'ensemble, on peut affirmer que les objectifs de la phase 2 ont été atteints. La mise en place du béton et la finition, une préoccupation commune à plusieurs intervenants, ont été bien maîtrisées. Certains problèmes relatifs au contrôle du réseau de bulles d'air pendant la construction du pont de Maskinongé ont été réglés en laboratoire puis validés en chantier en 1999.

L'objectif principal de la troisième phase consiste essentiellement à réaliser la conception et la construction de dalles de pont en tenant compte de l'apport des fibres pour répondre aux exigences des normes pour les trois types d'états limites propres aux ponts : utilisation, fatigue et résistance ultime. À la lumière des résultats obtenus à ce jour, il apparaît que la quantité d'armature conventionnelle pourra être réduite ou que les aciers pourront être disposés différemment. Diverses configurations d'armature pourront être utilisées selon les situations.

La phase 3 devrait fournir aux ingénieurs les outils nécessaires leur permettant de considérer dans les calculs la contribution des fibres d'acier et ainsi d'être en mesure de juger de la pertinence de cette technique.

CONSTRUCTION EN BHPFA

Le béton de fibres, avec ou sans fumée de silice, doit être considéré comme un béton à hautes performances et il requiert par conséquent des soins additionnels. Plus particulièrement, des mesures spécifiques au béton de fibres doivent être réalisées sur le chantier afin d'assurer une maniabilité adéquate et une bonne répartition des fibres dans le mélange.

Avant la construction d'une dalle en BHP, le Cahier des charges et devis généraux (CCDG) exige une coulée de convenance afin de vérifier la qualité du béton livré. Dans le cas du béton fibré, on suit les exigences du CCDG applicables aux BHP auxquelles s'ajoutent des spécifications

propres à l'utilisation des fibres à haut dosage. Par exemple, le délai précédemment fixé pour la réalisation de ces coulées a été augmenté à quatre semaines au lieu de deux pour le projet de l'été 1999. De plus, on devra porter une attention particulière aux points suivants, toujours problématiques dans des conditions de chantier : la maniabilité du mélange, l'introduction des fibres à haut dosage pour un grand volume de béton et la dispersion des fibres dans le mélange.

Les exigences liées à la résistance et à la qualité du réseau d'air entraîné du béton fibré sont les mêmes que celles requises pour les dalles faites d'un béton non fibré de résistance nominale comparable. Il est donc recommandé, à l'étape de la mise au point de la maniabilité du mélange, d'ajuster les autres paramètres, et ce, avant la coulée de convenance. Une fois la mise au point réalisée en laboratoire, il est également recommandé de procéder à une vérification en usine, de préférence avant la coulée de convenance, en mélangeant un volume de béton semblable à celui prévu sur le chantier.

L'introduction des fibres peut constituer un problème important. Une méthode appropriée doit être utilisée en fonction du type de fibre choisi. La méthode utilisée lors des coulées de convenance doit absolument être la même que celle prévue lors de la mise en place de la dalle. Aussi, il est donc requis que le volume de béton fabriqué et transporté dans les camions malaxeurs au moment des coulées de convenance soit le même que lors de la mise en place de la dalle du pont, ou à tout le moins comparable.

Un béton fibré maniable bien optimisé est pompable, même à des dosages de 80 kg/m³. Cependant, pomper le béton altère la qualité du réseau de bulles d'air entraîné. Ainsi, il est recommandé pour le moment de mettre le béton fibré en place au moyen d'un godet. Cette méthode a été utilisée dans les projets de 1998 et de 1999 comme le montre la figure 1. Le béton peut être vibré légèrement au moyen

Figure 1. Mise en place du BHPFA pour le pont du boulevard Cavendish



d'une aiguille vibrante dans le cas des dalles de pont. La finition d'un béton fibré adéquatement maniable est aisée à réaliser. L'utilisation d'un finisseur automoteur suivie d'une finition manuelle a été couronnée de succès aux ponts de Maskinongé et du boulevard Cavendish. La mise en place a été effectuée aussi facilement que pour un BHP non fibré.

CONSTRUCTION DES DALLES DE PONT

Pour tous les projets de la phase 2, un seul dosage en fibres a été choisi, soit 80 kg/m^3 , le dosage intermédiaire de la première phase. Tous les bétons utilisés lors de la seconde phase devaient répondre aux exigences du béton de type XIII A du CCDG (1997), à l'exception de la norme touchant l'affaissement dans le cas des BHPFA. Deux types de fibres ont été utilisés : droites à bouts aplatis ($50 \times 1,0 \text{ mm}$) et à crochets ($60 \times 0,75 \text{ mm}$).

Pont de Saint-Jérôme

Le pont des Cascades à Saint-Jérôme traverse la rivière du Nord, sur le boulevard J.-B.-Rolland. Le tablier du pont, d'une portée simple de $39,8 \text{ m}$, est construit de sept poutres préfabriquées en béton précontraint, espacées de 2250 mm et supportant une dalle de 220 mm d'épaisseur. La dalle du pont a été coulée entièrement en BHPFA, ce qui représente un volume de 155 m^3 . L'ouvrage a été conçu par la firme Dessau-Soprin.

La coulée de la dalle de béton a eu lieu le 5 novembre 1998. Les fibres étaient introduites dans le béton à l'usine avant le départ du camion vers le chantier. La mise en place du béton a été effectuée au moyen d'un godet. Le béton a été serré au moyen d'une aiguille vibrante et la finition entièrement réalisée manuellement à la truelle.

Le pont a été instrumenté au moyen de six cordes vibrantes et de quatre thermocouples noyés dans la dalle à l'extrémité est du pont. Les

instruments étaient branchés à un système autonome d'acquisition de données. Ces instruments ont permis de prendre des mesures de retrait et de température durant le premier mois suivant les travaux. Ces mesures permettront de déterminer les efforts provoqués par le retrait et les effets thermiques pour un BHPFA, à son jeune âge.

Pont de Maskinongé

Le pont de Maskinongé, sur la route 138, traverse la rivière Maskinongé dans la municipalité du même nom. Il s'agit d'un nouvel ouvrage qui remplace un pont devenu désuet. Le pont possède un tablier continu sur trois lignes d'appui avec deux portées de $31,4 \text{ m}$ chacune. Le tablier est constitué de cinq poutres d'acier et d'une dalle en BHP de 220 mm d'épaisseur ayant un biais de 23 degrés . Seule la portion de la dalle au-dessus de la pile centrale est faite de BHPFA, pour un volume total d'environ 45 m^3 . La con-

ception de la structure a été réalisée par la Direction des structures du ministère des Transports du Québec.

La coulée du béton de la dalle a eu lieu le 27 novembre 1998. Le mélange a été fait dans le camion malaxeur et les fibres ont été ajoutées avant le départ du camion vers le chantier. La mise en place du BHPFA a également été effectuée au moyen d'un godet. Pour la finition, l'usage d'un finisseur automoteur a permis de bien lisser le béton en surface et de s'assurer d'une épaisseur adéquate de la dalle. Une finition manuelle à la truelle a été réalisée par la suite, selon la même méthode qui avait été adoptée pour les autres portions de la dalle faite en BHP non fibré.

Le pont de Maskinongé a été instrumenté à l'aide de jauges électriques d'extensométrie collées sur des barres d'armature dans la partie centrale de la dalle afin de pouvoir mesurer les déformations sous chargement de camions. Des essais de chargement ont eu lieu le 23 juin 1999. Ces mesures permettront de déterminer les efforts réels agissant dans les dalles de pont et de corroborer les analyses numériques.

Pont du boulevard Cavendish

Le pont du boulevard Cavendish à Saint-Laurent traverse l'autoroute 40. Il s'agissait dans ce cas de remplacer une dalle. Le pont possède quatre travées ayant un biais de 21 degrés dont chacune comprend 27 poutres de béton d'une portée de 28 m environ. La dalle en BHP a une épaisseur de 200 mm. Seule l'extrémité nord-est de la dalle est faite de BHPFA, pour un volume total d'environ 50 m³. La conception de la structure a été réalisée par la Direction des structures du ministère des Transports du Québec.

La coulée du béton de la dalle a eu lieu le 27 septembre 1999. Le mélange a été effectué en usine et l'ajout des fibres a eu lieu en même temps que l'introduction des matériaux secs. La mise en place du BHPFA a également été réalisée

au moyen d'un godet. Pour la finition, on a utilisé un finisseur automoteur.

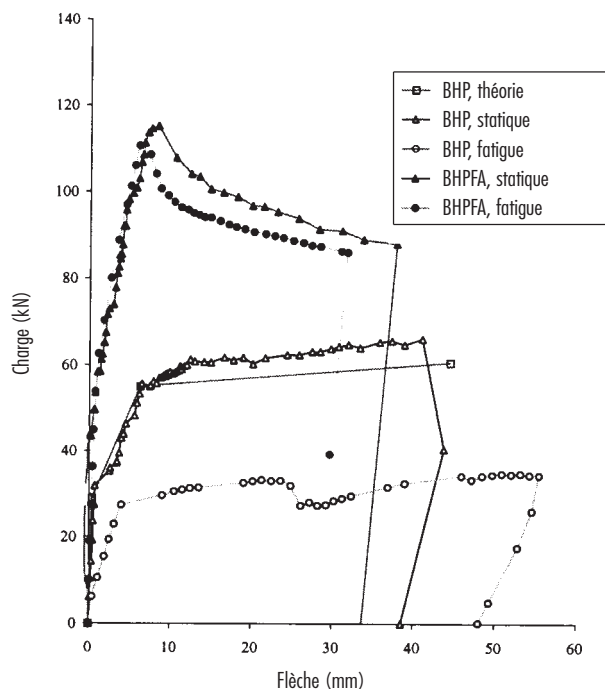
PROGRAMME D'ESSAIS EN LABORATOIRE

Des essais structuraux en laboratoire impliquant des sollicitations statiques et de fatigue ont été réalisés sur des dalles en béton armé sans fibres (BHP) et d'autres en béton armé avec fibres (BHPFA) où quatre dispositions de barres d'armature ont été étudiées. Les essais ont consisté à soumettre des dalles à des charges de fatigue en mesurant l'évolution de leur rigidité flexionnelle puis, à la fin d'un nombre de cycles donné, à mener ces dalles jusqu'à la rupture afin d'en déterminer la résistance résiduelle. Pour comparer cette résistance à la valeur d'origine, des essais ont été réalisés sur des dalles jumelles soumises uniquement à un chargement statique. Les essais ont été réalisés avec deux types de béton, l'un avec fibres et l'autre sans fibres, afin de mesurer la contribution de celles-ci.

La figure 2 permet une comparaison entre les résultats des essais statiques réalisés sur les dalles en BHPFA et en BHP sans fibres, sur des spécimens armés de barres de 15 m sur le lit inférieur ayant subi des chargements de fatigue et sur des spécimens jumelés vierges. Pour ces deux spécimens, on voit que le spécimen BHP (statique) suit le modèle théorique du béton sans fibres alors que le spécimen BHPFA (statique) présente une résistance égale au double du premier. Le spécimen BHPFA (fatigue), qui a subi préalablement plus de 2×10^6 cycles, offre une résistance essentiellement identique au spécimen vierge. En contrepartie, le spécimen en béton armé, qui n'a subi que 250 000 cycles, démontre une perte de résistance de 50 % en comparaison avec son spécimen jumeau. Ceci indique qu'il a été grandement affecté par les essais de fatigue et que la résistance de l'acier a été réduite.

Il apparaît clairement que les fibres permettent de conserver une rigidité accrue des dalles

Figure 2. Essais de flexion sur les dalles avec des barres de 15 m en bas



fléchies. Aussi, les dalles en BHPFA ayant subi de nombreux cycles de chargement n'ont pas subi de perte de résistance ultime, contrairement aux dalles en béton armé. De plus, une rupture prématurée s'est produite pour un spécimen BHP alors qu'une telle rupture n'aurait pas dû survenir. Aucune rupture du genre ne s'est produite en présence de fibres.

CONCLUSION

Dans l'ensemble, les projets de la deuxième phase réalisés en 1998 et en 1999 ont été un succès : les objectifs énoncés au début du projet ont été atteints en majeure partie, et dans tous les projets la collaboration avec les intervenants industriels a été excellente. Les travaux réalisés durant les phases 1 et 2 du projet permettent d'avancer les conclusions suivantes :

- les études menées jusqu'à présent indiquent que l'utilisation des BHPFA pourrait permettre de réduire les quantités d'armature actuellement utilisées tout en assurant le même niveau de fiabilité structurale et en contrôlant la fissuration plus efficacement avec les fibres qu'avec les armatures traditionnelles;
- les fibres d'acier dans le béton permettent d'augmenter l'épaisseur du recouvrement des armatures et rendent possible la conception de dalles de pont avec un seul lit d'armature;
- il est possible d'utiliser en chantier des BHPFA à haut dosage en fibres maniables, faciles à mettre en place et permettant d'obtenir des bétons de grande qualité;
- il est possible de mettre au point des BHPFA dont la durabilité est pour le moins équivalente et très probablement supérieure à celle des BHP;
- l'esthétisme du béton, en ce qui touche la corrosion en surface, n'est nullement affecté par l'utilisation des fibres en acier;
- l'utilisation des BHPFA en milieu corrosif aug-

mente la durabilité de la dalle. Il faut toutefois préciser que la corrosion en présence de fissures pénétrantes ouvertes reste un point important à clarifier; une recherche en ce sens a été entreprise à l'École polytechnique.

Note

Les travaux de recherche décrits dans le présent article ont pu être réalisés grâce à la collaboration du ministère des Transports et de celui des Affaires municipales, de la ville de Saint-Jérôme, du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG), du Fonds pour la formation de chercheurs et l'aide à la recherche (FCAR), des compagnies Bekaert, Novocon, Lafarge, Demix, Béton Central, Béton Grilli, Industries AL13, Simard et Beaudry, Grandmont et Fils, Kewit, Grace, Master Builders et Euclid, des firmes Dessau-Soprin, Laboratoires Bétonsol, Laboratoire de Béton et Inspepsol ainsi que du personnel et des étudiants du Laboratoire de structures de l'École polytechnique de Montréal.

RÉFÉRENCES

CCDG (1997). Cahier des charges et devis généraux. *Infrastructures routières, construction et réparation*. Les Publications du Québec.

Massicotte, B., Degrange, G., Bélanger, A., Moffatt, K. et Fragapane, L. (1999). *Utilisation de béton haute performance avec fibres d'acier dans les dalles de pont dans le but d'accroître la durabilité*. Phase 2, 1998.

École Polytechnique de Montréal. Rapport EPM/GCS-1999-06.



MANUEL DE SÉCURITÉ ROUTIÈRE

Par Carl Bélanger, ing., Direction de la sécurité en transport, ministère des Transports, et coordonnateur responsable du développement du manuel au Comité 13 de l'AIPCR

Introduction

Les interventions relatives aux infrastructures routières visant à améliorer la sécurité des sites qui présentent une concentration anormale d'accidents ont généralement une efficacité et une rentabilité élevées (IHT, 1990; AIPCR, 1991). L'efficacité de l'intervention se mesure par la réduction des accidents; sa rentabilité s'établit à partir d'une évaluation économique des bénéfices et des coûts associés à la mesure.

Dans une majorité de cas, les sites sélectionnés sont des éléments ponctuels du réseau, tels des carrefours ou des courbes, mais l'approche d'intervention est aussi utilisée dans certains pays, pour la correction d'itinéraires ou de zones.

Ce type d'interventions est aussi souvent revendiqué par les usagers de la route qui peuvent exercer de fortes pressions sur les décideurs. Il n'est donc pas étonnant de constater que la correction de sites dangereux constitue un volet important du programme d'amélioration de la sécurité routière de nombreux pays.

Plusieurs manuels ont été préparés pour guider les analystes dans cette tâche et l'examen de leur contenu révèle les faits suivants :

- la plupart de ces guides sont fortement influencés par des pratiques nationales, ce qui en limite l'utilisation à l'extérieur du pays d'origine ;
- de nombreux pays, principalement dans les régions en voie de développement, n'ont pas d'ouvrage de référence dans le domaine, malgré des besoins pressants d'expertise et d'intervention ;

- un grand nombre de ces manuels datent de plusieurs années et n'ont pas été mis à jour, malgré les développements majeurs des vingt dernières années, tant sur le plan méthodologique que technologique ;
- le contenu des ouvrages existants se limite généralement à une analyse des aspects liés au génie routier et ne favorise pas une prise en considération adéquate des problèmes pouvant découler d'une mauvaise interaction entre l'usager de la route et l'infrastructure.

Pour pallier ces lacunes, le Comité de la sécurité routière (C13) de l'Association mondiale de la route (AIPCR) s'est engagé dans la préparation d'un manuel de sécurité routière destiné aux ingénieurs et aux techniciens qui ont la responsabilité de l'amélioration de l'infrastructure des sites dangereux. L'objectif est d'offrir un état actualisé des connaissances acquises dans le domaine au cours des dernières décennies, en empruntant un format de présentation simple qui soit accessible aux praticiens du monde entier.

DESCRIPTION DU MANUEL

La première partie du manuel introduit le lecteur au domaine de la sécurité routière. Les thèmes abordés sont les suivants : l'ampleur du problème à l'échelle mondiale, le cadre organisationnel de la gestion de la sécurité routière, les composantes du système de sécurité et la contribution du génie routier.

L'un des objectifs de l'ouvrage est de familiariser le lecteur avec le problème étudié, soit l'accident. Le rôle des trois principaux types de facteurs pouvant contribuer aux accidents y est

décrit (personne, véhicule, environnement) ; le mécanisme d'occurrence des accidents y est expliqué en détail.

On vise également à offrir à l'analyste une vision d'ensemble du domaine qui lui permette d'entrevoir, avec un certain recul, les possibilités et les limites de son action. Celui-ci peut ainsi prendre conscience de la contribution du génie routier à l'amélioration de la sécurité et comprendre que la correction de points noirs, bien que fondamentale, n'est qu'une des interventions possibles dans le domaine du génie routier.



La deuxième partie du manuel décrit un processus séquentiel conduisant à l'amélioration des sites dangereux d'un réseau routier. L'accent est mis sur l'analyse de points noirs, bien que plusieurs des concepts présentés puissent être directement appliqués à l'analyse d'itinéraires ou de zones. Le processus proposé est classique et comporte cinq étapes : collecte des données, repérage des endroits dangereux, diagnostic, établissement des priorités d'interventions, évaluation des interventions.

Ampleur du problème

Depuis le premier décès routier en 1896, on estime que l'insécurité routière a coûté la vie à environ 30 millions de personnes. Annuellement, on compte approximativement un demi million de personnes qui meurent sur les routes alors que 15 millions sont blessées. L'insécurité routière est la neuvième cause de décès à l'échelle mondiale et pourrait monter au troisième rang des causes

de décès et d'incapacité en 2020, si les tendances actuelles ne sont pas modifiées.

On constate que ces tendances, loin d'être homogènes, varient de façon significative selon les régions considérées. Alors que les pays d'Europe de l'Ouest et d'Amérique du Nord ont réussi à diminuer d'environ 30 % le nombre de décès de la route au cours des dernières décennies, il en est tout autrement des pays d'Asie et d'Afrique qui ont vu leur bilan s'aggraver de façon significative. Les taux de mortalité dans ces pays sont souvent de vingt à trente fois supérieurs à ceux enregistrés dans les pays industrialisés.

Le bilan des accidents routiers de plusieurs pays ainsi que son évolution sont présentés dans le manuel. On y aborde également la question de l'évaluation du coût de la vie humaine. Il s'agit d'un sujet qui demeure délicat, mais qui apparaît aujourd'hui incontournable, avec l'utilisation accrue de méthodes économiques dans le choix des priorités d'intervention. Les deux principales méthodes d'évaluation, soit le capital humain et la propension à payer, y sont décrites.

Gestion de la sécurité routière

Les réductions du nombre de décès sur les routes qui ont été observées dans plusieurs pays découlent d'une prise de conscience de la gravité du problème et d'une motivation sérieuse à vouloir améliorer la situation. Diverses mesures correctrices ont été mises en oeuvre et la gestion de la sécurité routière est devenue mieux organisée, coordonnée et surtout plus présente.

Bien que les cibles d'intervention et les moyens déployés puissent varier d'un pays à l'autre en fonction de particularités nationales, on constate néanmoins qu'un certain nombre d'initiatives réussies sont communes à plus d'un pays.

Plusieurs de ces initiatives sont décrites et on présente un modèle de gestion de la sécurité

routière. Les éléments discutés incluent :

- la mise en place d'une structure organisationnelle en sécurité routière ;
- le développement et le maintien d'un système intégré de données ;
- l'établissement d'objectifs, de priorités et de plans d'action, à court et à long terme ;
- la mise en oeuvre d'actions visant à accroître le soutien social et politique ;
- le problème de financement des initiatives en matière de sécurité ;
- l'encadrement des activités de recherche et de formation ;
- le développement d'indicateurs de performance et de mécanismes d'évaluation des mesures.

Composantes du système de sécurité et contribution du génie routier

Jusqu'à la fin des années 60, l'approche d'intervention en sécurité routière s'appuyait sur une vision simplificatrice du problème. L'accident de la route était attribué à une cause unique, généralement le comportement déficient du conducteur, et le traitement consistait à éliminer ou à tout le moins à contrôler cette cause (OCDE, 1984; Trinca *et al.*, 1988).

L'intensification des recherches en sécurité routière qui s'est amorcée à cette période a rapidement mis en lumière les lacunes de cette approche et a ainsi conduit au développement de modèles qui sont mieux adaptés au phénomène étudié. Le guide présente un modèle actualisé : l'accident est décrit comme étant le résultat d'une succession d'événements se produisant sous un ensemble précis de circonstances, pouvant mettre en jeu les trois principaux facteurs du domaine, soit la personne, le véhicule et l'environnement.



Une bonne compréhension du rôle de ces trois facteurs et des interactions entre eux est de nature à faciliter le repérage des problèmes et à favoriser des choix d'interventions efficaces et durables. À titre d'exemple, mentionnons l'importance du type d'aménagement routier dans le choix de la vitesse adoptée par les usagers. Au lieu de blâmer le conducteur d'imprudence et de vitesse excessive, on procèdera à des aménagements routiers susceptibles de favoriser des choix de vitesses adaptées au milieu traversé.

On trouve également une description plus détaillée du domaine d'action du génie routier et des types d'interventions s'y rapportant : mesures curatives ou préventives, interventions sur routes existantes ou sur projets routiers, cibles d'intervention, etc.

Collecte des données

L'accès à des bases de données fiables constitue un élément fondamental dans un système de gestion de la sécurité, nécessaire à la détermination des problèmes relevés et à une évaluation objective des mesures qui ont été mises en œuvre pour les corriger.

Ainsi, on décrit les éléments de données nécessaires aux études de sites dangereux. Des efforts récents de standardisation, visant à établir un consensus international relativement à un tronc commun de données d'accidents à recueillir, permettent de définir un contenu de base. Il faut aussi avoir accès à certaines données d'infrastructure et, élément essentiel, être en mesure d'effectuer une intégration spatiale de ces deux types d'informations (accidents et infrastructure).

Certaines lacunes dans les données qui sont communes à plusieurs administrations routières y sont également discutées. L'imprécision de la localisation des accidents et les limites pouvant être imposées par le caractère incomplet et erroné des données sont au cœur des difficultés.

Sur le plan du financement, on note que le contexte actuel de rationalisation des coûts cons-

titue, dans certains pays, une menace à la collecte des données d'accidents. Les policiers qui recueillent cette information n'en tirent souvent qu'un bénéfice restreint et font pression en vue d'une diminution de tâche sur ce plan. Des mesures alternatives sont proposées, qui se traduisent souvent par des pertes dans l'information disponible. Il apparaît fondamental que l'évaluation des bénéfices et le partage des coûts associés à la collecte des données d'accidents soient envisagés dans une perspective globale et non uniquement en fonction de l'organisme responsable de la collecte. La rentabilité de l'activité devient alors évidente.

Des solutions nouvelles, résultant de développements informatiques récents, peuvent faciliter la résolution de plusieurs des problèmes relevés.

Repérage des endroits dangereux

Dans le cadre d'un programme d'amélioration de points noirs (et, par extension, d'itinéraires ou de zones), l'objectif de l'étape du repérage est de porter à l'attention de l'analyste les sites du réseau qui présentent une concentration anormale d'accidents. La détermination de ce qui peut être considéré comme « anormal » devrait être établie à partir d'une comparaison entre le niveau de sécurité du site considéré et celui qui prévaut à des sites similaires, ce qui est un indicateur du potentiel d'amélioration envisageable.

La tâche de repérage est complexifiée par la nature du problème étudié : les accidents sont des phénomènes aléatoires ayant un taux d'occurrence par site pouvant être qualifié de faible, ce qui engendre des variations annuelles importantes dans le nombre d'accidents observé. L'allongement de la période d'analyse peut réduire l'ampleur de ces variations, mais il faut alors s'assurer que les conditions qui prévalent au site sont demeurées inchangées durant toute la période considérée, ce qui peut être difficile à vérifier.

Le résultat de l'étape du repérage a un impact majeur sur l'efficacité des interventions de sécurité. Il faut tenter de minimiser deux types d'erreurs fréquentes, soit l'intervention à des sites non problématiques et la non-intervention à des sites problématiques. Plusieurs méthodes de repérage ont été proposées pour tenter de résoudre cette confusion ; elles sont décrites et illustrées à l'aide d'exemples.

Par ailleurs, on discute de méthodes de repérage qui s'appuient sur la reconnaissance du caractère hasardeux de certaines caractéristiques de l'infrastructure, plutôt que sur l'historique des accidents sur le site. Ainsi, par exemple, s'il est reconnu que les carrefours en croix ayant des angles de croisement non orthogonaux sont hasardeux, on pourra décider de corriger l'ensemble de ces carrefours, répondant à un volume minimal de circulation, sans qu'un nombre anormal d'accidents n'ait nécessairement été rapporté à chacun des sites corrigés. Il s'agit alors de corrections normatives plutôt que d'interventions de type points noirs.

Diagnostic

Le diagnostic est une démarche séquentielle proposée afin de guider l'analyste dans la reconnaissance des problèmes relevés au site étudié ainsi que dans le choix d'interventions appropriées. La tâche de diagnostic en est une d'enquête où l'investigateur doit utiliser l'ensemble de l'information disponible pour accroître la qualité de ses conclusions. Sur le plan de l'analyse de sites dangereux, ces renseignements sont de deux types principaux, soit les données d'accidents et les caractéristiques du site.

Avant d'amorcer le diagnostic, l'analyste doit catégoriser le site étudié en fonction de la nature du milieu traversé — rural ou urbain — et de sa fonctionnalité — transit ou local. Cette catégorisation aura une influence directe sur les jugements portés au cours de la recherche de facteurs contributifs et correctifs. Les avantages sur la sécurité, que procure une catégorisation simple

du réseau routier, à laquelle correspondent un nombre limité d'aménagements bien typés et cohérents avec le milieu traversé, sont maintenant reconnus. Ils favorisent l'adoption de comportements homogènes et adaptés à la situation de conduite.

L'étude des données d'accidents décrite dans le manuel s'appuie sur la détermination de patrons clairs d'accidents, effectuée à partir de variables qui sont généralement incluses au rapport d'accident — concentration de collisions arrières, d'accidents sur surface mouillée, etc. Comme pour l'étape de repérage, le caractère anormal d'une variable est défini à partir d'une comparaison entre les données d'accidents au site étudié et celles colligées à des sites comparables.

Des grilles de vérification ont été préparées pour faciliter la tâche de l'analyste dans l'examen de plusieurs problèmes signalés. Chaque grille présente :

- une liste de facteurs ayant pu contribuer à la concentration d'accidents détectés ;
- un ensemble d'observations et d'études à réaliser pour juger de la contribution de chacun des facteurs listés ;
- des suggestions d'interventions adaptées aux problèmes signalés ;

- des références supplémentaires (fiches descriptives).

La liste de facteurs contributifs présentée dans ces grilles permet de reconnaître non seulement les lacunes de l'infrastructure (visibilité, friction, etc.) mais aussi celles pouvant être associées à une mauvaise interaction entre l'usager de la route et l'infrastructure (enchaînements routiers inconsistants, incohérence dans le choix d'éléments de la route, etc.).

Des informations complémentaires aidant l'analyste à juger de la contribution d'un facteur donné au site étudié peuvent être obtenues en consultant les fiches descriptives qui ont été préparées sur plusieurs sujets : distances de visibilité, vitesse, friction de surface, etc.

Le deuxième indice utilisé lors du diagnostic consiste en l'examen des caractéristiques du site. L'observation des conditions qui prévalent sur le site, qu'elles soient liées à la configuration physique du site ou au comportement des usagers, peut en effet conduire à des constats qui n'auraient pu être tirés par le seul examen des données d'accidents. Des grilles d'observation, adaptées à chaque catégorie de sites, ont été préparées. Ces grilles s'inspirent de la démarche proposée pour les audits de sécurité de routes existantes.

Établissement des priorités

Après avoir répertorié un ensemble de sites à analyser et procédé à leur diagnostic, l'analyste aura à sa disposition une liste de projets routiers pouvant être réalisés pour améliorer la sécurité de l'infrastructure. Comme il est évident que les ressources nécessaires à la réalisation de ces projets seront largement supérieures aux fonds disponibles, un processus d'établissement de priorités devra être suivi.

La complexité de ce processus peut dépendre de l'envergure des projets considérés. Pour des investissements majeurs, un ensemble élargi de facteurs seront généralement considérés, qu'ils soient de nature économique, environnementale, politique ou sociale. Des méthodes d'analyse multicritères intégrant l'évaluation de critères quantitatifs et qualitatifs sont alors nécessaires ; des tests de sensibilité visant à vérifier l'impact potentiel de certaines variables peuvent être effectués.

Pour les projets de moindre importance, la démarche formelle d'établissement de priorités est souvent limitée à une estimation des impacts économiques quantifiables des interventions. Les autres types de facteurs pourront aussi être considérés et auront un impact sur les décisions ; cependant, l'analyse revêt souvent un caractère informel.

Comme les interventions proposées dans ce manuel ont en général un coût limité, on s'en tient à une description de ces méthodes économiques.

Informations nécessaires à cette activité :

- coût initial,
- coûts d'opération,
- durée de vie,
- valeur résiduelle,
- réductions d'accidents,



- coût des accidents,
- autres impacts quantifiables,
- taux d'intérêts.

Enfin, les principaux critères économiques de hiérarchisation de projets routiers sont décrits et leur application est illustrée à l'aide d'exemples :

- taux de retour sur l'investissement après la première année,
- valeur actuelle nette,
- ratio avantages - coûts.

Évaluation des interventions

Une évaluation formelle de l'effet des interventions effectuées en vue d'améliorer la sécurité de l'infrastructure est nécessaire afin, d'une part, de s'assurer que les mesures mises en place ont eu les résultats escomptés et, d'autre part, de tirer profit des succès et échecs passés pour améliorer l'efficacité des actions futures.

De façon générale, l'évaluation consiste à comparer, selon des indicateurs de performance appropriés, les conditions qui prévalent avant et après l'intervention.

En sécurité routière, l'indicateur de performance privilégié est le nombre d'accidents rapportés sur un site donné. Une attention particulière doit cependant être apportée à l'interprétation des résultats observés. Les variations aléatoires des accidents et le mode de sélection des sites à traiter sont en effet de nature à conduire à une surestimation de l'effet réel des interventions. Ce phénomène, connu sous le terme de régression vers la moyenne, est abondamment discuté dans la documentation récente.

À l'aide d'exemples, on décrit et illustre plusieurs méthodes et tests statistiques permettant de mesurer l'impact des interventions sur le nombre d'accidents rapportés. On met l'accent

sur la présentation de méthodes simples, pouvant facilement être mises en application.

L'un des inconvénients majeurs liés à l'utilisation des accidents comme indicateur de performance réside dans le délai d'application de la méthode. Il faut généralement attendre plusieurs années (ou plusieurs interventions similaires) avant de pouvoir juger, avec un degré de confiance satisfaisant, de l'impact des mesures mises en place. Pour contrer ce problème et s'assurer d'une réaction rapide face à une détérioration de la situation, il est fortement recommandé de faire appel, en plus des accidents, à d'autres indicateurs de performance qui pourront être évalués immédiatement après l'intervention : vitesse, conflits, friction de surface, etc. Le choix de ces indicateurs est d'ailleurs abordé dans le manuel.

CONCLUSION

Le *Manuel de sécurité routière* est un outil qui offrira aux ingénieurs et aux techniciens du domaine une vision générale des connaissances acquises au cours des dernières décennies tout en leur proposant une démarche séquentielle permettant d'améliorer la sécurité des sites dangereux.

Une version préliminaire du guide a été réalisée et le processus de révision est amorcé. Le manuel sera terminé au cours du prochain cycle de travail de l'AIPCR en 2001 et sera publié en français, en anglais et en espagnol.

Références

- AIPCR, Comité technique AIPCR des routes interurbaines (1991). *Aménagements de sécurité sur routes interurbaines*. Paris.
- Institution of Highways and Transportation (1990). *Accident Reduction and Prevention*. London : International Edition.

Organisation de coopération et de développement économiques (1984). *Programmes intégrés de sécurité routière*. Paris.

Trinca, G.W., Johnston, I.R., Campbell, B.J., Haight, F.A., Knight, P.R., Mackay, G.M., McLean, A.J. et Petrucelli, E. (1988). *Reducing Traffic Injury. A Global Challenge*. Melbourne.





Sécurité de l'information

L'APPROCHE GOUVERNEMENTALE

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

INTRODUCTION

L'article intitulé : *Sécurité de l'information : L'autoroute de l'information*, publié dans le dernier numéro du présent bulletin, a montré que les solutions relatives à la sécurité accusent un certain retard par rapport au développement des nouvelles technologies de l'information et des communications (NTIC). Aujourd'hui même, elles ne répondent qu'à certains besoins partiels et l'on peut toujours constater l'absence de normalisation. Une vision globale de la sécurité de l'information dans un ministère ou un organisme gouvernemental nécessite un travail d'équipe mettant à contribution aussi bien les gestionnaires que l'ensemble des employés.

Les NTIC se sont intégrées à la vaste majorité des activités courantes. Elles favorisent une accumulation, une concentration, une dispersion et une circulation de l'information si importantes que cette dernière devient plus facilement accessible et, par le fait même, plus vulnérable. Les

risques de perte, d'altération ou d'autres manipulations indésirables se sont considérablement accrus durant la dernière décennie. Dans un contexte de régionalisation, il peut être difficile d'identifier le détenteur d'une information. Cette situation nouvelle nécessitera la mise sur pied de nouveaux modes de coordination centrés sur les chaînes d'affaires. Les clients et les partenaires devront y prendre une part active.

Les micro-ordinateurs et leurs supports, les équipements centralisés et les nouveaux équipements mobiles sont de plus en plus utilisés. L'apparition des organisateurs personnels permet désormais à l'information de se retrouver, en quelque sorte, dans la poche de l'utilisateur. En effet, ils peuvent recevoir n'importe quelle information ministérielle, puisqu'ils s'interrelient aux postes de travail d'autres utilisateurs et peuvent déplacer beaucoup d'information. Le simple téléphone cellulaire acquiert, graduellement, de plus en plus de puissance. Ce dernier peut contenir des renseignements identifiant des person-

nes et des renseignements nominatifs, selon le modèle qui est utilisé.

Les chambardements qu'a suscités l'interactivité laissent nettement entrevoir la transition d'une société de l'information vers une société de la communication. La multiplication des plateformes et des réseaux sur lesquels réside et transite l'information exige de nouveaux outils ainsi que des normes communes afin de faciliter la gestion de la sécurité et d'assurer un degré uniforme de protection de l'information.

Le monde est devenu un réseau pour la télécommunication. À l'échelle mondiale, on assiste à l'éclosion d'un nouveau type de commerce. Encore aujourd'hui, le public ne se sent pas particulièrement visé par cette révolution, même si l'avènement d'Internet a pavé une toute nouvelle avenue au commerce électronique. Cette tendance vient de faire son apparition et elle est appelée à se développer considérablement. Toutefois, pour convaincre le public, il faut répondre aux principales préoccupations du consommateur, à savoir, la protection des renseignements personnels et la sécurité de ses transactions.

Rôle de l'État

La plupart des gens hésitent toujours à faire des achats à partir du Web. Ils ne sont pas encore convaincus qu'ils peuvent faire des transactions facilement et en toute sécurité. La réticence à fournir des numéros de cartes de crédit et d'autres renseignements explique un tel état de chose. Les internautes craignent, avant tout, la violation de la sécurité des ordinateurs par des fraudeurs.



Les échanges électroniques peuvent, en effet, être facilement interceptés par une personne non autorisée. Heureusement, des progrès ont été réalisés sur ce plan grâce à la mise au point d'applications cryptographiques qui devraient bientôt garantir la sécurité des données transmises.

Le rapport de la Commission d'accès à l'information du Québec de 1998 sur la sécurité et la confidentialité des renseignements personnels dans l'appareil gouvernemental, intitulé *La sécurité des renseignements personnels dans l'État québécois : Une démarche bien amorcée*, proposait la tenue prochaine d'une campagne de sensibilisation et de promotion de la sécurité de l'information. Le Comité consultatif du cadre de sécurité gouvernemental de l'information et des technologies de l'information en est arrivé, cette année, à la même conclusion.

Ces conclusions ne sont pas étrangères aux constats de « fuites » ayant fait récemment l'objet de manchettes publiées dans divers quotidiens se rapportant à la divulgation de renseignements personnels, que ces « fuites » aient été dues à une méthodologie de sondage non sécurisée ou à la disposition inadéquate des équipements informatiques du gouvernement. Une idée de forum d'échanges sur la sécurité des échanges électro-

niques a germé et s'est transformée en un projet précis, qui a vu le jour en mai 1998, peu de temps après le lancement de la Politique québécoise de l'autoroute de l'information. La politique québécoise, publiée sous le titre *Agir autrement*, laissait une large place aux impératifs de sécurité de l'information gouvernementale.

La confiance repose sur la disponibilité des infrastructures technologiques et administratives permettant de sécuriser les transactions électroniques sur l'Inforoute. À cet effet, plusieurs outils permettant d'assurer une protection appropriée, souvent même supérieure aux processus actuels, existent déjà. Le gouvernement envisage, plus particulièrement, de rendre disponibles des infrastructures permettant de signer numériquement et, au besoin, de chiffrer les échanges électroniques.

Consciente du rôle central de l'État dans l'établissement de ces infrastructures, à titre d'utilisateur modèle et de chef de file, la politique donnait à l'Administration un objectif précis : mettre à la disposition de l'ensemble des utilisateurs de l'Inforoute des outils et des services permettant de chiffrer et de signer des documents et des messages. La cryptographie à clé publique constitue, pour le moment, le moyen qui suscite le

plus grand intérêt, car il garantit la totalité des fonctions essentielles en matière de sécurité des communications.

L'Administration se soucie donc, au premier chef, des questions de sécurité sur les inforoutes, notamment en ce qui concerne l'intégrité, la confidentialité et la disponibilité de l'information de même que l'authentification des personnes qui désirent transiger avec elle. Les attentes des citoyens à l'égard de l'État sont les plus élevées dans ce domaine. La confiance constitue la pierre angulaire du commerce électronique sur l'Inforoute et de l'ensemble des échanges électroniques gouvernementaux réalisés sur des réseaux ouverts comme Internet.

L'actuelle réserve à l'égard de la prestation électronique des services gouvernementaux et des échanges électroniques ne pourra disparaître que lorsque les responsables et les utilisateurs percevront qu'il existe, dans les mécanismes mis en place, des moyens adéquats pour assurer la disponibilité et la fiabilité du réseau, la confidentialité des données sensibles, l'identification sécuritaire des personnes, l'intégrité des informations échangées, la valeur juridique des documents reçus, l'irrévocabilité des signatures et la possibilité de recours en cas de problème.



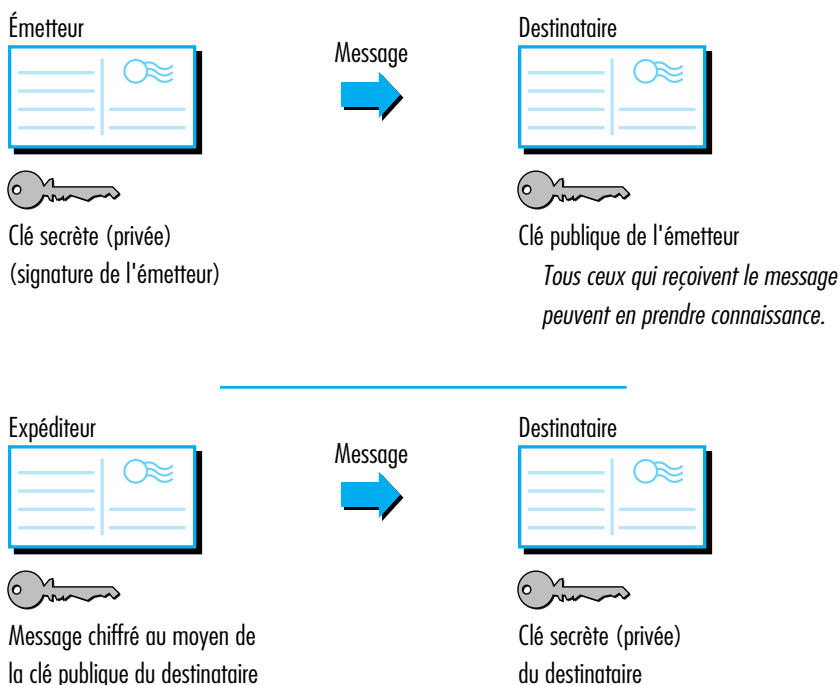
Commerce électronique

Le commerce électronique se bute, lui aussi, au même obstacle : l'atteinte à la vie privée. Les chefs d'entreprise sont préoccupés par le même genre de questions relatives à la sécurité et à la protection des renseignements personnels. Comment mettre son réseau informatique à l'abri des infiltrations? Comment savoir si le client agit de bonne foi? Il en va de même pour les fournisseurs. Qu'en est-il du risque de fraude au moyen de cartes de crédit? À quel moment le contrat prend-il forme dans le cyberspace? Quels en sont les coûts? Plusieurs entreprises déploient des efforts dans le but de sécuriser les transactions et de protéger les renseignements relatifs à leurs clients en ayant recours à des méthodes telles que le chiffrement, les fins de connexion différées et les pare-feu qui séparent, de façon sécuritaire, Internet des serveurs Web et des ordinateurs des entreprises.

La popularité grandissante d'Internet a incité la plupart des ministères et des organismes ainsi que de nombreuses entreprises québécoises à établir leur présence sur le Web. Certaines d'entre elles ont déjà entrepris d'y vendre leurs produits et services. Le commerce électronique n'est toutefois pas nouveau. En effet, de grandes sociétés utilisent des réseaux d'échange de données informatisées (EDI) depuis plus de vingt ans pour commander, facturer, payer et effectuer le suivi de leurs ventes. Les ventes mondiales, réalisées au moyen d'Internet, se sont élevées à environ 35,5 milliards de dollars américains en 1998.

Le commerce électronique constitue également une série d'enjeux pour le gouvernement. Comment protéger les citoyens tout en ne freinant pas la croissance du marché électronique, en pleine évolution? Les règles et les lois en vigueur sont-elles suffisantes pour protéger les consommateurs? Comment s'effectuera la perception des taxes sur les transactions Internet? Les gouvernements, les entreprises, les associations et les groupes de défense des consomma-

Schéma



Confidentialité

Seul le destinataire peut lire le message.

teurs travaillent en étroite collaboration afin d'établir un cadre de réglementation touchant la société de commerce électronique émergente.

Il faut donc s'assurer que les transactions électroniques soient aussi simples et sécuritaires que les transactions plus traditionnelles. Les gens doivent se sentir à l'aise de faire des affaires en direct. Une infrastructure à clés publiques (ICP) est un système de gestion de clés de chiffrement et de délivrance de certificats qui permet aux abonnés de se reconnaître à distance, d'effectuer en toute sécurité des transactions électroniques et d'échanger de l'information de nature délicate.

Cette technologie permet des échanges électroniques sécurisés sur un réseau ouvert, tel qu'Internet, c'est-à-dire un réseau informatique où ceux qui y participent ne sont pas répertoriés. Dans un groupe très limité et fermé, il suffit que

tous les membres s'échangent leurs clés publiques pour assurer des échanges électroniques sécurisés.

ICP

L'infrastructure à clés publiques (ICP) est reconnue, à l'échelle internationale, comme étant la meilleure solution disponible pour assurer le chiffrement des informations (confidentialité), le scellement des documents électroniques (intégrité), la signature électronique du document (authentification et irrévocabilité), la certification des parties participant à un échange électronique ou à une transaction afin d'éviter l'usurpation d'identité.

L'ICP constitue la structure fonctionnelle qui assure cette sécurité ouverte. Elle est fondée sur la délivrance, par une entité de confiance, de

pires de clés de chiffrement et de certificats électroniques garantissant l'identité des abonnés. Chacune des clés appartenant à la même paire est complémentaire et permet de déchiffrer ce qui a été chiffré avec l'autre. L'une des deux clés est rendue publique (clé publique) dans un répertoire spécialisé, tandis que l'autre est gardée secrète par son détenteur (clé privée).

Lorsqu'un message est signé par l'émetteur au moyen de sa clé privée, toute personne qui reçoit le message peut le déchiffrer au moyen de la clé publique de l'émetteur et établir ainsi que seule cette personne a pu signer ce message, car ceci constitue sa signature. Par ailleurs, lorsque le même message a été chiffré par un expéditeur avec la clé publique du destinataire, seul ce dernier peut le déchiffrer au moyen de sa clé secrète, en assurant ainsi la confidentialité.

Pour maximiser la sécurité, il est nécessaire d'utiliser deux paires de clés par utilisateur. L'une de ces paires servira uniquement au chiffrement des messages, garantissant ainsi la confidentialité des informations. La seconde paire de clés ne servira, quant à elle, qu'à la signature numérique des documents électroniques, ce qui permettra ainsi de sceller les documents et de les signer.

Les composantes de l'ICP agissent en tant que gestionnaires des clés et des certificats et comme tiers certificateurs, en quelque sorte, entre les parties à l'occasion d'un échange d'information ou d'une transaction, leur assurant ainsi qu'elles font des transactions avec la bonne personne, et ce, de manière sécuritaire. Elles permettent également l'interconnexion avec des infrastructures extérieures, qu'elles soient, indifféremment, publiques ou privées. De cette façon, l'ICP permet d'établir un niveau de confiance élevé dans la conduite des affaires par des moyens électroniques ouverts sur le monde.

Par ailleurs, si une ICP permet d'établir l'identité des personnes faisant des transactions sur un réseau ouvert, elle permet également, selon les mêmes principes, d'établir « l'identité » de certains dispositifs existant sur le réseau. On peut

penser aux serveurs et aux pages Web. L'ICP permet alors à la personne qui accède à des informations sur un réseau ouvert d'être assurée que celles-ci proviennent effectivement de la bonne source et non d'un quelconque site « pirate ».

ICPG

L'Administration québécoise considère que le modèle le plus avantageux, tant au point de vue gouvernemental que de celui de sa clientèle, c'est le modèle où chaque fonction est gérée par des personnes distinctes selon leurs attributions administratives actuelles. Ce modèle aura pour nom l'Infrastructure à clés publiques du gouvernement (ICPG). Chaque ministère ou organisme assurera, dans ce cadre, la gestion de l'utilisation des clés et des certificats.

La fonction de gestion des encadrements administratif et technique de l'ICPG sera respectivement assurée par le Conseil du trésor et son secrétariat. La fonction de gestion des clés et des certificats de même que la fonction de gestion de l'infrastructure opérationnelle seront confiées à un nombre limité de services désignés par le Conseil du trésor. Enfin, la fonction de vérification de l'identité sera confiée à des responsables désignés par le Conseil du trésor.

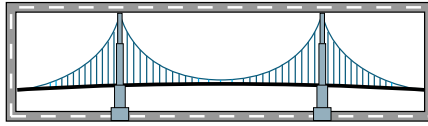
La gestion de l'utilisation, confiée à chaque ministère ou organisme, consistera à autoriser la délivrance et la révocation des certificats d'identité électroniques. Elle comprendra la détermination des niveaux de confiance requis pour chacun des processus d'affaires concernés, des personnes qui auront accès à des clés ainsi que de leurs obligations et privilèges au regard de l'ICPG. Elle comprendra également la responsabilité d'adopter les usages et les pratiques d'utilisation des certificats et la vérification de leur mise en application concrète.

Conclusion

La sécurité de l'information fera bientôt partie intégrante des orientations stratégiques des ministères et organismes. Nous avons examiné ici l'une des composantes de la coordination gouvernementale en vue de mettre en place les moyens nécessaires pour nous protéger contre les risques qui menacent, entre autres choses, les actifs informationnels du Ministère.

Il importe, bien sûr, d'adhérer aux principes, aux objectifs et aux pratiques du gouvernement en tenant compte du fait que chacun des ministères et organismes restera maître d'œuvre de sa propre sécurité. Le ministère des Transports a structuré son action selon ce modèle, qui s'avère le plus réaliste, puisque nous participons tous ensemble, aujourd'hui, à cette révolution que constitue l'ère de la communication. Nous avons un rôle essentiel à jouer dans le domaine de la sécurité de l'information qui transite entre nos mains, que celle-ci soit électronique, sur support papier ou sur tout autre support.

Dans le prochain numéro, nous aborderons le contenu de la nouvelle *Directive sur la sécurité de l'information numérique et des échanges électroniques dans l'Administration gouvernementale* et la coordination gouvernementale, qui concernent tous les ministères et organismes. Il ne faut surtout pas oublier que la sécurité de l'information ministérielle est d'abord fondée sur le sentiment d'appartenance de chaque personne à son organisation. En fait, elle s'appuie sur le sens de l'éthique de tous les employés associé aux divers rôles qu'ils assument dans le cadre de leurs fonctions.



SITE EXPÉRIMENTAL ROUTIER DE L'UNIVERSITÉ LAVAL (SERUL)

Par Guy Doré, Département de génie civil, Université Laval

Introduction

Les routes régionales, les chemins municipaux ainsi que les routes d'accès aux ressources constituent une très forte proportion du réseau routier des provinces canadiennes. Au Québec seulement, ces routes représentent 157 000 des 170 000 km de routes de toutes catégories, soit plus de 92 % des réseaux provincial, municipaux et privés. Ces routes, généralement caractérisées par des volumes de circulation allant de faibles à modérés, sont des axes de communication essentiels permettant de rejoindre les populations et les ressources disséminées sur le vaste territoire canadien. Elles représentent, à l'échelle du Canada, un actif de plusieurs dizaines de milliards de dollars et nécessitent des investissements de plusieurs centaines de millions annuellement pour leur entretien et leur réhabilitation. Pourtant, ces routes ne reçoivent qu'une infime proportion de l'effort de recherche consacré aux infrastructures routières. Si bien qu'encore aujourd'hui, malgré l'émergence de techniques sophistiquées d'analyse et de conception, les techniques de conception, de construction et de gestion des routes à faible volume sont encore essentiellement basées sur l'expérience locale.

Problématique et axes de recherche

Les grandes distances couvertes par les routes à faible volume et leur taux relativement faible d'utilisation font que les problématiques de conception, de construction et d'exploitation de ces routes diffèrent de celles des routes à haut volume de circulation. Le problème principal est lié au fait que le niveau d'investissement pouvant être justifié pour les routes à faible volume rend

inaccessibles les techniques idéales de protection de la chaussée contre les nombreux agents de détérioration auxquels elle est soumise. Pour les routes régionales, les routes locales et les chemins municipaux, les axes de recherche suivants seront à privilégier :

- revêtements économiques et durables ;
- action du gel et du dégel, techniques de mitigation ;
- surfaces non revêtues : poussière et érosion de la surface ;
- adaptation des techniques de conception ;
- adaptation des techniques de gestion.

Pour les routes d'accès aux ressources, les principaux axes de recherche seront les suivants :

- techniques de dimensionnement adaptées ;
- « agressivité » des véhicules lourds ;
- restrictions de charge au dégel ;
- problèmes de poussière et érosion de la surface ;
- problème de « planche à laver » dans les pentes ;

Objectif du projet

Le projet vise à développer un laboratoire routier en grandeur réelle, soumis à des sollicitations par le trafic et par les facteurs climatiques, qui soient représentatives des conditions canadiennes et québécoises d'exploitation des routes à volume faible et modéré.

Concept d'aménagement

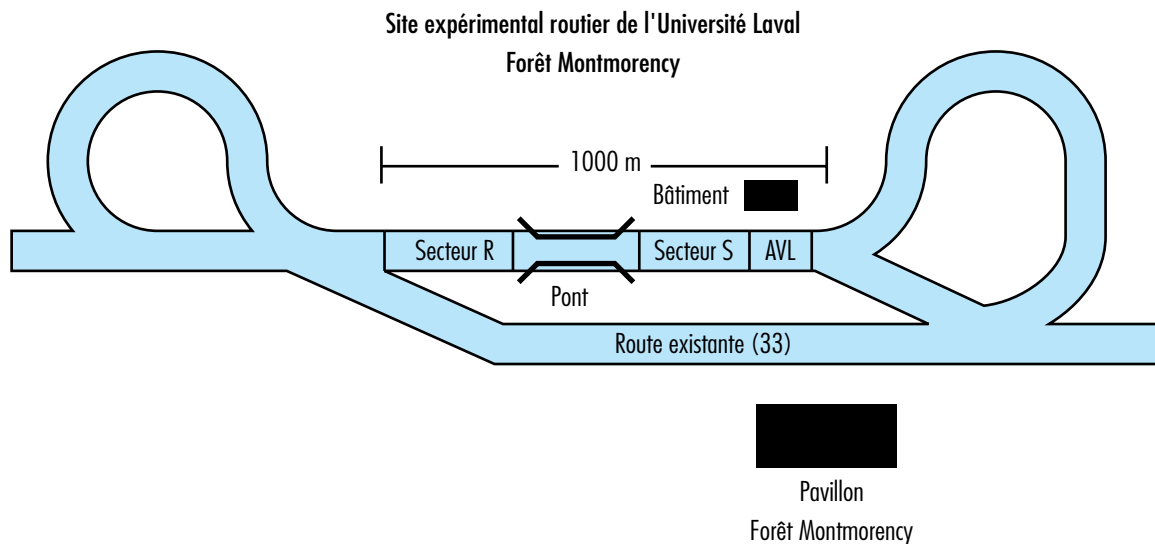
L'infrastructure de recherche projetée est un laboratoire routier en grandeur réelle qui sera construit sur les terrains de l'Université Laval, à la Forêt Montmorency, à quelque 60 km au nord de Québec. Le site expérimental routier de l'Université Laval (SERUL) comporte une route expérimentale de 1000 m ainsi que quelques aménagements connexes. La route expérimentale est une déviation de la route 33 qui est la principale artère d'exploitation forestière dans ce secteur. Elle se situe à quelques centaines de mètres du pavillon de la Forêt Montmorency dont une des vocations est de servir de station pour divers types de recherches relatives notamment à la faune, à la flore et à l'exploitation forestière. L'exploitation forestière assurera une importante circulation de véhicules lourds pendant plusieurs années à venir et la proximité du pavillon assurera un support logistique pour les chercheurs qui utiliseront le site.

La figure 1 illustre le concept d'aménagement du SERUL.

Route expérimentale

La route expérimentale sera construite en parallèle à la route existante, de telle sorte qu'il sera possible de dévier le trafic sur l'ancienne route lors de travaux de construction ou lors de relevés sur les sections expérimentales. De plus, des boucles seront aménagées à chaque extrémité de la route expérimentale pour permettre le retournement efficace de véhicules spéciaux qui seront requis pour certaines études portant sur l'action du trafic sur les chaussées expérimentales.

Figure 1. Concept d'aménagement du SERUL



Le site sera divisé en deux secteurs d'essai d'environ 300 m chacun. Le premier (secteur R) servira à la recherche sur les matériaux et les techniques de revêtement ainsi que sur les techniques d'entretien et de réhabilitation des surfaces de chaussées. L'infrastructure consistera en une plate-forme de chaussée conventionnelle (fondation et sous-fondation) prête à recevoir les différentes surfaces qui feront l'objet des recherches dans ce secteur. Les techniques de mise en place, le comportement sous l'effet des charges et du climat ainsi que les techniques d'entretien et la réhabilitation de divers types de surfaces, revêtues ou non, pourront être étudiés

dans ce secteur. Le secteur pourra à cette fin être subdivisé en sections de 50 à 100 m, selon les besoins des différentes expériences projetées. Il pourra ainsi accommoder deux ou trois projets simultanément. À la fin d'un projet expérimental, les sections pourront être recyclées et utilisées pour d'autres projets.

Le deuxième secteur (secteur S) sera affecté à la recherche sur la structure de la chaussée ainsi que sur son comportement mécanique et thermodynamique. L'infrastructure de ce secteur consistera en une fosse en béton de 120 m de longueur dans laquelle pourra être reproduite une structure complète de chaussée, y compris le sol

d'infrastructure. La fosse permettra de contrôler l'action de l'eau et l'action du gel sur la chaussée. Cette fosse permettra d'accueillir jusqu'à trois sections expérimentales et deux projets de recherche simultanément. Une section additionnelle sera construite à l'extrémité de la fosse. Cette section de 50 m servira essentiellement aux projets de recherche sur l'action de différentes charges et configurations de véhicules lourds (AVL). L'infrastructure requise à cet endroit est donc une chaussée complète instrumentée pour mesurer la réponse mécanique et statique de différents véhicules lourds. Afin de s'assurer d'un comportement uniforme de la chaussée, un sol d'infrastructure synthétique constitué de granules de plastique sera utilisé. Cette section sera également utilisée pour développer et valider des techniques d'auscultation non destructives de la chaussée.

Aménagements connexes

Les aménagements connexes requis pour le SERUL incluent un pont, un bâtiment pour abriter les systèmes d'acquisition et de traitement des données, une station météorologique ainsi qu'un réseau de câblage et de boîtes de jonction qui permettront de relier l'instrumentation des futurs projets de recherche au bâtiment.





Le pont est requis pour traverser une petite rivière au centre du corridor prévu pour la route expérimentale. Le pont consistera en un tablier de bois porté par deux poutrelles d'acier reposant sur des culées en béton. Il sera éventuellement utilisé dans le volet de recherche sur les structures dans le cadre duquel des composantes d'aluminium, de béton à hautes performances et de matériaux composites pourront être expérimentées. Le pont sera également utilisé comme système de pesée des véhicules lourds. Des jauges de contraintes seront posées à la base des poutrelles et calibrées en fonction de la charge appliquée sur le tablier.

Le bâtiment de contrôle et d'acquisition sera installé en permanence à proximité du secteur S. Le bâtiment sera aménagé de façon à pouvoir accommoder deux bureaux avec postes de travail et une chambre comprenant les panneaux de jonction et les systèmes d'acquisition de données. Quelque 500 canaux d'acquisition de données sont prévus pour desservir le site, dont environ la moitié pourraient être actifs simultanément. Un réseau de câblage permettra de desservir le site à raison de 20 canaux par section dans le secteur R et de 50 canaux par section dans le secteur S. Les câbles seront placés dans des conduites en plastique et relieront les

panneaux de jonction (bâtiment) aux boîtes de jonction (sections expérimentales).

Une station météorologique complètera les aménagements connexes au site expérimental. La station nécessitera des systèmes d'enregistrement de la température de l'air, des précipitations, de la radiation solaire, de l'humidité et de la vitesse du vent.

Activités de recherche

La remise en état des infrastructures routières constitue l'un des défis importants en génie pour les prochaines décennies. Le SERUL est un outil essentiel qui permettra à l'Université Laval, aux chercheurs de la relève ainsi qu'aux partenaires du projet d'être à l'avant-plan de ceux qui désirent relever ce défi. Il permettra de mener une gamme variée de projets de recherche dans les domaines du génie civil, du génie forestier (exploitation forestière) et de la géophysique. Les principales activités de recherche qui seront soutenues par le SERUL sont regroupées dans les différents volets décrits ci-après.

État d'avancement du projet

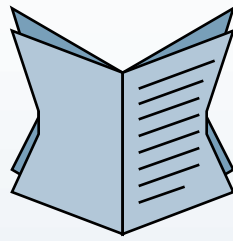
La construction du site expérimental routier de l'Université Laval a débuté au mois d'août 1999 à la suite de près d'un an d'études techniques et de conception. Le chantier a été fermé au début de novembre après qu'y aient été réalisés près de 90 % des travaux. La route, le pont, le bâtiment et la fosse sont en bonne partie terminés. Il ne reste que le remplissage de l'une des cellules de la fosse avec un matériau argileux, la finition de la fondation (et surface de roulement temporaire) de la route, l'installation du réseau d'acquisition de données et de l'instrumentation de la section AVL ainsi que certains travaux de finition à compléter avant la mise en service du site prévue pour le début de l'été 2000.



CONGRÈS CONFÉRENCES

| Activité | Lieu et date | Organisation | Renseignements |
|--|--|--|---|
| SAE 2000, World Congress | Du 6 au 9 mars 2000, Détroit, Michigan | Society of Automotive Engineers | Téléphone : (724) 772-7131 Télécopieur : (724) 776-0002 |
| Information Highways 2000 | Du 27 au 29 mars 2000, Toronto | Information Highway Magazine | Téléphone : (416) 488-7372 Télécopieur : (416) 488-7078 Courriel : info@informationhighways.net |
| Congrès AQTR 2000 | Du 3 au 4 avril 2000, Hôtel Loews le Concorde, Québec | Association québécoise des transports routiers | Dominique Lacoste Téléphone : (514) 523-6444 Télécopieur : (514) 523-2666 Courriel : info@aqtr.qc.ca |
| 2 ^e Conférence Asie-Pacifique et Foire sur les transports et l'environnement | Du 11 au 13 avril 2000, Pékin (République de Chine) | Association canadienne du transport urbain | Mr. Wang HAIQING ou Mr. Richard BI Téléphone : +86 10 6491 4809 Télécopieur : +86 10 6491 8204 Courriel : tcs@iicc.ac.cn |
| 9 ^e Conférence mondiale sur le développement et l'amélioration des transports urbains et périurbains | Du 11 au 15 avril 2000, Mexico (Mexique) | | CODATU - Claude Berenguier Téléphone : +33 4 72 04 77 01 Télécopieur : +33 4 72 04 77 02 Courriel : codatu@entpe.fr |
| 68 ^e Congrès de l'Acfas | Du 15 au 19 mai 2000, Université de Montréal, Montréal | Association canadienne-française pour l'avancement des sciences | Téléphone : (514) 849-0045 Télécopieur : (514) 8498-5558 Courriel : congres@acfas.ca |
| 4 ^e Symposium international sur les caractéristiques de surface des chaussées routières et aéroportuaires | Du 22 au 24 mai 2000, Nantes (France) | Division gestion de l'entretien des Routes | Téléphone : +33 2 40 84 58 37 Télécopieur : +33 2 40 84 59 92 Courriel : michel.boulet@lcp.fr |
| Symposium RILEM/CIB/ISO « <i>Conception sur toute la durée de vie des matériaux et structures</i> » | Du 22 au 24 mai 2000, Helsinki (Finlande) | Association of Finnish Civil Engineers RILMeritullinkatu | Téléphone : +358 9 6840 780 Télécopieur : +358 9 1357 670 Courriel : ril@ril.fi |
| 11 ^e Conférence internationale sur les réactions alcalis-granulats (CIRAG) | Du 11 au 16 juin 2000, Hôtel Hilton, Québec | Département de géologie et de génie géologique de l'Université Laval | Josée Duchesne Téléphone : (418) 656-2177 Télécopieur : (418) 656-7339 Courriel : icar2000@ggl.ulaval.ca |
| 18 ^e Congrès de l'Association des routes nordiques (NVF) | Du 13 au 16 juin 2000, Malmö (Suède) | | Téléphone : +46 243 75000 Télécopieur : +46 243 75773 Internet : www.nvfnorden.org |

| Activité | Lieu et date | Organisation | Renseignements |
|---|---|--|--|
| 2 ^e Symposium international sur la conception géométrique des routes | Du 14 au 16 juin 2000, Mainz (Allemagne) | Raymond Krammes, Federal Highway Administration, HSR-20 | Téléphone : (703) 285 2971 Télécopieur : (703) 285 2679 Courriel : ray.krammes@fhwa.dot.gov |
| 4 ^e Conférence internationale sur les techniques de déneigement | Du 19 au 22 juin 2000, Trondheim (Norvège) | | Courriel : snow.eng@sevu.ntnu.no |
| 6 ^e Conférence internationale sur les applications des technologies avancées au domaine des transports | Du 28 au 30 juin 2000, Singapour | National University of Singapore, Transportation Resource Centre Department of Civil Engineering | Dr. Kelvin R. L. Cheu Téléphone : +65 777 0170 Télécopieur : +65 777 0994 Courriel : cvecl@nus.edu.sg |



PROJET DE RECHERCHE SUR L'ENSEMENCEMENT DE PLANTES FLORIFÈRES SUR LES ABORDS DE ROUTE (PREPF) - RAPPORT FINAL

Sandra Barone et Friedrich Oehmichen, Éco Design

Dans le contexte économique et social des années 90, qui incite à une innovation accrue en matière d'aménagement et de gestion des routes en Amérique du Nord, l'ensemencement de plantes florifères sur les abords de route implique potentiellement des avantages visuels, opérationnels et écologiques intéressants. À cet effet, le ministère des Transports a commandé une étude visant à établir et à décrire les conditions à respecter pour la réalisation d'un tel ensemencement.

Ce rapport est avant tout pratique, bien que plusieurs notions plus fondamentales y soient aussi abordées. On y présente les aspects généraux du potentiel de l'ensemencement de plantes florifères herbacées sur les abords de routes ainsi que les groupes de plantes visées.

Il porte également sur le cheminement d'un projet d'ensemencement à partir de l'établissement des objectifs d'aménagement jusqu'à l'entretien et au suivi. Il y est question de la conception d'un mélange de plantes florifères, de la conception plus technique du mélange de semences y correspondant et de la réalisation de l'ensemencement. La première méthode de conception technique du mélange de semences qui y est décrite est essentiellement un modèle théorique. La deuxième méthode est plus simple. Un certain nombre de plantes florifères et de graminées sont décrites succinctement. Enfin, le rapport traite du cadre légal, de l'approvisionnement en semences et d'avenues proposées en matière de développement et de recherche complémentaire.

GUIDE DE VÉRIFICATION MÉCANIQUE

Société de l'assurance automobile du Québec

Dans le cadre de son mandat lié à la sécurité routière, la Société de l'assurance automobile du Québec a instauré un programme de vérification mécanique des véhicules routiers.

Le guide contient les méthodes et les normes de vérification mécanique applicables à la plupart des véhicules. Il est un outil de référence rapide pour le mécanicien. On y trouve, d'une part, les procédures de vérification mécanique et, d'autre part, une énumération des déficiences mineures et majeures qui sont susceptibles de survenir.

Le Code de la sécurité routière et le Règlement sur les normes de sécurité des véhicules routiers ont servi de base à l'élaboration du guide.

RÉVISION DES NORMES DE DISTANCES DE VISIBILITÉ APPLIQUÉES AU MARQUAGE

Karsten Baass, École polytechnique

La norme actuelle sur la distance de visibilité de dépassement est basée sur un modèle empirique qui ne permet pas d'évaluer l'influence qu'ont les différentes variables caractérisant la manœuvre de dépassement sur la distance de visibilité. De plus, on n'utilise pas les mêmes modèles pour la conception routière et pour le marquage des routes.

La *Révision des normes de distances de visibilité appliquées au marquage* est un rapport d'étape qui décrit les hypothèses à la base d'une modélisation fidèle de la manœuvre de dépassement. Le modèle simule un dépassement avec attente, où le conducteur accélère jusqu'à une vitesse donnée au début du dépassement et finit

à vitesse constante. À partir de ces hypothèses, un modèle cinématique utilisant les équations de mouvement de la physique mécanique est mise au point, ce qui permet d'évaluer l'influence que chacune des variables peut avoir sur la distance de visibilité. Le modèle a été appliqué à différentes situations en utilisant un ensemble représentatif de valeurs des variables. Trois distances de visibilité sont présentées : d'abord, la distance totale permettant de compléter en sécurité le dépassement déjà commencé; ensuite, la distance de visibilité minimale qui garantit au conducteur à tout moment une distance suffisante pour abandonner ou pour compléter le dépassement, selon ce qui est le plus court; finalement, une distance de compromis basée sur l'approche de l'AASHTO. À l'aide de ce même modèle, on a déterminé des distances de visibilité pour le marquage ainsi que les longueurs minimales des zones de dépassement permis et les longueurs des zones de marquage avancé. L'influence des véhicules longs sur la distance de visibilité est également étudiée dans le rapport.

récentes
Publications

INNOVATION TRANSPORT

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

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

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

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