



Le 23^e Congrès mondial de la route



Table des matières

Mot de présentation	3
La participation du Québec à l'exposition historique du 23^e Congrès mondial de la route	5
La formation de la main-d'œuvre et la relève au Ministère : des actions gagnantes!	19
L'évaluation de l'état du réseau routier québécois : retombées de la participation du Québec aux travaux de l'AIPCR	26
Identification des structures critiques et vulnérables : une méthode efficace pour gérer les risques	33

Mot de présentation

Le 23^e Congrès mondial de la route

L'Association mondiale de la route (AIPCR) a fêté un siècle de coopération internationale lors du 23^e Congrès mondial de la route tenu à Paris du 17 au 21 septembre. Sous le thème « Le choix du développement durable », le congrès a permis aux comités techniques et aux commissions de faire valoir et de partager leurs travaux du cycle 2004-2007.

Une fois de plus, le congrès mondial a été l'occasion pour le Québec de démontrer son savoir-faire en matière de route et de transport routier, et d'appuyer ses entreprises dans la promotion de leurs compétences à l'échelle mondiale. Menée par la ministre des Transports, M^{me} Julie Boulet, la délégation comprenait notamment des représentants du Ministère et de plusieurs organismes, associations et firmes privées, dont la Société de l'assurance automobile, la Ville de Montréal, l'Agence métropolitaine de transport, l'Association québécoise du transport et des routes et Dessau-Soprin.

La participation du Québec au congrès s'est traduite sur plusieurs plans : présidence de la séance du thème stratégique 4 « Qualité des infrastructures routières », présentations lors des séances techniques et spéciales, participation aux séances d'affiches, etc. Mentionnons la sélection du Québec pour participer à l'exposition historique qui proposait de suivre l'évolution d'un site routier emblématique du XX^e siècle jusqu'à aujourd'hui. Le site routier québécois choisi était l'une des portes d'entrée de la ville de Québec, soit l'échangeur des autoroutes 20 et 73 à la hauteur des ponts de Québec et Pierre-Laporte.

Soulignons le travail remarquable des coordonnateurs du pavillon québécois de même que les exposants et tous les autres participants au congrès qui ont su faire briller le Québec lors de cet événement d'envergure. Par ailleurs, il ne faut pas oublier l'implication des membres du Ministère dans divers comités techniques de l'AIPCR tout au long de ce cycle, dont quelques exemples vous sont présentés dans ce numéro.

Le 23^e Congrès mondial de la route était tout indiqué pour inviter les spécialistes du domaine de la route et du transport routier au 13^e Congrès international de la viabilité hivernale qui aura lieu du 8 au 11 février 2010 dans la ville de Québec. Ce prochain rendez-vous saura sûrement faire apprécier aux participants les beautés de l'hiver québécois et le savoir-faire unique qui en découle.

Anne-Marie Leclerc

Sous-ministre-adjointe

Direction générale des infrastructures et des technologies

Première déléguée du Canada-Québec à l'AIPCR

Vice-présidente de l'AIPCR

La participation du Québec à l'exposition historique du 23^e Congrès mondial de la route

Amélie Morin-Verville, Direction des communications
Lucie Ramsay, Direction de la recherche et de l'environnement

UNE EXPOSITION POUR LE CENTENAIRE DE L'AIPCR

À l'occasion du 23^e Congrès mondial de la route, qui a eu lieu à Paris du 17 au 21 septembre 2007, le Québec a participé à une exposition historique retraçant l'histoire récente des routes dans le monde. L'activité soulignait ainsi les 100 ans d'existence de l'Association mondiale de la route (AIPCR) qui, rappelons-le, est la plus importante association au monde dans le domaine de la route et du transport routier.

L'exposition proposait aux visiteurs de parcourir, en mots et en images, l'évolution d'une quinzaine de sites routiers ou de sections de route dans autant de pays membres de l'AIPCR, sites qui témoignent de l'adresse de leurs concepteurs à s'adapter aux impératifs physiques, sociaux et environnementaux. Elle illustre ainsi la diversité des risques, des approches et des techniques, de même que les initiatives des 15 exposants desquels jaillissent des tendances universelles ou des différences fondamentales.

Le Québec présente une porte d'entrée magistrale de sa capitale

Le choix du Québec fut de présenter la porte d'entrée magistrale de sa capitale, c'est-à-dire l'échangeur des autoroutes 20 et 73 à la hauteur des ponts de Québec et Pierre-Laporte. En effet, dès le milieu du XIX^e siècle, les longs hivers et l'interruption de la navigation mettaient en péril l'essor socioéconomique de la ville de Québec. La solution : un pont qui, en plus de se connecter aux réseaux ferroviaire et routier des deux rives, deviendrait le pivot de leur expansion.

Le choix de cette infrastructure permettait de répondre adéquatement aux exigences des organisateurs de l'exposition en raison de sa pertinence par rapport aux trois aspects suivants :

- le progrès social, axé sur divers moyens et mesures pour assurer la sécurité routière, tels les centres de gestion de la circulation et l'aide au transport collectif;
- le développement économique, c'est-à-dire les réponses aux besoins croissants de mobilité des personnes et des marchandises, notamment par l'amélioration des routes, le transport en commun, le recours aux systèmes de transport intelligents (STI) et à l'intermodalité;
- la protection de l'environnement, qui passe par :
 - l'intégration de la route à son milieu en réduisant la pollution (terrestre, aquatique et atmosphérique) et en protégeant la biodiversité;
 - la performance énergétique de tous les modes de transport.



Source : « Site décrit », 2007. ministère des Transports du Québec.

C'est à travers quatre périodes clés – 1908, l'entre-deux guerres, 1970 et 2007 – que les visiteurs ont pu mieux apprécier le savoir-faire québécois acquis au cours du dernier centenaire. Plus précisément, la période de 1850 à 1920 soulignait la construction du pont de Québec et le tournant du transport maritime vers le ferroviaire. Québec, alors la ville la plus importante du Canada, cédait sa place à Montréal désormais la plaque tournante de ce mode de transport. La période de 1920 à 1960 illustre l'apogée du transport ferroviaire, l'expansion du réseau routier et l'apparition des premiers bouchons de circulation.

Un peu plus tard, de 1960 à 1999, l'explosion du réseau routier, entre autres avec la construction du pont Pierre-Laporte, mettait le transport ferroviaire en sursis et faisait place au transport routier. Les impératifs budgétaires et environnementaux ont mis toutefois un frein à l'expansion routière en posant les balises de nouvelles façons de faire. Au XXI^e siècle, on assiste au retour du transport maritime et ferroviaire avec le développement durable et l'intermodalité.

Ci-dessous un aperçu de l'exposition présentée à Paris, extrait du texte du catalogue offert aux visiteurs. Vous pourrez ainsi suivre cette remarquable expédition à travers le temps qui fait la lumière sur des étapes importantes de la construction et de l'expansion de notre réseau de transport.

L'exposition du Québec

Québec présente la porte d'entrée de sa capitale Deux ponts : un lien ferroviaire et des liens routiers

Dès 1850, le transport maritime ne peut plus répondre à la demande croissante de mobilité des personnes et des marchandises, notamment à cause de l'interruption hivernale de la navigation.

La croissance du transport ferroviaire et l'arrivée de l'automobile exigent la construction d'un pont entre les deux rives : l'essor socioéconomique de la région en dépend. Au point le plus étroit du fleuve, à l'ouest des villes de Québec et de Lévis, on construit d'abord le pont de Québec et, une soixantaine d'années plus tard, le pont Pierre-Laporte.

Le réseau routier et autoroutier qui se greffe aux deux ponts assure un lien est-ouest (autoroute 20) avec les autres provinces canadiennes et un lien nord-sud (autoroute 73) avec les États-Unis.

De 1850 à 1920 : du transport maritime au ferroviaire

Jusqu'en 1850, grâce au transport maritime, Québec est la ville la plus importante du Canada. Elle est alors remplacée par Montréal, plaque tournante du transport ferroviaire. Seul un pont peut permettre à la capitale de relier ses réseaux ferroviaire et routier à ceux de la rive sud et, ainsi, de s'ouvrir à un important marché.

En 1879, l'Intercolonial relie Lévis à Halifax, capitale de la Nouvelle-Écosse, province canadienne en bordure de l'Atlantique. Les voies ferrées tissent une immense toile d'araignée sur la rive sud. Un bourg ouvrier s'implante à proximité de la rivière Chaudière et un noyau urbain commence à développer.

Au XIX^e siècle, on circulait encore sur les ponts de glace qui se formaient entre les deux rives du Saint-Laurent. Entre Québec et Lévis, le trajet était balisé et ponctué de buvettes où l'on servait des « remontants ». Voie de circulation pour les traîneaux à chiens et les carrioles, mais aussi patinoire fort prisée des Québécois.

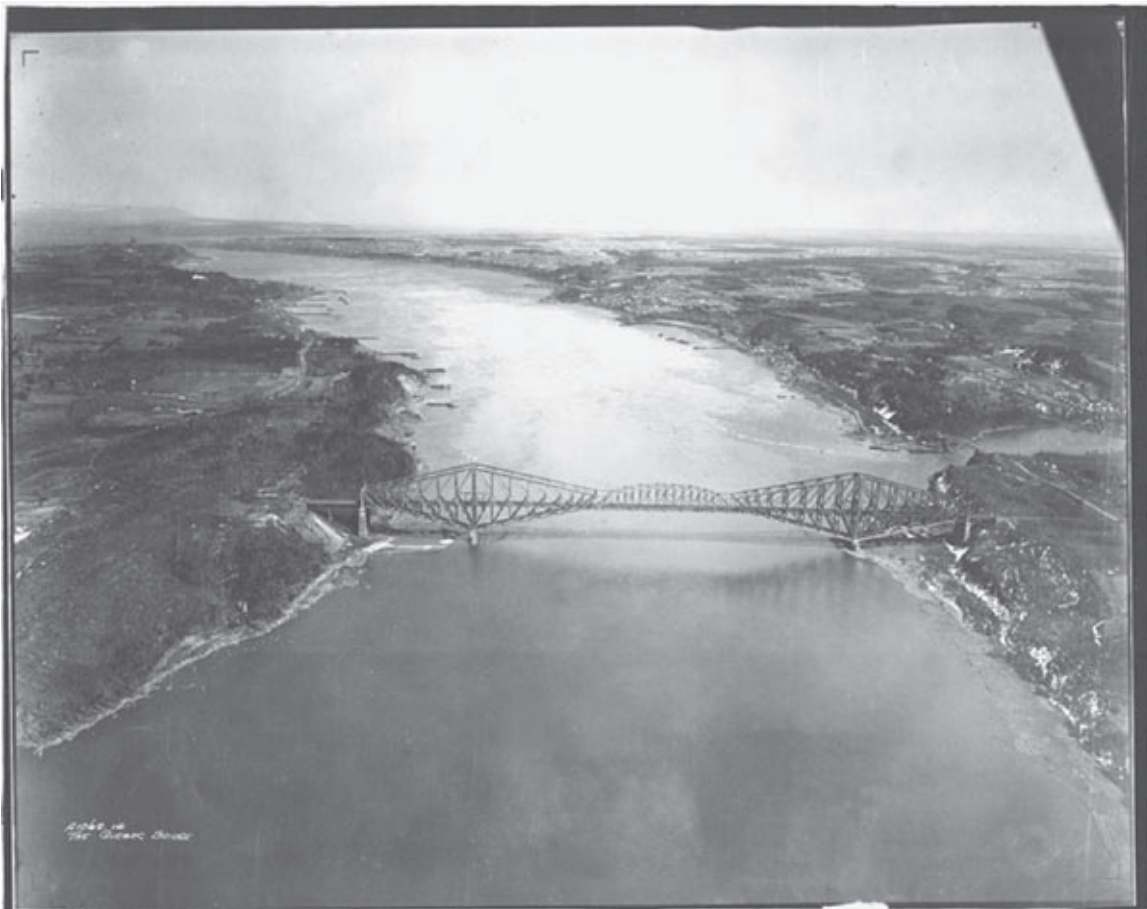
Sur la rive nord, on inaugure la ligne Montréal-Québec. Les travaux de construction d'un pont ferroviaire débutent en octobre 1900, et le premier train traverse en 1917, reliant la capitale au vaste réseau de la rive sud.

Le pont de Québec symbolise le génie civil de l'époque. En améliorant le transport des personnes et des marchandises, il deviendra le pivot du développement socioéconomique d'une vaste région qui dessert aujourd'hui près d'un million de personnes.

Le pont de Québec, une œuvre remarquable d'ingénierie

Le pont de Québec, propriété de la compagnie ferroviaire Canadien National, est un pont ferroviaire et routier qui relie l'agglomération urbaine de Québec (rive nord) et celle de Lévis (rive sud). Sa structure rivetée d'acier-botte a 987,24 m de longueur, 30,48 m de largeur et 94,48 m de hauteur. Son envergure en porte-à-faux est de 176,78 m. De plus, avec 549 m entre ses piliers principaux et sa travée centrale suspendue de 195 m, c'est le pont de type cantilever en poutres triangulées en acier qui a la plus longue portée libre au monde.

Le 29 août 1907, après quatre années de construction, la partie sud s'écroule, tuant 76 travailleurs et en blessant 24. La conception étant à l'origine du drame, on repart de zéro au printemps 1910 avec un nouveau concept. Toutefois, le 11 septembre 1916, alors que la travée centrale du second pont est à 6 m au-dessus de l'eau, un bris de l'appareil de levage provoque son effondrement et la mort de 13 travailleurs. C'est seulement le 3 décembre 1917 que le pont de Québec ouvre au trafic ferroviaire. On devra attendre le 22 août 1919 pour l'inauguration par le prince de Galles.



Source : Pont de Québec. Photothèque nationale de l'air, Ressources naturelles Canada;
photos 101_images_al1062_014

De 1920 à 1960 : apogée du transport ferroviaire, expansion du réseau routier et apparition des premiers bouchons de circulation

Le nombre d'automobiles passe de 29 000 à un million et on assiste à la naissance de l'industrie de la construction routière. De 1945 à 1960, le site, porte d'entrée de la capitale, bénéficiera d'un vaste programme gouvernemental d'amélioration du réseau routier.

Les emprises sont élargies et pourvues de confortables accotements. On modernise les voies anciennes et on construit de nouvelles routes. Les surfaces s'aplanissent et les tracés se redressent, améliorant la visibilité et la sécurité. Les chaussées, mieux drainées, sont moins sujettes aux dommages causés par le gel, le dégel et l'érosion. On installe de la signalisation et des garde-fous aux abords des routes, qui font aussi l'objet d'aménagements paysagers.

Sur le pont de Québec, les deux voies de tramway et l'une des deux voies ferroviaires sont transformées respectivement en voies pour l'automobile, et en voie pédestre et cyclable.

À la fin des années 50, la motorisation est à l'origine de la création des banlieues. Le train, principal moyen de transport des marchandises depuis des décennies, cède peu à peu la place au camion. Résultat : le réseau routier et le pont de Québec ne peuvent absorber le nouveau flux de circulation créé par l'urbanisation et l'augmentation des échanges commerciaux. Prospérité oblige, les solutions viendront rapidement.



Source : Photographie aérienne de la région de Québec, 1970. Bibliothèque et Archives nationales du Québec, direction du Centre de Montréal; Gabor Szilasi et Gilles Langevin du fonds de l'Office du film du Québec; 06M_E6S7SS1_P701990.

De 1960 à 1999 : explosion du réseau routier et le transport ferroviaire en sursis

En 1970, le pont Pierre-Laporte fait partie des nouveaux axes routiers et autoroutiers qui traceront l'avenir économique des deux rives. Les impératifs budgétaires et environnementaux mettront bientôt un frein à l'expansion routière en posant les balises de nouvelles façons de faire.

Dans les années 60 et 70, le réseau autoroutier de la région explose pour devancer une demande qu'on annonce très forte. Résultat : 21,6 km par tranche de 100 000 habitants, un record canadien! En 30 ans, avec l'apparition des banlieues, le territoire urbanisé augmente trois fois plus vite que sa population, laquelle reste en deçà du million anticipé.

La construction du tronçon québécois de l'autoroute Transcanadienne sur la rive sud du Saint-Laurent commence en 1960. Au milieu de la décennie, l'autoroute 20 se rend dans le secteur des échangeurs du pont de Québec. À la même époque, on modifie le tracé de la route 132 pour construire une bretelle d'accès au pont. Mais, déjà à la fin des années 60, le « vieux pont » ne peut plus répondre à l'essor démographique et à l'urbanisation des deux rives.

En 1987, le pont de Québec est désigné monument historique international par les sociétés canadienne et américaine des ingénieurs civils. Le 24 janvier 1996, il est ajouté à la liste des lieux historiques du Canada.

Le pont Pierre-Laporte : un carrefour du transport routier des personnes et des marchandises

Le site choisi pour la construction du pont, 198 m en amont du pont de Québec, permet d'utiliser le complexe routier existant. Toutefois, la largeur et la profondeur du chenal, de même que les besoins de la navigation, nécessitent une travée plus longue que celle du vieux pont, soit un pont suspendu à trois travées construit selon la méthode Roebling. C'est le premier pont suspendu au Canada à être soutenu par des câbles à fils parallèles; les deux câbles porteurs, d'un diamètre de 62 cm, se composent de 12 580 fils d'acier regroupés en 37 torons. Sa longueur est de 1 040 m entre les massifs d'ancrage, dont 688 m pour la travée centrale, et sa largeur de 27 m.



Source : Photothèque, ministère des Transports

Le pont Pierre-Laporte permet des échanges rapides entre les autoroutes de la rive nord et les deux autoroutes de la rive sud (20 et 73). Le site devient un important carrefour de transit pour le transport des personnes et des marchandises. Le transport ferroviaire s'éclipse au profit de la route. L'expansion cède la place à la conservation, à l'entretien et à l'amélioration du réseau routier. Ainsi, en 1992, l'ajout d'une voie centrale réversible améliore la fluidité du trafic sur le pont de Québec.

Le XX^e siècle : développement durable et intermodalité, ou retour du transport maritime et ferroviaire

Plusieurs réalisations viennent confirmer l'importance accordée au partage sécuritaire de la route entre les usagers, ainsi qu'à la protection du patrimoine routier et de l'environnement. Les nouvelles technologies ont la cote.

Avec la croissance appréhendée des déplacements interrives, le développement durable, la protection environnementale et la réduction des émissions de gaz à effet de serre s'imposent. Plusieurs actions sont envisagées, dont quelques-unes ont déjà été mises en œuvre.

Les ponts jumeaux de la rivière Chaudière, composés d'arcs de béton armé, ont été construits dans les années 60, époque où l'installation d'étais dans la rivière ne faisait sourciller personne. Les nouvelles pratiques environnementales interdisant le recours à cette technique lors de la réfection au début des années 2000, on a construit une structure temporaire en acier pour soutenir les coffrages.



Source : Photothèque, ministère des Transports du Québec.

Les cyclistes qui veulent passer d'une rive à l'autre sont de plus en plus nombreux. Le pont de Québec constitue un tronçon de la Route verte, un itinéraire cyclable de quelque 4000 km à travers le Québec.

Les systèmes de transport intelligents (STI) représentent une technologie de choix, une valeur sûre. Ainsi, depuis 2000, le Centre régional de gestion de la circulation de la Capitale-Nationale contribue à améliorer la fluidité de la circulation et la sécurité des usagers. Il permet :

- de réduire à la fois les temps de parcours, la consommation de carburant et l'émission de gaz à effet de serre;
- d'optimiser l'utilisation du réseau routier existant;
- d'accroître la rapidité d'intervention en situation d'urgence.

Le XXI^e siècle sera axé sur la complémentarité des modes qui ont tour à tour régné en maître au cours du siècle précédent : maritime, ferroviaire et routier. Bref, l'avenir est à l'intermodalité.

UN RETOUR DANS LE TEMPS...

En complément à la présentation des quatre périodes clés, le Québec a présenté des objets témoins de son passé dans le domaine de la route. La plaque d'immatriculation ainsi que la signalisation ont eu un impact important dans l'histoire des routes et du transport au Québec, et leur mention était des plus pertinentes.

Plaque d'immatriculation : de l'artisanat au code alphanumérique

Avant l'adoption, en 1906, d'une loi sur l'immatriculation, le propriétaire d'un véhicule devait lui-même faire fabriquer sa plaque. Au cours du XX^e siècle, on utilisera divers matériaux : acier et porcelaine, caoutchouc et cuir, acier, puis un curieux alliage d'acier et de fibres de bois compressées. Le Québec étant un important producteur d'aluminium, les plaques seront fabriquées avec ce métal léger à partir de 1951. Les premières plaques alphanumériques font leur apparition en 1983.

La devise du Québec est « Je me souviens ». Rappel de l'histoire du Québec, elle a été inscrite au-dessus de la porte principale de l'hôtel du Parlement, lors de sa construction en 1883. Elle est devenue officielle en 1939 et, depuis 1978, elle figure sur les plaques d'immatriculation.



Source : Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ)

La route qui parle

Les premiers panneaux de signalisation, qui font leur apparition en 1900, reflètent la dualité linguistique du Québec de l'époque. En 1923, un ingénieur du ministère de la Voirie conçoit un système de signalisation symbolique afin de venir en aide aux conducteurs. La même année, la Canadian Roads Condition Association adopte certains symboles pour le réseau routier canadien. En 1949, à Genève, le concept québécois fait l'unanimité à la Conférence mondiale sur les transports routiers. Et c'est ainsi que pictogrammes, symboles et couleurs composent aujourd'hui l'alphabet routier universel.



Source : Centre de signalisation, ministère des Transports du Québec.

CONCLUSION

L'histoire de nos routes témoigne du savoir-faire que le Québec a su développer au cours du XX^e siècle. C'est avec fierté que les participants québécois ont pu le partager avec les visiteurs du congrès. Ce retour dans le passé a su rendre compte des progrès technologiques du siècle dernier souvent marqués par les enjeux de société de chaque époque, et donner un aperçu de nos accomplissements dans le domaine des routes.



Source : Photothèque, ministère des Transports du Québec

REMERCIEMENTS

Nous désirons exprimer nos sincères remerciements aux personnes et organismes ayant collaboré à la préparation de cette exposition historique.

Mélissa Barrette
Ministère des Transports du Québec
Direction Chaudière-Appalaches

Denis Béchar
Ministère des Transports du Québec
Direction de la recherche et de l'environnement

Catherine Berthod
Ministère des Transports
Direction de la recherche et de l'environnement

Carole Côté
Ville de Québec
Service du greffe et des archives

Sonia Fontaine
Ministère des Transports du Québec
Direction Chaudière-Appalaches

Stéphanie Filteau
Ville de Québec
Réserve muséologique

Marc Gaboury
Ministère des Transports du Québec
Direction de la planification

André Gingras
Ministère des Transports
Direction du soutien à l'exploitation des infrastructures

Nathalie Hamel
Ministère des Transports
Direction de la recherche et de l'environnement

Andrée Lemay, rédactrice

Martine Ménard
Ville de Québec
Service du greffe et des archives

Jacques Morin
Centres d'archives de Québec et des archives gouvernementales
Secteur des archives iconographiques

Léonce Naud, géographe

Jean-François Racine
Ministère des Transports du Québec
Direction des communications

André Ruest
Centres d'archives de Québec et des archives gouvernementales
Secteur des archives iconographiques

Danny Simard
Ministère des Transports
Direction des communications

Marc-André Thivierge
Ministère des Transports
Direction Générale des politiques et de la sécurité en transport

Isabelle Turgeon
Ministère des Transports
Direction des communications

Lucie Ramsay, coordonatrice du projet
Direction de la recherche et de l'environnement
3 octobre 2007

BIBLIOGRAPHIE

Album-souvenir. Petite histoire de Charny : t'embarques. Charny : Comité permanent des fêtes du 75^e anniversaire, 1978, 109 p.

L'HÉBREUX, Michel. *Le Pont de Québec*, Québec, Septentrion, 2001, 255 p.

LACHANCE, Cédrick. *Charny : histoire d'une collectivité ferroviaire*, Québec, Éditions La Liberté, 1997, 258 p.

MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC. *Plan de transport Chaudière-Appalaches 2000-2015 : sommaire du diagnostic*, Saint-Romuald, Direction de la Chaudière-Appalaches, 2002, 125 p.

MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC. *Plan de transport de la Chaudière-Appalaches*, Saint-Romuald, Direction de la Chaudière-Appalaches, 2002, 82 p.

MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC. *Plan de transport de la Chaudière-Appalaches : plan d'action 2003-2008*, Saint-Romuald, Direction de la Chaudière-Appalaches, 2002, 25 p.

ROYER, Martin. *Étude de potentiel archéologique historique des lots 614, parties 34, 41 et 43, 615 parties 24, 35, 45 et 46, 616 parties 33 et 38, quartier Saint-Romuald, Ville de Lévis*, Saint-Romuald, Ministère des Transports du Québec, Direction de la Chaudière-Appalaches, 2004.

THIBAUT, Guy. *L'immatriculation au Québec*, Québec, Les Éditions GID, 2005, 282 p.

La formation de la main-d'œuvre et la relève au Ministère : des actions gagnantes!

Catherine Berthod et Caroline Chabot, Direction de la recherche et de l'environnement
Bernard Lanctôt, Direction des ressources humaines

Dans le cadre de l'appel à communications sur le thème stratégique 4, gestion des ressources humaines, le Ministère a proposé une conférence sur ses réalisations en formation de la main-d'œuvre et pour encourager la relève en transport. Le sujet a été retenu pour une séance d'affiche qui complète les séances spéciales et techniques, et permet aux congressistes d'échanger plus longuement sur un thème précis avec le conférencier.

Fruit d'une collaboration de la Direction de la recherche et de l'environnement et de la Direction des ressources humaines, l'article qui suit expose les actions du ministère des Transports destinées à maintenir son expertise et favoriser la relève.

LES DÉFIS DU MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC

Au Québec, le secteur de la construction, y compris les travaux publics et les projets de génie civil, est en pleine expansion. Les besoins de main-d'œuvre dans tous les secteurs du transport s'accroissent en conséquence, mais force est de constater que les difficultés de recrutement se multiplient, au point où les entreprises privées et publiques en viennent à parler de pénurie.

Leur difficulté à recruter vient du fait que le bassin de main-d'œuvre compétente et qualifiée ne se renouvelle pas suffisamment pour répondre aux besoins des employeurs. En effet, l'intérêt des jeunes pour les domaines d'étude de nature scientifique et technique, y compris les transports, est limité.

Les entreprises doivent aussi composer avec une plus grande mobilité du personnel qui répond à leurs besoins. Les offres d'emplois étant nombreuses, les employés ont en effet tendance à changer plus souvent d'emploi au cours de leur carrière. Ils souhaitent diversifier leurs compétences et leurs expériences. Du point de vue de l'employeur, la mobilité peut cependant être synonyme de perte d'expertise. Elle est particulièrement accentuée dans les régions les plus éloignées des grands centres urbains.

Un autre phénomène vient aggraver la situation. En effet, au Québec comme dans beaucoup de pays occidentaux, le marché du travail est marqué par le vieillissement des employés et par des départs à la retraite de plus en plus nombreux.

De plus, face à l'évolution des besoins des usagers, des technologies et des procédés, les organisations doivent constamment renouveler leur expertise. Il est alors question de gestion des compétences.

Ayant 7 250 employés permanents et occasionnels, dont 500 ingénieurs, et un âge moyen du personnel de 48 ans, le ministère des Transports est directement concerné par ces défis.

S'appuyant sur son *Plan stratégique 2005-2008*, le ministère des Transports du Québec a donc mis en œuvre un ensemble de mesures qui s'articulent autour de deux axes : d'abord, favoriser la relève dans le domaine du transport, puis assurer une bonne gestion des employés.

FAVORISER LA RELÈVE DANS LE DOMAINE DES TRANSPORTS

Les mesures visant à favoriser la relève dans le domaine des transports s'adressent directement aux jeunes de différents âges : les étudiants du collégial ou d'université qui ont déjà choisi une orientation scientifique, comme les élèves du secondaire ou même du primaire. On cherche alors, en promouvant les transports, à les attirer dans les disciplines scientifiques et techniques.

Le Ministère a pour objectifs de mieux faire connaître le secteur aux jeunes, de leur rendre les professions et les activités de recherche qui y sont liées plus attrayantes, et de les encourager à s'y engager et à persévérer. Les mesures mises en œuvre sont diversifiées : accueil d'étudiants pour des stages d'été (le Ministère accueille en moyenne 500 étudiants chaque année), subvention pour des programmes de recherche universitaire qui contribuent à la formation de jeunes chercheurs, ateliers dans les écoles, participation à des journées carrières, soutien à l'organisation de concours, etc.

En voici quelques exemples :

Les innovateurs à l'école et à la bibliothèque

Le Ministère s'est associé au programme Les innovateurs à l'école et à la bibliothèque de la Société pour la promotion de la science et de la technologie afin de permettre aux spécialistes du Ministère de devenir des animateurs scientifiques le temps d'un atelier dans des classes du primaire et du secondaire.

Depuis trois ans maintenant, une spécialiste présente l'atelier « Transports et changements climatiques en interaction : 550 millions de raisons d'avoir chaud » à des élèves de 5^e et de 6^e année du primaire de la région de Montréal. À ce jour, ce sont 16 classes réparties dans 8 écoles qui ont participé au programme.

L'objectif de cette activité d'environ une heure est d'amener les jeunes, au moyen d'un exposé et de jeux amusants et interactifs, à prendre conscience de l'importance des changements climatiques à l'échelle de la planète et à connaître les gestes simples qu'ils peuvent réaliser dans leur déplacement quotidien pour atténuer les répercussions des transports. Pour l'innovateur, il s'agit d'une activité enrichissante et d'une occasion unique de faire partager sa passion pour son métier et les changements climatiques à des jeunes, de démystifier ce domaine et, pourquoi pas, de donner le goût des sciences à quelques-uns d'entre eux.

En raison de son caractère innovant et formateur auprès des jeunes, cet atelier s'est vu décerner le prix Environnement de l'Association québécoise du transport et des routes, catégorie éducation et sensibilisation, au printemps 2006.

Le programme « Future ingénieure »

Depuis 2006, le Ministère est associé au programme « Future ingénieure », parrainé par la Chaire Marianne-Mareschal de l'École polytechnique de Montréal

Ce programme offre à des étudiantes de l'enseignement collégial la possibilité de découvrir les différents emplois dans le domaine du génie dans le but de les aider dans leur choix de carrière et de se familiariser avec la profession. Au Ministère, l'activité se déroule sur une journée et inclut des témoignages d'ingénieures sur leur formation, leur cheminement professionnel et personnel, leur quotidien au travail, ainsi que la conciliation travail-famille. Des visites techniques clôturent la journée afin de permettre aux étudiantes d'être en contact avec des aspects concrets liés à la profession d'ingénieure; en 2007, il s'agissait de la visite du Laboratoire des chaussées.

Le soutien à des concours

Le Ministère participe depuis trois ans aux *Expo-sciences Bell* organisées par le Réseau CDLS-CLS (Conseil de développement du loisir scientifique et réseau des conseils régionaux du loisir scientifique), en offrant des prix dans les 12 finales régionales ainsi qu'à la finale québécoise, la Super Expo-sciences Bell. Les Expo-sciences invitent les jeunes de moins de 21 ans à soumettre un projet ayant un contenu scientifique ou faisant appel à une démarche scientifique.

En créant la catégorie Transports, le Ministère a suscité l'intérêt des jeunes qui inscrivent d'année en année des projets forts pertinents, confirmant ainsi leur préoccupation en matière de transport. Cette participation permet également de connaître les angles sous lesquels les jeunes perçoivent les domaines du transport. La grande majorité des projets de la catégorie Transports touche l'environnement et le développement durable : énergies autres que le carburant, recyclage des matériaux, moyens visant à réduire la consommation d'essence, etc.

Par ailleurs, depuis plusieurs années, le Ministère accorde des bourses pour les concours *Chapeau, les filles!* et *Excelle Science*, organisés par le ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport. Ces concours visent à encourager les femmes qui s'engagent dans des études conduisant à des métiers non traditionnels. Le Ministère est aussi représenté dans le jury des concours, ce qui lui donne l'occasion de connaître les intérêts des futures diplômées, par exemple l'environnement, ainsi que la dimension sociale et internationale de leur futur métier.

Le Ministère donne également un soutien financier pour l'organisation d'événements et de compétitions par des collèges et universités du Québec. C'est le cas du concours « Le Génie, c'est génial! », de la section régionale de Québec de l'Ordre des ingénieurs du Québec, et de la compétition Pontpop, pilotée par l'École de technologie supérieure de Montréal, où les équipes doivent construire des ponts en bâtons de bois.

Le Ministère poursuit régulièrement ces actions d'attraction depuis plusieurs années, et les résultats sont prometteurs. De plus en plus de jeunes sont sensibilisés à l'intérêt que représentent les sciences en général, et le transport en particulier, et à la diversité des professions qui y sont liées.

ASSURER UNE BONNE GESTION DES EMPLOYÉS

En 2002, le Ministère a adopté le Cadre de gestion des personnes qui s'inscrit dans une démarche progressive et continue d'amélioration de la gestion des personnes. Ce dernier comprend cinq thèmes :

La gestion de la contribution des personnes

Depuis 2005, le Ministère a diffusé des formations à près de 300 gestionnaires, chefs d'équipe et coordonnateurs en matière de compétences relationnelles, de gestion de la contribution et de reconnaissance des personnes. Ceux-ci ont le pouvoir d'établir et de maintenir avec leurs employés des relations favorables à la satisfaction des besoins énumérés précédemment, notamment en matière de détermination, de suivi, d'évaluation et de reconnaissance des mandats réalisés et des résultats atteints. D'ailleurs, au cours de l'année 2005-2006, au-delà de 2 200 employés ont eu des rencontres avec leur gestionnaire, portant précisément sur l'évaluation et la reconnaissance de leur contribution. Aussi, 1 300 employés ont reçu une fiche écrite de leur contribution.

La reconnaissance des personnes

La reconnaissance consiste en un ensemble d'attitudes, de comportements ou de gestes adoptés quotidiennement par les gestionnaires et les employés afin de démontrer leur appréciation mutuelle. Pour ce faire, le Ministère favorise la reconnaissance publique de la contribution des personnes et des équipes de travail à l'aide de mécanismes tels que des ateliers (gestionnaires et employés), de la formation, une page intranet sur la reconnaissance.

La qualité de vie au travail

Le Ministère a mis en œuvre des politiques et des activités afin de favoriser un environnement de travail sain et sécuritaire sur le plan physique et psychologique, ainsi qu'un climat de travail axé sur la collaboration et le respect des personnes.

Il a réalisé, en autres, une politique concernant le harcèlement et la violence en milieu de travail, un programme d'aide aux employés, un guide d'intervention pour favoriser la réintégration au travail après une absence de longue durée, un atelier sur la gestion des employés difficile.

La gestion des compétences

Le Ministère consacre beaucoup d'énergie et de ressources à la gestion des compétences de ses gestionnaires et de ses employés, à la fois à l'échelle ministérielle et dans chacune de ses unités administratives. Les mesures utilisées permettent le développement, le partage et le transfert des compétences, collectivement ou individuellement. Elles incluent la définition des profils de compétence, un programme de coaching et de mentorat ainsi que les activités de formation continue, dont l'apprentissage en ligne.

Le Ministère a ainsi entrepris, depuis 2 ans, l'élaboration de 21 profils de compétences de quelque 4 500 employés. Onze de ces profils sont déjà à la disposition des gestionnaires pour la sélection

et l'intégration en emploi de leurs employés et, surtout, pour la gestion de leurs compétences. Par ailleurs, le Ministère a défini ses emplois « stratégiques », c'est-à-dire au cœur de la livraison de ses produits et services aux citoyens du Québec. Des plans de relève et de développement sont en préparation pour assurer que le Ministère dispose, en tout temps, des titulaires compétents et d'une relève pour chacun de ces emplois.

La gestion du personnel d'encadrement

Le Ministère a d'abord défini le profil de compétences de ses directeurs, chefs de service et contremaîtres. Il est ainsi en mesure de centrer la sélection, l'encadrement du stage probatoire et la formation des nouveaux gestionnaires (et des gestionnaires en place) sur l'acquisition de ces compétences indispensables à l'exercice de leurs responsabilités, aussi bien quant à la production des produits et services que de la gestion des employés et des équipes de travail de leurs unités administratives.

En particulier, pendant les deux années de leur stage probatoire, les nouveaux gestionnaires profitent d'un encadrement et d'un accompagnement personnalisés afin de faire le portrait de l'état de leurs compétences, d'acquérir ou de développer certaines de ces compétences au moyen de formations du Centre québécois du leadership, des firmes privées ou de la Direction des ressources humaines du Ministère. Ensuite, tout au long de leur carrière de gestionnaire, ils ont accès à un éventail de moyens de développement de leurs compétences, selon leurs besoins particuliers.

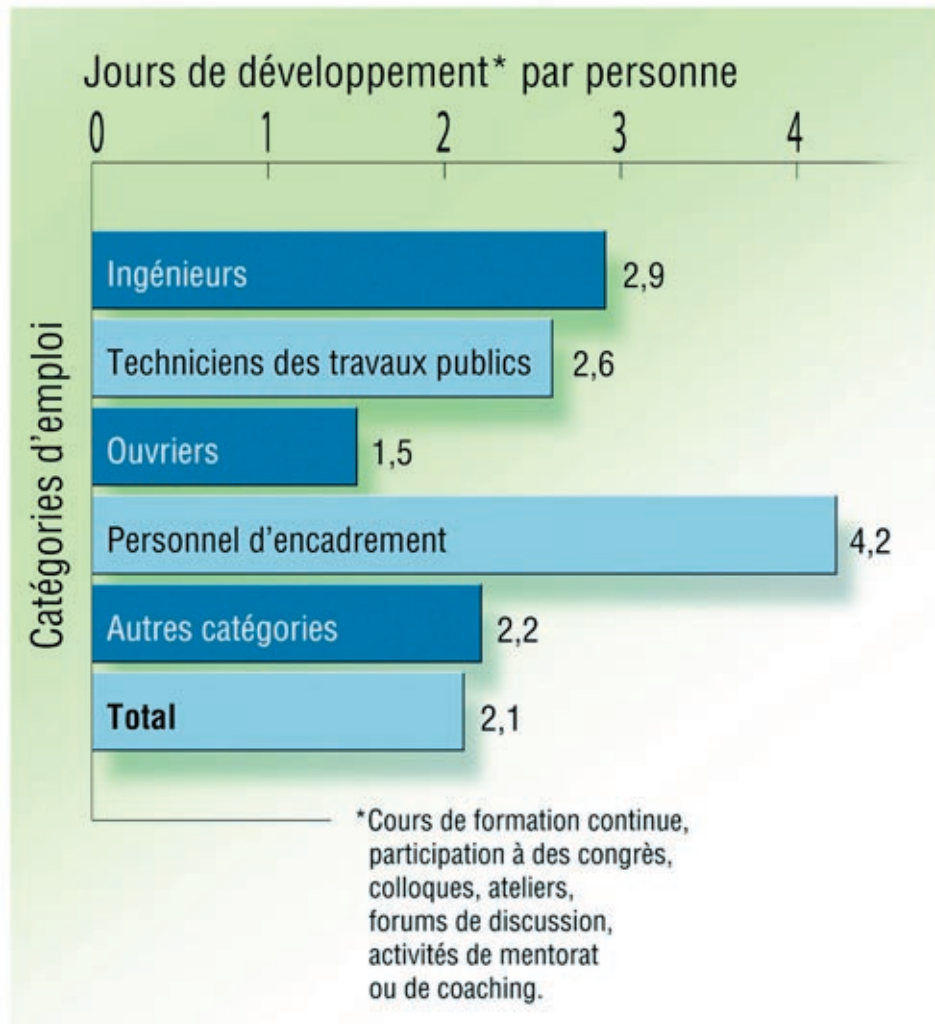
LA FORMATION CONTINUE ET L'APPRENTISSAGE EN LIGNE

Des activités de formation continue sont régulièrement organisées à l'interne dans les domaines d'expertise du Ministère. Pour répondre à ses besoins grandissants, celui-ci s'associe aussi de plus en plus souvent à des partenaires, par exemple l'Association québécoise du transport et des routes (AQTR), le Centre d'expertise et de recherche en infrastructures urbaines (CERIU) et les universités.

Si l'on considère l'ensemble des activités de développement suivies par ses employés, le bilan démontre bien l'importance de l'engagement du Ministère : 15 200 jours de formation pour 7 250 employés, soit une moyenne de 2,1 jours de formation pour chaque employé. L'investissement consacré à ces activités s'élève à 4,5 millions de dollars pour l'année 2005-2006, soit près de 1,8 % de la masse salariale.

Plus de la moitié des journées de développement réalisées ont été données par des ressources internes. Les formations s'adressent à l'ensemble des corps d'emplois, du personnel d'encadrement aux ouvriers. Elles couvrent de nombreux domaines, qu'ils soient techniques, administratifs ou de gestion. Les approches retenues pour les formations sont variées : en classe (dites traditionnelles), classe virtuelle et autoformation en ligne.

Depuis 1995, le Ministère a mis en place l'apprentissage en ligne qui s'avère fort utile pour une grande organisation dont le personnel est dispersé sur un vaste territoire. De plus, ce type de formation utilise une variété d'approches, ce qui permet de choisir la méthode d'enseignement la plus appropriée tout en optimisant les budgets et les ressources.



Entre novembre 2005 et septembre 2006, le Ministère a diffusé 11 activités d'autoformation en ligne, rendant ainsi disponibles aux employés plus de 21 heures de contenus d'apprentissage multimédias liés à plusieurs applications informatiques et systèmes administratifs de gestion intégrée des ressources, au comportement structural des ponts sous remblai, etc.

Plusieurs projets potentiels de développement de contenus d'apprentissage en ligne ou de classe virtuelle ont été ciblés pour les prochaines années. À titre d'exemple, mentionnons les formations sur les conditions routières et la signalisation des travaux routiers.

CONCLUSION

Conscient de l'importance de mettre au point des stratégies communes, à la mesure de l'ampleur des défis qui se présentent, le Ministère collabore également avec ses principaux partenaires du domaine des transports au Québec, représentant aussi bien les municipalités et le secteur de l'enseignement que les entreprises de construction ou les firmes de génie-conseil.

RÉFÉRENCES

Berthod, C., C. Chabot, B. Lanctôt, C. Leclerc, C. Lefebvre. « La formation de la main-d'œuvre et la relève au ministère des Transports du Québec : des actions gagnantes », *Pré-actes du 23^e Congrès mondial de la route*, 17 au 21 septembre 2007, Association mondiale de la route, 12 p.

Ministère des Transports du Québec. *Plan stratégique du ministère des Transports 2005-2008*, 34 pages.

Programme Innovateurs à l'école et à la bibliothèque : www.spst.org/innovateurs.

Chaire Marianne-Mareschal www.chairemm.polymtl.ca/.

Expo-sciences www.exposciencesbell.qc.ca.

L'évaluation de l'état du réseau routier québécois : retombées de la participation du Québec aux travaux de l'AIPCR

Mathieu Grondin, ing., chef du secteur Auscultation et gestion des chaussées et Secrétaire francophone du comité technique CT 4.2 Interactions route/véhicule

Sujet d'actualité au Québec, « l'état des routes » est une préoccupation quotidienne au ministère des Transports du Québec (MTQ). Au cours des 10 dernières années notamment, celui-ci a consacré beaucoup d'efforts afin de se doter d'un système de gestion des routes capable de diagnostiquer, de proposer des interventions et de prévoir l'évolution des routes en fonction des investissements disponibles.

Ce système repose, entre autres, sur de nombreuses données recueillies à l'aide d'un équipement multifonctionnel muni de lasers pouvant mesurer « sous toutes ses coutures » l'état de la route à la vitesse de la circulation. Le confort au roulement ressenti par les usagers de la route, la profondeur des ornières, qui peut engendrer l'aquaplanage, de même que la présence de la fissuration, outil de diagnostic important, sont les principaux indicateurs sur lesquels repose l'optimisation des budgets consentis à la conservation des chaussées.

Les équipements de relevé, les méthodes de traitement, de validation et de représentation des données sur l'état des routes, auxquels font appel les systèmes de gestion, figurent parmi les principaux sujets de travail du comité technique AIPCR traitant des interactions route/véhicule (CT 4.2). Par l'entremise de ce comité, le Québec tire profit de l'expérience accumulée par les administrations routières de plus de 50 pays.

Le présent article fait le pont entre les travaux effectués par le comité technique CT 4.2 et l'implantation en parallèle au MTQ d'un nouvel équipement d'auscultation automatisé de la fissuration des chaussées.

INTRODUCTION

Depuis quelques années, d'importantes avancées technologiques ont été réalisées par les administrations publiques de même que par les centres de recherche et firmes de consultants afin d'automatiser le processus de relevé et d'analyse de la fissuration. Aujourd'hui, il existe quelques équipements capables de relever la fissuration des routes automatiquement. Depuis ces récents développements, peu d'études ont été produites par la communauté scientifique mondiale afin d'outiller les administrations routières en ce qui a trait à la validation des systèmes automatisés.

Le document intitulé *Équipements automatisés de relevé de la fissuration des chaussées – État d'avancement dans le monde*¹, qui a été préparé par un groupe de travail du même comité CT. 4.2 au cours du cycle précédent, présentait les conclusions d'une enquête mondiale portant sur les validations et l'utilisation des équipements automatisés de relevé de la fissuration. Un résumé de cette enquête a été présenté dans la revue *Innovation Transport* en février 2004.

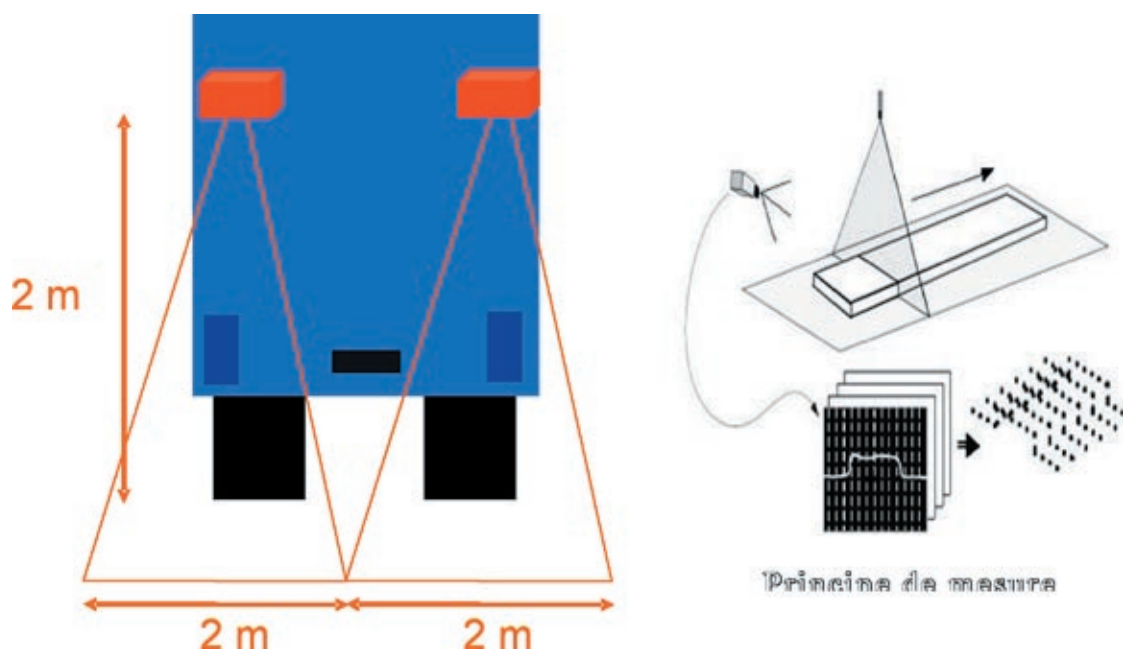
En plus de présenter l'état d'avancement de la technologie dans ce domaine, cette enquête révélait que les tests effectués sur ces équipements n'étaient réalisés que sporadiquement, qu'ils étaient souvent incomplets et non uniformes. De plus, toutes les expériences réalisées visant à comparer les données provenant d'un équipement automatisé à celles provenant d'une autre méthode faisaient face au même problème, à savoir la définition des types de fissures. À la lumière de cette information, les membres du comité CT 4.2 ont poursuivi les travaux et développé des méthodes plus précises et harmonisées pour identifier les dégradations des chaussées et pour tester la fiabilité des équipements automatisés de la fissuration des chaussées.

LE NOUVEL ÉQUIPEMENT AUTOMATISÉ DU MTQ

L'année 2007 marque le début de la mise en fonction d'un nouvel équipement spécialisé d'auscultation des chaussées. Le véhicule d'auscultation est muni d'une des plus récentes technologies de mesure automatisée de la fissuration des chaussées : le LCMS, fabriqué par l'Institut National d'Optique (INO), centre de recherche québécois spécialisé en optique et photonique. Au moyen de deux lignes laser projetées sur la chaussée, le LCMS recueille plusieurs profils précis de la chaussée en deux et trois dimensions (2D et 3D) qui permettent la détection et la classification automatique des fissures. Plus de 15 000 kilomètres de chaussées seront évalués annuellement avec cet appareil.



Véhicule d'auscultation des chaussées du MTQ



Spécifications techniques du système de mesure LCMS

Profils par seconde	1400 (1 profil par 14 mm à 70 km/h)
Points par profil	4096 (résolution transversale de 1 mm)
Longueur de chaque profil	4 m (toute la voie de roulement)
Résolution en élévation	0,5 mm
Type d'enregistrement	Images d'intensité (2D) et profils (3D)

Figure 1 : Configuration du système de mesure automatique de la fissuration LCMS disposé à l'arrière du véhicule d'auscultation du MTQ.

Avant sa mise en fonction cependant, plusieurs exigences devaient être respectées afin de s'assurer que le système réponde aux besoins de gestion du MTQ. La participation du Québec aux travaux de l'AIPCR permet au Ministère de demeurer informé des plus récents développements technologiques dans ce domaine. En effet, au sein de ce comité technique se côtoient développeurs, chercheurs, fournisseurs de services et gestionnaires de réseau routier. Cette expérience combinée a fait ressortir le besoin pour le Ministère d'utiliser les informations 2D et 3D simultanément pour détecter les lignes de marquage et les fissures scellées, et pour ne pas être influencé par les ombrages ou la couleur du revêtement. Afin de répondre aux besoins du MTQ, le système devait également analyser les fissures d'une ouverture supérieure à 2 mm sur toute la largeur d'une voie de roulement à plus de 70 km/h. Ainsi, la configuration de cet équipement en fait aujourd'hui un des plus avancés au monde.

L'ANALYSE DE LA FISSURATION

Les fissures ont différents aspects sur les réseaux routiers. Hormis les variations d'orientation et de longueur, l'ouverture varie le long d'une même fissure. Il n'est pas rare également que les fissures présentent de l'épaufrure (perte de matériaux aux abords de celles-ci) ou encore plusieurs ramifications, ce qui complique la caractérisation. Dans ces conditions, il est difficile d'obtenir des mesures fiables, répétables et reproductibles permettant un suivi de l'évolution du réseau.

Tel que le montre la figure 2 ci-dessous, même si l'analyse automatique est bien effectuée par l'appareil du MTQ, il n'en demeure pas moins difficile de traduire cette information en données utilisables par le système de gestion des routes.

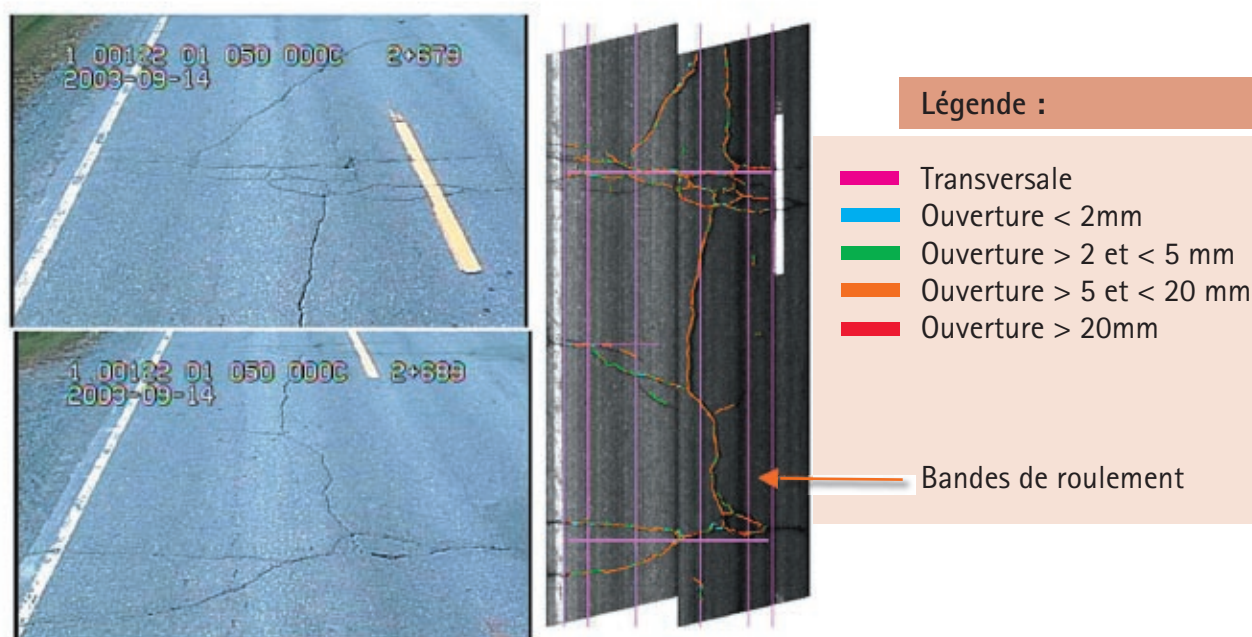


Figure 2 : Exemple de détection automatique de la fissuration effectuée par le système LCMS.

À ce chapitre, les travaux de l'AIPCR ont grandement inspiré l'élaboration au Ministère de règles simplifiées permettant l'obtention de mesures répétables et reproductibles. Une enquête a d'ailleurs été réalisée par le comité technique afin de recueillir les diverses façons de faire dans le monde. Certains principes de mesure ont même été intégrés au *Guide de mesure et d'identification des dégradations sur chaussées souples*² du MTQ. Par exemple, le principe de mesure par cellules affectées présenté dans la figure ci-dessous, utilisé par certaines administrations, a été intégré aux méthodes de mesures du Ministère. Cette méthode rend systématique l'interprétation des fissures et permet de recueillir des données moins subjectives, donc plus répétables et reproductibles.

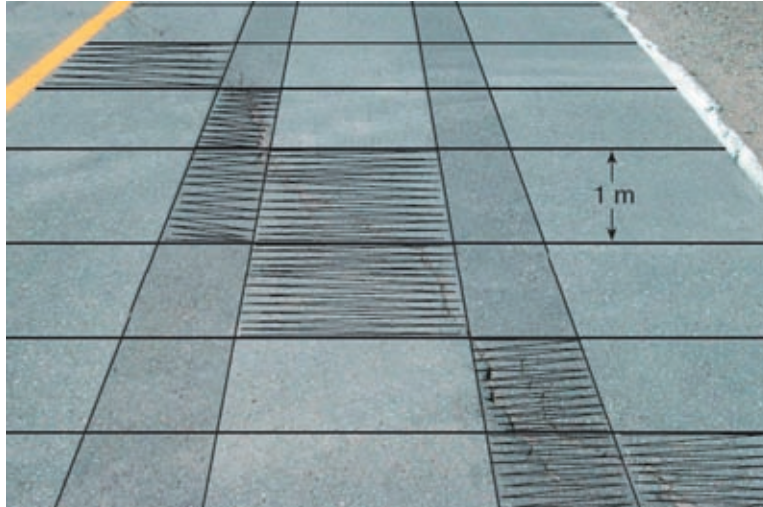


Figure 3 – Méthode de mesure utilisant les cellules affectées par la fissure

LE PLAN QUALITÉ

La qualité des données d'auscultation influe sur la précision et la variété des analyses qui pourront être effectuées. Elle a un effet direct sur le choix des types d'interventions, les coûts d'entretien et de réfection, les modèles d'évolution des dégradations et, par conséquent, les scénarios et le suivi des stratégies d'investissement.

L'expérience démontre qu'un plan d'assurance qualité rigoureux est nécessaire pour garantir la fiabilité des données recueillies. Cela est particulièrement vrai lorsqu'on parle de mesure et d'analyse de la fissuration, car cette dégradation se présente sous différentes formes et s'avère complexe à recueillir de façon précise et répétable.

Or, à la suite de l'enquête mondiale effectuée par le comité technique AIPCR, il a été clairement démontré qu'il n'existait pas de méthode standardisée d'évaluation de la fiabilité de ces types d'équipements.

Au sein de ce comité technique, le Québec a animé des tables de discussions réunissant plusieurs experts de façon à élaborer une méthodologie de tests et de validation des équipements de relevés automatisés de la fissuration des chaussées. Les principales étapes de validation élaborées sont présentées dans le document intitulé *Évaluation des performances des équipements de détection automatique de la fissuration des chaussées revêtues*³ produit par le comité technique.

Le plan qualité mis en place au MTQ respecte les principales recommandations des experts du comité. Il consiste en une série d'opérations de vérification et de validation à effectuer avant, pendant et après les relevés routiers. Les mesures de référence sont effectuées manuellement en parcourant les pistes témoins. Ces opérations sont consignées dans des formulaires officiels qui témoignent du fait qu'elles ont bel et bien été réalisées par les techniciens responsables. La figure 4 ci-dessous présente brièvement le plan en question.

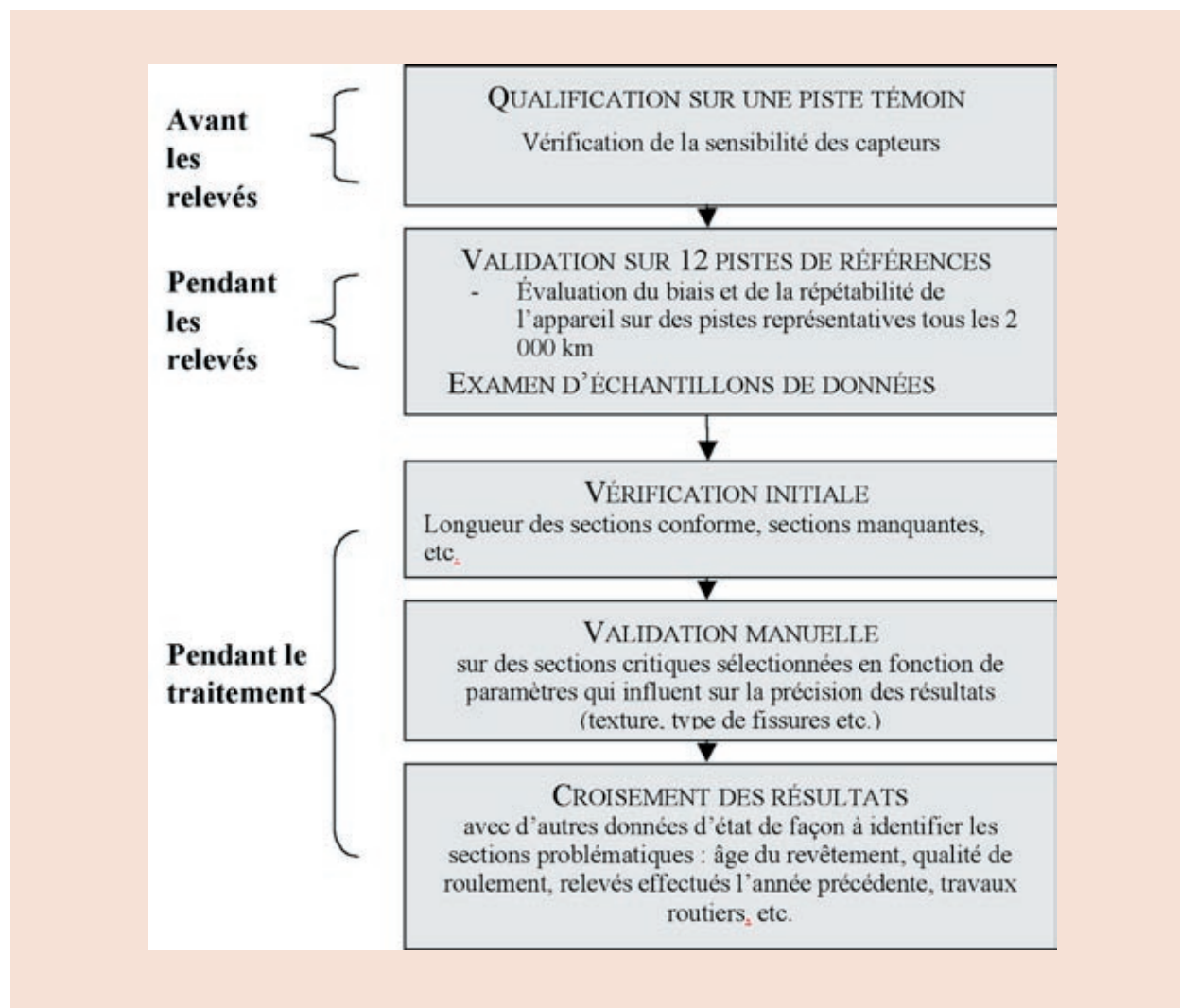


Figure 4 : Schématisation simplifiée du plan qualité mis en place au MTQ pour assurer la fiabilité des données de fissuration.

CONCLUSION

Connaître l'état de dégradation de nos routes pour en diagnostiquer les causes et y proposer des interventions appropriées est le premier objectif des analyses menant à des stratégies d'investissement et de remise en état du réseau routier. Conscient de l'importance que revêtent ces informations, le ministère des Transports du Québec a choisi d'être représenté au sein de l'AIPCR pour échanger sur les techniques d'auscultation et de gestion des chaussées avec les experts de plus de 50 pays.

Jusqu'à tout récemment, les relevés de fissuration devaient être réalisés de façon manuelle, causant ainsi des problèmes de répétabilité, de production et de coûts élevés. L'automatisation des mesures de fissuration permet non seulement l'obtention de mesures plus fiables, mais diminue également les coûts d'acquisition.

Le cas présenté dans cet article en est un parmi d'autres. D'autres caractéristiques de la chaussée, tels que le bruit et l'adhérence des routes, sont des indicateurs pris en compte par le Ministère et traités par ce comité technique AIPCR traitant des interactions route/véhicule (CT 4.2). Les différentes techniques d'intervention, d'investissement de même que les études particulières dans le domaine sont également des sujets d'échange régulier entre les membres de ce comité.

Le Québec profite non seulement de l'expérience des autres experts mondiaux, mais sa propre expertise éveille l'intérêt des autres pays membres et permet au Québec de faire sa marque sur la scène internationale.

RÉFÉRENCES

- 1 ASSOCIATION MONDIALE DE LA ROUTE, Groupe de travail A du Comité technique C1 traitant des caractéristiques de surface des chaussées, *Équipements automatisés de relevé de la fissuration des chaussées – État d'avancement dans le monde*, mai 2003.
- 2 MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC, *Guide de mesure et d'identification des dégradations des chaussées souples*, 2007.
- 3 ASSOCIATION MONDIALE DE LA ROUTE, Groupe de travail D du Comité technique CT 4.2 traitant des interactions route/véhicule, *Évaluation des performances des équipements de détection automatique de la fissuration des chaussées revêtues*, septembre 2007.

Identification des structures critiques et vulnérables : une méthode efficace pour gérer les risques

Guy Richard, ing., Directeur des structures
Line Tremblay, chef du Service de la sécurité civile
Annie Groleau, Service de la sécurité civile

PROBLÉMATIQUE

Le ministère des Transports du Québec assure, sur son réseau, la gestion de plus de 6000 structures qui démontrent un potentiel de vulnérabilité dont il faut se préoccuper afin d'assurer la mobilité, la fonctionnalité et la sécurité des usagers. La vulnérabilité observée est d'abord fonction d'un certain nombre d'éléments factuels tels le type de structure, l'entretien et le débit journalier. Toutefois, elle est aussi fonction des divers risques auxquels ces structures sont exposées, dont les changements climatiques, les tremblements de terre, l'augmentation constante du trafic lourd, le transport de matières dangereuses et les camions en surcharge. Qu'un incident résulte d'une défaillance technique d'un événement naturel ou anthropique, les conséquences en sont toutes aussi importantes. En effet, la détérioration ou la perte d'une structure peut occasionner des pertes de vies, avoir un impact économique majeur ou nuire au développement durable du Québec. De plus, les interdépendances des réseaux de support à la vie (eau, électricité, communication et transport) étant plus présentes et souvent sous-estimées, les effets dominos créés soit par l'un ou l'autre de ces événements peuvent prendre une ampleur surprenante, voire catastrophique.

Parallèlement, diverses exigences légales et gouvernementales au Québec ont favorisé une prise de conscience de la pertinence de la gestion des risques comme pratique efficace de gestion. D'une part, le gouvernement du Québec a campé de façon claire et précise, dans son *Plan de modernisation 2004-2007* (mai 2004), sa position quant à l'importance de la gestion des risques au sein des ministères et organismes. Il y est clairement précisé que « le Secrétariat du Conseil du trésor veillera à ce que tous les ministères et organismes gouvernementaux appliquent une démarche rigoureuse de gestion des risques, et que des contrôles soient établis pour améliorer l'efficacité et l'efficience ». D'autre part, la Loi sur la sécurité civile (2001) oblige les ministères et organismes gouvernementaux à déclarer leurs risques et à prendre les moyens requis pour assurer le maintien de leurs biens et de leurs services essentiels en situation de sinistre. Enfin, la Loi sur le développement durable (2006) amène le Ministère à considérer la gestion des risques en appliquant les principes suivants :

- **La santé et la qualité de vie** : Les personnes, la protection de leur santé et l'amélioration de leur qualité de vie sont au centre des préoccupations relatives au développement durable.
- **La prévention** : En présence d'un risque connu, des actions de prévention, d'atténuation et de correction doivent être mises en place, en priorité à la source.

- **La précaution** : Lorsqu'il y a un risque de dommage grave ou irréversible, l'absence de certitude scientifique complète ne doit pas servir de prétexte pour remettre à plus tard l'adoption de mesures effectives visant à prévenir une dégradation de l'environnement.

Dans cette perspective, la Direction des structures, en collaboration avec le Service de la sécurité civile, a entrepris l'évaluation de la vulnérabilité des structures, dont elle assure la gestion, à l'égard de divers risques à haut potentiel destructeur, le tout dans une optique de gestion des risques. Pour ce faire, une équipe multidisciplinaire d'experts composée d'ingénieurs civils spécialisés en structures, en hydraulique et en géotechnique, et de spécialistes en gestion des risques¹ a été créée dans le but premier de mettre au point un modèle efficace, approprié et valide d'évaluation de la criticité et de la vulnérabilité des structures et dans le but second de procéder à la réalisation de l'exercice.

La démarche globale prévoit l'analyse de près de 4000 ponts et de plus de 1600 ponceaux sous la responsabilité du Ministère. Compte tenu du nombre important de structures, la démarche sera réalisée en quatre phases. La première a été effectuée au printemps 2007. Elle prévoyait l'adoption d'une méthodologie, l'appréciation des risques et la mise en œuvre des quatre étapes suivant l'appréciation des risques pour le risque « crue-inondation » sur les structures du Réseau stratégique de soutien au commerce extérieur (RSSCE), ce qui représente 1 865 structures.

Cet article porte essentiellement sur la méthodologie retenue pour identifier les structures critiques et vulnérables à divers risques naturels ou anthropiques, et expose les résultats préliminaires obtenus à la suite de l'analyse du risque « crue-inondation ».

1. Guy Richard, ing. - Tout risque
Laurence Lemay, ing. - Tout risque
Johanne Bédard, ing. - Tout risque
Line Tremblay - Tout risque
Annie Groleau, M.A. - Tout risque
Christian Poirier, ing. - Crue-inondation, embâcle, accident maritime
Michel Lacroix, ing. - Tremblement de terre, accident maritime, glissement de terrain
Daniel Lavallée, ing. - Crue-inondation, embâcle
Michel Blouin, ing. - Accident routier
Sylvain Goulet, ing. - Tremblement de terre
Denis Lessard, ing. - Tremblement de terre, glissement de terrain
Jean-Sébastien Lessard, ing. - Tremblement de terre, glissement de terrain
Julie Gingras, ing. - Glissement de terrain
Denis Demers, ing. - Glissement de terrain
Bernard Pilon, ing. - Accident routier
Marie-Claude Guérin, ing. - Matières dangereuses, camions en surcharge
Carl Fortin, ing. - Matières dangereuses, camions en surcharge

AVANTAGES ESCOMPTÉS

L'évaluation de la criticité et de la vulnérabilité des structures dans une optique de gestion des risques constitue une plate-forme privilégiée pour développer une approche globale et intégrée de gestion des structures. Les expériences relatées au sein du comité technique 3.2 de l'AIPCR sur la gestion des risques liés aux routes ont en effet démontré que ce type de gestion constitue une assise solide qui contribue à mieux encadrer la planification et à optimiser l'utilisation des ressources. Il semble également que la gestion des risques s'impose de plus en plus comme un moyen efficace de répondre au besoin de sécurité grandissant observé dans les sociétés modernes.

Par conséquent, les avantages escomptés à la suite de l'évaluation de la criticité et de la vulnérabilité des structures sont nombreux. Principalement, elle devrait permettre d'identifier les structures critiques présentant une vulnérabilité certaine à divers risques, de faciliter la prise de décision et de centrer les actions sur les priorités. D'autres avantages sont attendus, notamment :

- formaliser un processus se faisant généralement de façon intuitive;
- favoriser la concertation et la mobilisation;
- favoriser une approche préventive plutôt que réactive;
- accroître la crédibilité;
- établir une méthodologie en vue de la comparaison de types d'infrastructures;
- justifier les décisions de la direction en matière de modification des programmes, de budgets et d'affectation de personnel;
- encourager la détermination des besoins techniques et de recherche en matière de protection des structures et de gestion des mesures d'urgence;
- fournir des outils pour augmenter le niveau de compréhension des gestionnaires, et influencer l'adoption de mesures d'atténuation et des dépenses en ressources afférentes;
- permettre l'établissement d'une base de données viable sur la criticité et la vulnérabilité des structures, ainsi que d'autres renseignements comparables pertinents pour la planification;
- permettre l'utilisation de l'information à d'autres fins (ex. : indice socioéconomique).

MÉTHODOLOGIE ET RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES

Globalement, le processus d'évaluation de la criticité et de la vulnérabilité des structures à certains risques est le résultat de la combinaison de deux approches reconnues en cette matière, soit la *Norme AS/NZ 4360* sur la gestion des risques, élaborée par l'Australie et la Nouvelle-Zélande et adoptée par le comité technique 3.2 de l'AIPCR sur la gestion des risques liés aux routes, et le *Guide d'évaluation de la vulnérabilité du réseau routier en vue de la détermination et de la protection des actifs cruciaux*, développé en 2002 par l'American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) par rapport au risque terroriste. La combinaison des deux approches a permis de mettre au point le modèle suivant.

Les étapes 1 et 6 à 10 sont réalisées une fois pour l'ensemble des risques alors que les étapes 2 à 5 sont réalisées pour chacun des risques, puisque ces derniers diffèrent d'une structure à l'autre selon leur situation géographique, leur type de système structural et la nature des fondations.

Étape 1 : Appréciation des risques

La littérature sur la notion de risque est nombreuse et variée. Dans le domaine de la sécurité civile, l'approche la plus utilisée suggère qu'il y a présence d'un risque s'il y a probabilité d'un aléa² combiné à un potentiel de vulnérabilité à ce dernier et des conséquences dommageables prévisibles. Ainsi :

$$\text{Risque} = f(\text{aléas et vulnérabilités et conséquences})$$

Pour identifier les risques à haut potentiel destructeur des structures, l'équipe multidisciplinaire a procédé de deux façons. Dans un premier temps, l'historique des aléas majeurs d'ordre naturel et anthropique qui ont eu des répercussions sur une ou plusieurs structures a été fait. Dans un deuxième temps, l'identification des divers aléas appréhendés, c'est-à-dire probables et vraisemblablement destructeurs, a été réalisée. Les aléas suivants ont été retenus.

Naturels	Anthropiques
Crue-Inondation ³	Accident maritime
Embâcle	Accident routier
Tremblement de terre	Matières dangereuses
Glissement de terrain	Camions en surcharge
Verglas	Terrorisme
Grand vent	












Chacun des risques a par la suite fait l'objet d'une caractérisation permettant d'en apprécier l'amplitude. Pour ce faire, la grille suivante a été élaborée par l'équipe multidisciplinaire. Il était important de réaliser cet exercice puisqu'il permettait de prioriser le traitement des risques dont le potentiel destructeur était plus élevé en termes d'occurrences et d'impacts notamment.

2. L'aléa est le terme retenu par l'Organisation de sécurité civile du Québec pour définir un phénomène, un événement physique ou une activité humaine. L'aléa présente un risque si des éléments du milieu y sont vulnérables et si des conséquences négatives prévisibles y sont associées.
3. Tous les ponts ne reposant pas sur le roc sont susceptibles de subir de l'affouillement à la suite d'une crue. Cependant, l'affouillement ne provoque pas nécessairement l'effondrement d'une structure. Les structures sur semelles flottantes sont particulièrement sujettes à l'effondrement à la suite de l'affouillement. L'affouillement des remblais n'est pas considéré.

PROBABILITÉ	Occurrence	Très fréquent (10)	Fréquent (6)	Occasionnel (3)	Rarement (2)	Très rarement (1)
IMPACTS	Zone d'impact	Non localisé (5)	Localisé ou non (5)	Localisé (1)		
	Territoire	Toute la province (5)	Une partie de la province (3)	Sur les voies navigables (1)		
	Durée	Peut aller jusqu'à quelques jours (5)	Soudain (4)	Diffus ou soudain (2)	Indéterminé (0)	
	Moment	En tout temps (5)	2 saisons et + (3)	Une saison (1)		
	Prévisibilité	Non (2)	Oui (1)			
	Contrôle de l'aléa	Non (2)	Oui selon l'ampleur (2)	Oui (0)		

Figure 2 : Caractérisation des risques

Le tableau suivant expose les résultats obtenus pour chacun des risques retenus.

	Risques	Niveau	Niveau	
A	Crue-inondation	230	Élevé	
B	Accident routier	190	Élevé	
C	Glissement de terrain	114	Moyen	
D	Tremblement de terre	42	Moyen +	
E	Camions en surcharge	102	Moyen	
F	Verglas 25 mm +	57	Moyen	
G	Embâcle	90	Moyen	
H	Grand vent 120 km/h +	38	Moyen	
I	Matières dangereuses	51	Moyen	
J	Accident maritime	30	Faible	
K	Terrorisme	14	Faible	

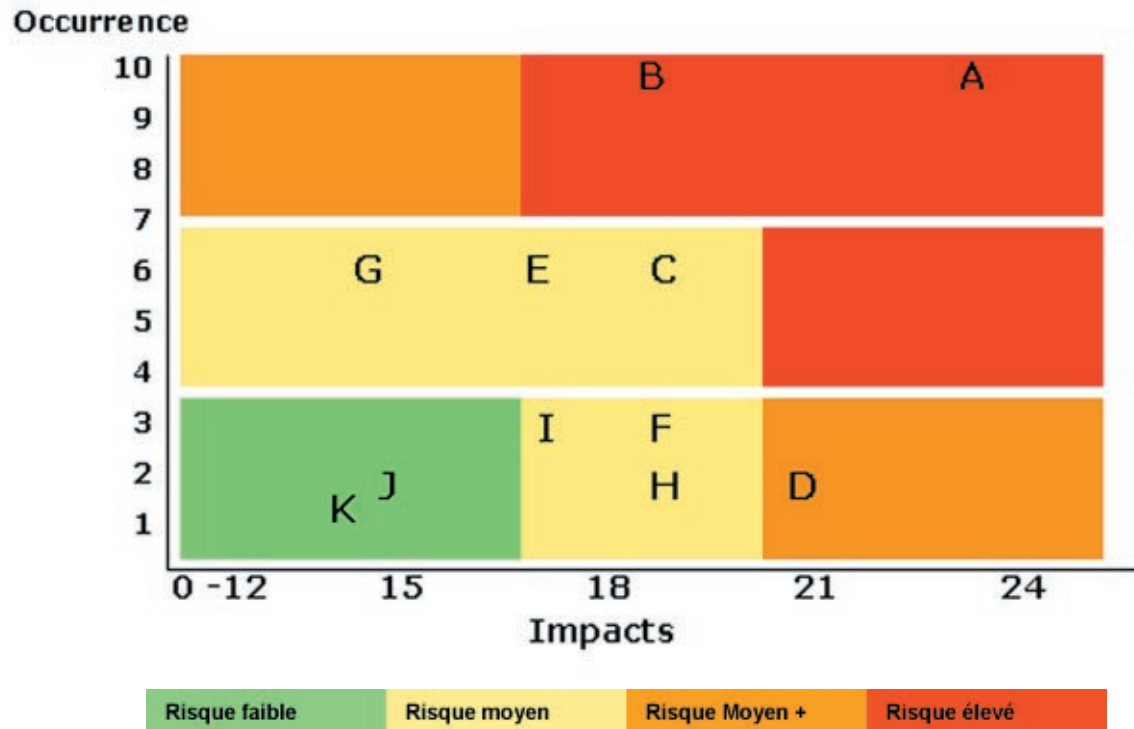


Figure 3 : Cartographie des risques

Étape 1 : Appréciation des risques

Les résultats obtenus ont démontré que le risque « crue-inondation » présentait un potentiel destructeur plus élevé et devait à ce titre être traité en priorité. D'ailleurs, la littérature démontre clairement que, en Amérique du Nord, près de 80 % des pertes accidentelles de structures sont attribuables à des problèmes de crues ou d'inondations.

Étape 2 : Détermination des structures à analyser

Puisque les structures ne sont pas vulnérables à tous les risques, des critères de tri ont été déterminés afin de recenser celles pouvant être potentiellement vulnérables pour chaque risque.

Pour le risque « crue-inondation », les critères de tri suivants ont été appliqués :

- Structures sur cours d'eau, moins :
 - celles avec fondation superficielle sur roc;
 - les ponceaux rectangulaires ou circulaires en béton armé.

Pour le risque « crue-inondation », 666 structures du RSSCE ont été retenues.

Étape 3 : Estimation des conséquences dans le cas de la perte totale de la structure et détermination du niveau de criticité des structures

Toutes les structures dont le Ministère assure la gestion sont des infrastructures essentielles dites « critiques », puisque la perturbation ou la destruction de l'une ou plusieurs d'entre elles générerait des conséquences sérieuses pour la santé, la sécurité ou le bien-être économique des citoyens. Toutefois, les structures n'ont pas toutes le même niveau de criticité. Ce dernier est établi en fonction des conséquences prévisibles dans le cas de la perte totale d'une structure.

Il est difficile et complexe de prévoir avec exactitude les conséquences potentielles associées à la perte d'une structure à la suite d'un sinistre parce qu'elles sont dans plusieurs cas fonction d'un contexte précis. Il est également délicat d'en mesurer l'importance. Voilà pourquoi l'équipe multidisciplinaire s'est adjointe quelques spécialistes, notamment un spécialiste des relations publiques de la Direction des communications du Ministère et un spécialiste en circulation dans le but de valider les critères retenus. Le travail réalisé n'avait pas pour but de définir de façon exhaustive l'ensemble des conséquences selon leur importance respective, mais bien de produire une estimation à la lumière des faits connus.

Les conséquences associées à la défaillance d'une structure suivant un sinistre ont été regroupées en quatre types, soit :

- les conséquences sur la réputation de l'organisation;
- les conséquences en pertes et dommages;
- les conséquences sur la population;
- les conséquences pour la société.

Pour faciliter l'estimation, ces quatre grands types ont été éclatés en sous-conséquences spécifiques graduées selon des critères objectifs pouvant s'échelonner de 0 à 5.

SOUS-CONSEQUENCES	0	1	2	3	4	5
Confiance	S.O.	Aléa naturel non prévisible et non contrôlable	Aléa naturel non prévisible et contrôlable ou prévisible et non contrôlable	Aléa anthropique non prévisible et non contrôlable	Aléa anthropique non prévisible et contrôlable ou prévisible et non contrôlable	S.O.
Estimation de pertes de vies humaines	S.O.	DJMA < 100 sur ou sous la structure	DJMA 101 - 1000 sur ou sous la structure	DJMA 1001 - 5000 sur ou sous la structure	DJMA 5001 - 50 000 sur ou sous la structure	DJMA > 50 000 sur ou sous la structure
Coût de remplacement	S.O.	< 100 000 \$	100 000 - 1 000 000 \$	1 000 000 - 5 000 000 \$	> 5 000 000 \$	S.O.

Figure 4 : Extrait de la grille de pondération des conséquences (X)

Enfin, les sous-conséquences ont été pondérées en fonction de l'importance générale qui leur est accordée par l'équipe multidisciplinaire. Cette pondération est exprimée sous forme d'un pourcentage de la note globale. Le maximum accordé pondère l'influence de la sous-conséquence dans le résultat global et détermine le niveau de criticité d'une structure.

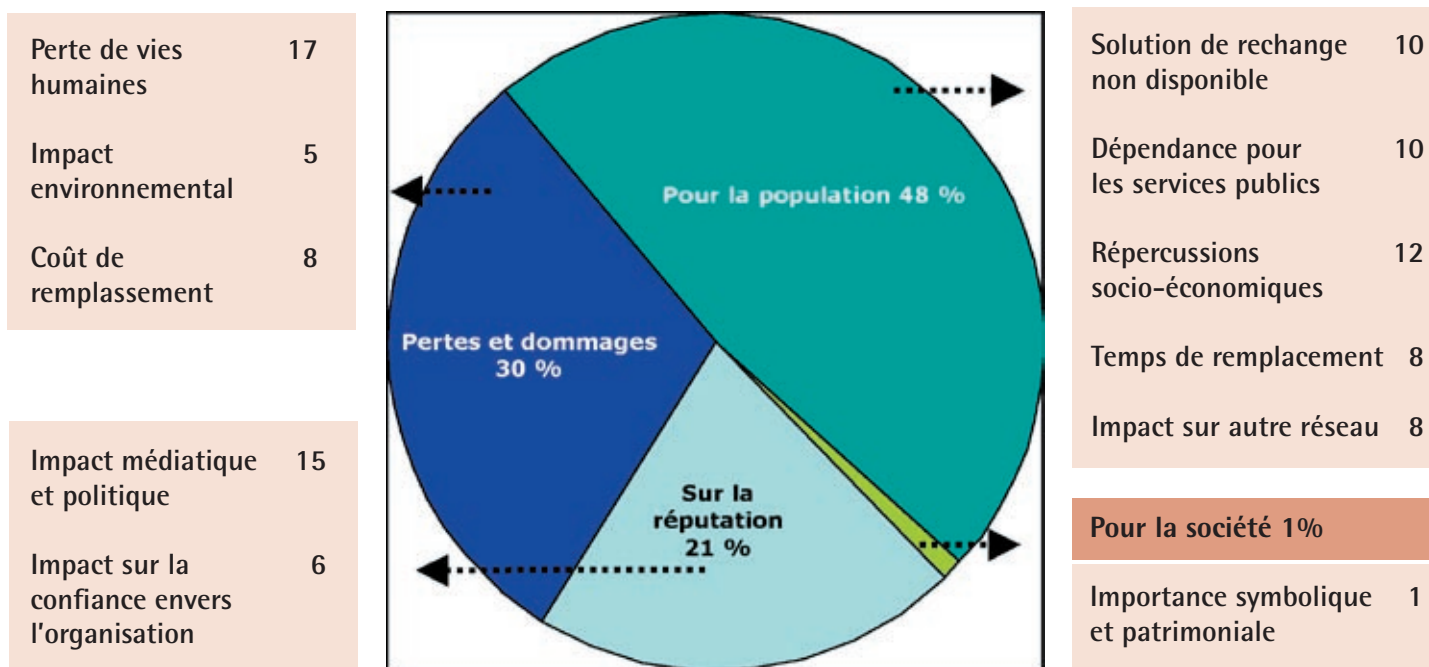


Figure 5 : Pondération des conséquences

Mis à part la confiance envers l'organisation, qui est fonction du type de risque et qui doit être évaluée pour chacun des risques retenus, les autres sous-conséquences ne sont pas fonction du risque. Ainsi, ils ne seront évalués qu'une fois par structure pour l'ensemble de la démarche⁴.

Pour le risque « crue-inondation », 215 structures ont un niveau de criticité de 50 et plus.

Étape 4 - Évaluation de la vulnérabilité

Alors que les critères de tri permettaient de recenser les structures potentiellement vulnérables au risque « crue-inondation », l'évaluation de la vulnérabilité a permis d'en mesurer l'importance. Pour ce faire, deux éléments ont été analysés, soit le degré d'exposition au risque et la sensibilité de la structure.

4. L'échelle d'estimation des conséquences peut faire l'objet de modifications à la suite de données nouvelles, non connues actuellement.

L'évaluation du degré d'exposition a permis de déterminer dans quelle mesure une structure pouvait être affligée par une « crue-inondation » alors que l'évaluation de la sensibilité a permis de broser le portrait factuel et global de la structure à partir du traitement des trois variables suivantes :

- La fragilité de la structure : réfère à la conception et à la construction de la structure (âge, respect des normes, etc.).
- L'état de la structure : réfère à l'entretien.
- Les mesures de traitement: réduisent la vulnérabilité à un risque précis soit en éliminant ou en atténuant le risque à la source, soit en réduisant la vulnérabilité des structures à ce dernier, ou soit en atténuant les conséquences. Ces mesures peuvent être liées :
 - à la conception : prise en compte des événements naturels dans les normes et les codes de construction et de sécurité;
 - à la gestion : processus d'inspection systématique et, au besoin, formation et information aux usagers;
 - à l'entretien : amélioration, réparation.

Tout comme cela a été le cas pour l'estimation des conséquences, des facteurs objectifs en rapport à l'exposition et à la sensibilité permettant l'évaluation de la vulnérabilité au risque « crue-inondation » ont été déterminés. Ils ont par la suite été pondérés sur une échelle de 0 à 5 selon l'importance qu'ils ont l'un par rapport à l'autre. La note globale obtenue pour une structure a été calculée sur 100, permettant de déterminer son niveau de vulnérabilité. La grille de pondération suivante expose les facteurs permettant l'évaluation de la vulnérabilité des structures pour le risque « crue-inondation ».

EXPOSITION ET OCCURRENCE	0	1	2	3	4	5
Élévation du niveau de la semelle par rapport au lit de la rivière	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.
Pente de la rivière	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.	S.O.

Figure 6 : Extrait de la grille de pondération de la vulnérabilité (Y)

Les données permettant d'évaluer l'exposition au risque « crue-inondation » ne sont actuellement pas disponibles. Il est à noter que l'analyse des conséquences et des vulnérabilités est basée sur les données saisies dans le Système de gestion des structures SGS-5016.

SENSIBILITÉ		0	1	2	3	4	5
Niveau de fragilité	Fondation	S.O.	Fondation profonde sur tout type de sol	S.O.		S.O.	Fondation superficielle, tout type de sol ou non spécifié
État de la structure	Sujet à affouillement ou sur la liste des ponts faisant l'objet d'un suivi	S.O.	Non	S.O.	Cote 3	Cote 2	Oui ou Cote 1
Mesures existantes	Inspection d'affouillement	S.O.	Aucune date	Date passée ou date prochaine	Date passée et date prochaine	S.O.	S.O.

Pour le risque « crue-inondation », 100 structures ont un niveau de vulnérabilité de 50 et plus.

Étape 5 - Priorisation des structures

À cette étape, chacune des structures analysées détenait une cote (X/100) déterminant son niveau de criticité et une cote (Y/100) déterminant son niveau de vulnérabilité. Ces cotes correspondent à des coordonnées précises permettant de classer les structures dans un des quatre cadrans de la cartographie de criticité et de vulnérabilité ci-dessous.

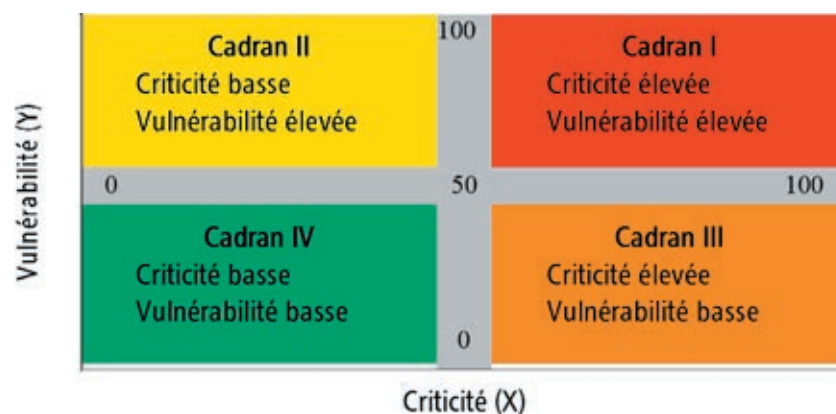


Figure 7 : Cartographie des structures pour chaque risque

Le cadran I regroupe les structures qui présentent la criticité et la vulnérabilité les plus élevées. Elles devraient donc être traitées en priorité par rapport aux structures des cadrans II, III et IV. Le cadran II est prioritaire par rapport au cadran III, car il a été convenu de traiter les structures plus vulnérables que critiques. Cette décision s'appuie sur une approche préventive plutôt que réactive. Les structures du cadran IV ne sont pas prioritaires.

Les structures classées dans le cadran « I » pour le risque « crue-inondation » ont fait l'objet d'une priorisation l'une par rapport à l'autre en établissant leur niveau du risque « crue-inondation ». Pour ce faire, la formule suivante a été utilisée.

$$X = x/100$$

X = niveau de criticité / 100

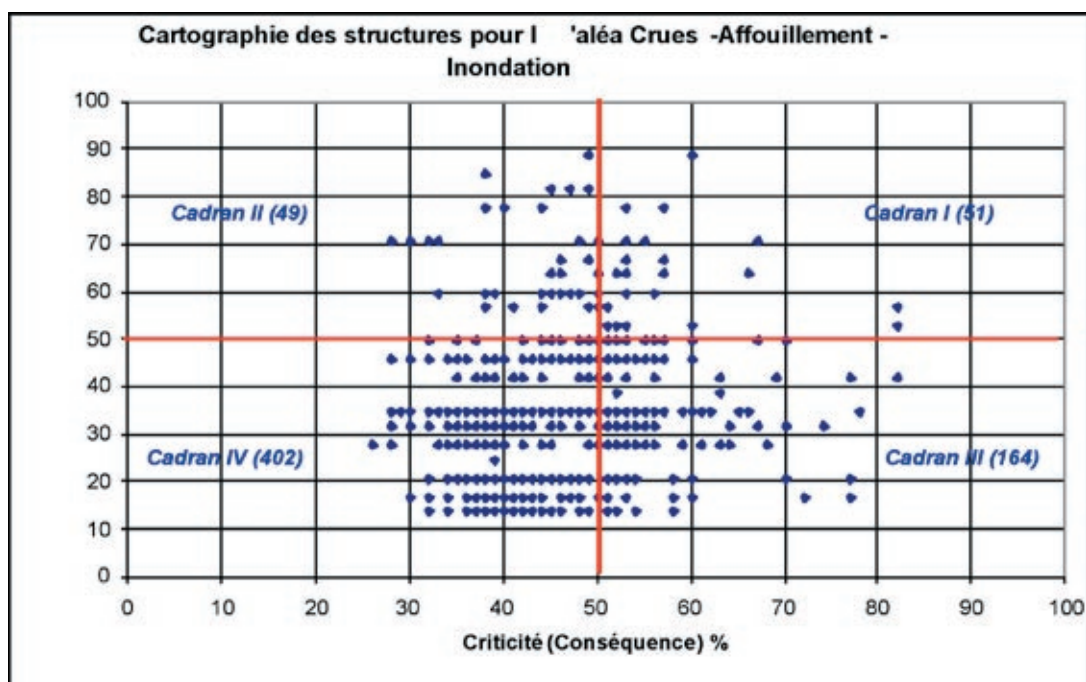
$$Y = y/z * 100$$

y = niveau de vulnérabilité
z = maximum possible du niveau de vulnérabilité qui varie selon le risque

$$X * Y = \text{Niveau de risque}$$

Les résultats obtenus s'échelonnent entre 2 500 et 10 000, les structures ayant un niveau de risque, pour le risque « crue-inondation », élevé étant prioritaire.

Le graphique suivant démontre le classement des structures pour le risque « crue-inondation ».



Étape 6 – Mise en commun des résultats pour tous les risques (À venir)

Après avoir évalué la criticité et la vulnérabilité des structures pour tous les risques retenus, il sera important de mettre les résultats en commun. Cela permettra d'obtenir une vision globale du niveau de vulnérabilité et de criticité de chacune des structures. Cet exercice déterminera les structures critiques et vulnérables à plus d'un risque et permettra de faire une évaluation globale de toutes les mesures à mettre en place pour une même structure.

Étapes 7 et 8 – Inventaires, estimation et détermination des mesures (À venir)

Sur la base de l'information disponible sur les risques, sur les mesures de traitement existantes et sur les priorités de traitement établies, la démarche suivante consistera à déterminer les mesures à mettre en place pour atténuer ou éliminer les risques. La gamme de mesures considérées devrait couvrir les quatre dimensions que sont la prévention, la préparation, l'intervention et le rétablissement⁵.

La réflexion devrait être menée selon une séquence logique. On cherchera d'abord à évaluer si des mesures peuvent éliminer ou réduire les possibilités d'occurrence et l'intensité de l'aléa (prévention). Si cela n'est pas possible, on établira des moyens pour atténuer la vulnérabilité des structures aux divers aléas (préparation). Il apparaît que c'est généralement à ce niveau qu'il est possible d'intervenir pour atténuer ou éliminer le risque. Enfin, on déterminera des mesures permettant d'atténuer les conséquences potentielles associées à la manifestation de l'aléa (intervention – rétablissement).

Étapes 9 et 10 – Planification opérationnelle d'implantation et mise en place des mesures (À venir)

À la lumière des résultats obtenus et des mesures suggérées aux étapes 7 et 8, des décisions sont prises par les autorités compétentes. À la suite de ces dernières, une planification doit être établie en prévoyant les éléments suivants :

- les responsabilités des acteurs;
- les moyens de réalisation;
- l'échéancier de réalisation;
- les résultats attendus;
- le budget nécessaire;
- les indicateurs de performance;
- le processus de révision à mettre en place; celui-ci devrait notamment prévoir un mécanisme pour apprécier l'efficacité des mesures mises en œuvre en lien avec les objectifs poursuivis et les rôles et les responsabilités des acteurs.

5. Bien qu'il soit question de mesures couvrant les quatre dimensions de la sécurité civile, il convient d'insister sur celles associées à la prévention et à la préparation, puisque les mesures liées à l'intervention et au rétablissement réfèrent essentiellement à la mise en œuvre ou à l'activation, au moment et à la suite d'un sinistre, des actions qui ont été prévues lors de la préparation. Ces mesures sont présentées dans le *Plan ministériel de mesures d'urgence et de sécurité civile*.

RÉVISION PÉRIODIQUE

Les risques évoluent, et parfois ils évoluent rapidement. Dans un proche futur, il peut y avoir apparition de nouveaux aléas, notamment en regard de l'augmentation du trafic, des changements climatiques, de la montée des actes terroristes, etc. De plus, le milieu dans lequel se situe une structure peut changer. À titre d'exemple, l'augmentation ou la diminution de population, l'implantation d'une industrie. Enfin, les structures vieillissent, il peut y avoir dégradation ou amélioration de l'état d'une structure suivant la mise en place de mesures correctives. Tous ces éléments mettent en lumière la nécessité de réviser périodiquement l'évaluation de la vulnérabilité des structures.

RÉFÉRENCES

AMERICAN ASSOCIATION OF STATE HIGHWAY AND TRANSPORTATION OFFICIALS. *A Guide to Highway Vulnerability Assessment for Critical Asset Identification and Protection*, National cooperative highway research program, 2002, 39 p.

ASSEMBLÉE NATIONALE. *Loi sur la sécurité civile*, Gouvernement du Québec, Éditeur officiel du Québec, 2001, 54 p.

ASSEMBLÉE NATIONALE. *Loi sur le développement durable*, Gouvernement du Québec, Éditeur officiel du Québec, 2006, 19 p.

CONSEIL POUR LA RÉDUCTION DES ACCIDENTS INDUSTRIELS MAJEURS. *Guide de gestion des risques d'accidents industriels majeurs à l'intention des municipalités et de l'industrie*, CRAIM, PNUE, 2007, 436 p.

GOVERNEMENT DU CANADA. *Les menaces aux infrastructures essentielles Canadiennes*, [En ligne]. [http://ww3.ps-sp.gc.ca/opsprods/other/TA03-001_f.pdf] (Consulté le 31 août 2007).

HOMELAND SECURITY. *National Infrastructure Protection Plan*, [En ligne]. [http://www.ni2ciel.org/NIPC/NIPP_Plan.pdf] (Consulté le 31 août 2007).

MINISTÈRE DE LA SÉCURITÉ PUBLIQUE DU QUÉBEC. *Cadre de référence pour la gestion des risques*, Direction générale de la sécurité civile et de la sécurité incendie, mars 2007, document en consultation.

MINISTÈRE DE LA SÉCURITÉ PUBLIQUE DU QUÉBEC. *Approche et principes en sécurité civile*, Direction générale de la sécurité civile et de la sécurité incendie, mars 2007, document en consultation.

MINISTÈRE DES TRANSPORTS – QUÉBEC. *Guide pratique sur la gestion des risques*, Direction de la vérification interne et de l'évaluation de programmes, Ministère des Transports, août 2005, 39 p.

- MINISTÈRE DES TRANSPORTS – QUÉBEC. *Manuel d'évaluation patrimoniale des ponts du Québec*, Direction des structures, Ministère des Transports, septembre 2006.
- MINISTÈRE DES TRANSPORTS – QUÉBEC. *Manuel d'inspection des structures – Critères pour l'évaluation des dommages*, Direction des structures, Ministère des Transports, novembre 2005, 174 pages.
- MINISTÈRE DES TRANSPORTS – QUÉBEC. *Manuel d'inspection des structures – Instructions techniques*, Direction des structures, Ministère des Transports, novembre 2005.
- MINISTÈRE DES TRANSPORTS – QUÉBEC. *Manuel système de gestion des structures SGS-5016*, Direction des structures, Ministère des Transports, décembre 2000.
- PATRY, Robert. *L'identification, l'évaluation et la gestion des infrastructures routières MTO vulnérables au terrorisme CBRN – Recensement et analyse des démarches et méthodes Document de référence*, Volume 1, Service de la sécurité civile, mars 2007, 138 p.
- POUMADÈRE, Marc. *Enjeux de la communication publique des risques pour la santé et l'environnement*, Revue européenne de Psychologie Appliquée, 1^{er} trimestre, vol. 45, no 1, 1995.
- SÉCURITÉ PUBLIQUE CANADA. *Programme national de fiabilité des infrastructures essentielles – critères de sélection*, [En ligne]. [http://www.publicsafety.gc.ca/prg/em/nciap/assets_criteria-fr.asp] (Consulté le 31 août 2007).
- STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND. *AS/NZS 4360: 2004, Australian/New Zealand Standard; Risk Management*, AS/NZS, 2004.
- STANDARDS AUSTRALIA/STANDARDS NEW ZEALAND. *HB436:2004, Risk Management Guidelines; Companion to AS/NZS 4360:2004*, AS/NZS, December 2005, p. 120.
- TREMBLAY, Line. *La gestion des risques liés aux routes*, Innovation Transport, no 21, Octobre 2004, p. 22-25.