

# Défis actuels et émergents dans la gestion des risques routiers au Québec

J. Legault  
Ministère des Transports du Québec, Canada  
[Johanne.Legault@mtq.gouv.qc.ca](mailto:Johanne.Legault@mtq.gouv.qc.ca)

## « Résumé »

D'une superficie de 1 700 000 km<sup>2</sup>, le Québec présente un climat dont les variations de température sont importantes compte tenu de ses caractéristiques géographiques. À ceci s'ajoutent des particularités : le fleuve Saint-Laurent qui traverse des dépôts d'argile marine reconnus comme étant sensibles; de nombreux lacs, réservoirs et barrages hydro-électriques; plusieurs aéroports en région isolée; un réseau routier estimé à 320 000 km.

Le ministère des Transports du Québec gère et entretient 30 400 km de ce réseau (réseau supérieur), y compris quelque 10 000 structures (ponts, ponts d'étagement et autres). La majorité des infrastructures de transport ont été construites dans les années 1960 à 1980 sur la base de connaissances qui ont, depuis, considérablement évolué; les infrastructures de transport ont été conçues à partir de scénarios climatiques qui sont aujourd'hui remis en question ou modifiés.

Les principaux risques auxquels est confronté le Québec sont : la fonte du pergélisol dans le nord du Québec, l'érosion des berges en milieu côtier le long du Saint-Laurent et dans le golfe, les feux de forêt, les inondations dues aux crues et hautes marées, les glissements de terrain, la pluie verglaçante et autres conditions hivernales extrêmes, le transport du matériel lourd et des matières dangereuses.

Le Ministère s'est doté de quelques outils de gestion des risques, et poursuit la recherche et le développement relativement aux routes et aux structures afin de mettre en œuvre des solutions adaptées au contexte québécois. Dans un contexte de restrictions budgétaires, le Ministère doit cibler et prioriser judicieusement ses interventions et se préparer à faire face aux défis émergents, engendrés par les changements climatiques ou résultant de l'interdépendance des systèmes essentiels de transport. À cet effet, la gestion intégrée des risques, basée sur des données multidisciplinaires objectives, fiables et vérifiables et sur des méthodologies rigoureuses et bien documentées, demeure l'approche à privilégier.

## 1. LE QUÉBEC

D'une superficie d'environ 1 700 000 km<sup>2</sup>, le Québec compte quelque 320 000 km de routes. Il pourrait contenir 5 fois le Japon ou 3 fois la France. Sa population est de 7,7 millions d'habitants seulement, alors que la ville de Mexico en compte plus du double.

La majorité de la population habite dans la partie sud du Québec et 80 % de la population du Québec vit près des rives du fleuve Saint-Laurent sur des sols argileux provenant de mers postglaciaires. Les zones habitées se situent au sud où le climat est tempéré, la forêt est mixte et où quatre saisons se succèdent.

Au nord, le climat est plus aride, particulièrement au nord de la limite des grands arbres où le territoire connaît les rigueurs d'un climat arctique et une végétation de toundra. C'est dans les régions nordiques que l'on trouve le pergélisol (sous-sol gelé en permanence). Le Nord-du-Québec est presque inhabité, avec seulement 35 000 habitants.

## **2. LE MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC**

La mission du Ministère consiste à « assurer, sur tout le territoire (du Québec), la mobilité durable des personnes et des marchandises par des systèmes de transport efficaces et sécuritaires qui contribuent au développement du Québec ».

Pour ce faire, le Ministère compte environ 4 000 employés permanents et 3 000 employés occasionnels répartis dans 14 directions territoriales, 60 centres de services, 1 Bureau pour la coordination du Nord-du-Québec et 2 centres intégrés de gestion de la circulation.

Là où le réseau routier est inexistant, en région éloignée, en région isolée ou en absence de structures pour enjamber des cours d'eau d'importance, le Ministère réalise sa mission par d'autres modes et infrastructures de transport, tels les aéroports dans le Nord-du-Québec, les traversiers, les dessertes maritime et aérienne, et le chemin de fer Québec Central, qui relèvent de son administration.

## **3. LE RÉSEAU ROUTIER QUÉBÉCOIS**

Sur les quelque 320 000 km de route qui sillonnent le Québec, 30 400 km sont sous la responsabilité du Ministère et 102 000 km sont de compétence municipale. La différence relève d'autres administrations telles que : Hydro-Québec (3 300 km), le ministère des Ressources naturelles (186 000 km), le gouvernement fédéral (500 km). Le ministère des Transports du Québec gère aussi les quelque 10 000 ponts et ponts d'étagement (y compris ceux des municipalités de moins de 100 000 habitants) et les 3 tunnels de la région montréalaise, dont le plus important passe sous la voie maritime du Saint-Laurent.

Le réseau routier s'étend d'est en ouest en suivant les rives du Saint-Laurent. Vers le nord, le réseau routier permet de joindre les grands barrages de la Baie-James, qui relèvent de la société d'État Hydro-Québec. Les voies de contournement sont souvent absentes dans le nord et l'est. Un important corridor multimodal de commerce traverse le Québec, reliant les provinces maritimes, l'Ontario et les États-Unis.

## **4. LES STRUCTURES/OUVRAGES D'ART**

Les structures et infrastructures ont été construites dans les années 1960 à 1980, dans le respect des normes canadiennes de conception, de construction et d'entretien et des normes ministérielles de conception routière, d'ouvrages d'art et de ponceaux. Celles-ci tiennent compte des normes de sécurité routière, des normes environnementales ainsi que des risques naturels liés aux mouvements de sol.

Préalablement aux travaux, des analyses géotechniques sont réalisées afin de vérifier si la route peut être théoriquement à risque en raison des glissements de terrain. Certains tracés à l'étude ou existants ont été modifiés pour tenir compte de ces risques.

La conception d'ouvrages d'art tient compte des risques en fonction de leur catégorie d'appartenance et des risques d'atteinte aux structures par une activité sismique, selon le Code canadien sur le calcul des ponts routiers (CAN/CSA-S6-06). Depuis 1987, des données concernant les structures sont intégrées dans un système de gestion, nommé le système GSQ-6026, qui contient une multitude de données d'inventaire, d'inspection et d'évaluation. Ces données sont utilisées à diverses fins, notamment dans le cadre des travaux permettant l'analyse de la vulnérabilité d'infrastructures face à divers risques.

## 5. LA VULNÉRABILITÉ DES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORT

Les infrastructures ont été construites sur la base d'information qui a évolué depuis les années 1960 : le transport est devenu plus lourd, on observe un plus fort DJMA (débit journalier moyen annuel) et un pourcentage accru de camions, particulièrement dans les corridors de commerce transfrontaliers avec les États-Unis et l'Ontario.

De plus, les infrastructures de transport ont été conçues à partir de scénarios climatiques qui sont aujourd'hui remis en question ou modifiés. Ainsi, lors de la conception et de la construction des ouvrages au Nunavik, aucune mesure de protection du pergélisol n'a été prise étant donné que l'on prévoyait un contexte de climat stable.

Face à ces nouvelles conditions climatiques, les infrastructures peuvent donc présenter de nouvelles vulnérabilités attribuables notamment à leur design initial, à leur âge (durée de vie) ou au niveau d'entretien reçu. Ces nouvelles vulnérabilités techniques et structurelles de même que les nouvelles conditions environnementales sont souvent inconnues ou méconnues, bien que des études soient en cours pour en apprendre davantage.

Par ailleurs, les infrastructures peuvent être fréquemment touchées par les risques liés aux catastrophes naturelles ou d'origine anthropique (figure 1) et aussi constituer une cible de choix pour les actes malveillants, selon les tendances observées dans le monde.



Figure 1 – Principaux risques affectant le Québec

## 6. LA GESTION DES RISQUES AU MINISTÈRE

Les principes fondamentaux de la gestion des risques sont appliqués depuis longtemps aux infrastructures de transport. Toutefois, les façons de faire ont beaucoup évolué depuis les dernières années. Cela s'explique par les avancées technologiques, la mondialisation des échanges et les technologies de l'information qui, se conjuguant, ont entraîné des changements dans les techniques et méthodes de gestion des risques routiers.

Les actions du Ministère se basent de plus en plus sur des critères objectifs et vérifiables. Ce dernier mise sur le développement des connaissances scientifiques, multidisciplinaires et objectives, et sur des données à jour, fiables et vérifiables pour gérer ses activités de planification, de construction, d'entretien et de *monitoring* des infrastructures de transport.

Le gouvernement du Québec définit la gestion des risques comme une approche visant la réduction des risques par la prise en considération constante et systématique des risques dans les décisions administratives, dans la gestion des ressources ainsi que dans la façon d'assumer des responsabilités. La démarche vise à concilier la prise de risques et la maîtrise des dangers afin de rendre le risque acceptable, le risque zéro étant reconnu comme inexistant.

## 7. L'APPLICATION DE LA GESTION DES RISQUES AU MINISTÈRE

Les exemples pratiques décrits ci-après illustrent l'engagement du ministère des Transports du Québec dans le domaine de la gestion des risques :

- ✚ Adaptation aux changements climatiques (7.1)
- ✚ Mesures de réduction des risques anthropiques (7.2)
- ✚ Projets routiers et risques financiers (7.3)
- ✚ Perception sociale des risques (7.4)
- ✚ Développement et application de méthodes de gestion des risques (7.5)

### 7.1 Adaptation aux changements climatiques

#### 7.1.1 *Nouvelle approche de planification et de gestion des infrastructures aéroportuaires du Ministère au Nunavik dans un contexte de changements climatiques : vers une stratégie d'adaptation*

Au Nunavik, le pergélisol a une teneur en glace importante. On a observé qu'il fond rapidement avec la hausse des températures en raison des changements climatiques ainsi que de l'échange thermique attribuable à l'écoulement de l'eau et à l'accumulation naturelle et mécanique de neige au pied des remblais.

Entre 1997 et 2000, les températures atmosphériques moyennes annuelles ont augmenté de 3,5 °C. Cette hausse est de 5 à 7 fois plus rapide que la hausse planétaire durant la même période. On a également observé que les précipitations ont augmenté de 16,8 à 29,4 % en hiver et de 3,0 à 12,1 % en été.

Aucune mesure de protection contre le dégel du pergélisol n'a été considérée lors de la conception et de la construction des infrastructures, car on prévoyait alors un contexte de climat stable. On observe maintenant des dégradations importantes sur les infrastructures, telles que des fissurations au sommet des remblais, des tassements sur toute la largeur

de l'infrastructure et une perturbation du système de drainage au pied des remblais des routes et des pistes d'atterrissage. La hausse des températures annoncée accentuera l'ampleur et la vitesse auxquelles les dégradations se produisent. L'adoption d'une approche adaptée de conception et d'entretien des ouvrages est donc nécessaire pour tenir compte des facteurs liés aux changements climatiques.

Depuis 2003, des relevés géophysiques (sismique réfraction et géoradar) et des forages profonds avec récupération d'échantillons ont été effectués. Depuis 2004, des inspections sur le terrain permettent de suivre l'évolution des dépressions existantes et de répertorier les nouvelles, ainsi que les mares d'eau et les accumulations de neige en pied de talus. Des plaques de tassement ont été mises en place aux endroits où les dépressions sont importantes afin de suivre l'évolution des tassements, et ce, malgré les travaux d'entretien courants, qui en y remédiant peuvent camoufler le problème.

Des câbles à thermistance ont été mis en place par l'Université Laval depuis 2005 pour documenter l'évolution de la situation. De nouvelles techniques, telles que le drain thermique, le remblai en pente douce, le remblai à convection et la surface réfléchissante, ont été expérimentées. Une étude aérodynamique sera réalisée sur le site de l'aéroport de Tasiujaq afin de valider la pertinence d'installer des clôtures à neige pour minimiser l'accumulation de neige à la base des remblais.

#### *7.1.2 Érosion des berges aux Îles-de-la-Madeleine*

Les Îles-de-la-Madeleine sont situées dans le golfe du Saint-Laurent. L'action conjuguée de la mer et du vent agit de façon très dynamique sur l'ensemble du littoral des îles, causant l'érosion des berges. Ce phénomène est accentué par les changements climatiques qui engendrent des tempêtes de plus grande envergure. Lors de l'inventaire routier en 2007, le Ministère a décelé 20 sites vulnérables à l'érosion répartis sur 10,9 km, soit plus de 12 % du système routier dans l'axe de la côte (84,7 km).

Depuis cinq ans, ces sites nécessitent des entretiens constants et une surveillance étroite. Certains secteurs requièrent souvent des recharges de plages à la suite d'une tempête. Le plan d'action 2009-2012 contient les principales mesures à prendre pour contrer l'érosion des berges aux Îles-de-la-Madeleine en fonction des secteurs prioritaires. Les critères utilisés pour classer ces sites sont : l'exposition aux tempêtes, la provenance des tempêtes, le risque de surcote, le taux de recul annuel, la nature du substrat de la côte et le nombre d'interventions depuis les 20 dernières années.

Plusieurs recherches ont été réalisées ou sont en cours sur ces sites afin de caractériser leur sédimentologie et leur géomorphologie, évaluer leur sensibilité aux changements climatiques, effectuer des levés côtiers et analyser la faisabilité des mesures de protection des berges. À ce propos, une avenue envisagée est l'utilisation des sables de dragage de Mines Seleine pour la recharge des plages, en raison de la proximité de la ressource et des grandes quantités disponibles.

#### *7.1.3 Bris de barrage et inondations au Saguenay*

Le territoire du Saguenay–Lac-Saint-Jean comprend plusieurs barrages hydroélectriques. Son bassin versant est le cinquième en importance au Québec et le second après celui de la rivière Outaouais, alimentant le fleuve Saint-Laurent. Il présente un climat continental humide à été froid sans saison sèche. Sa situation géographique le prédispose aux précipitations.

À l'été 1996, des pluies diluviennes se sont abattues sur la région du Saguenay causant la rupture de barrages et d'importantes inondations. Plusieurs berges de rivières, habitations, villages et infrastructures de transport ont été endommagés, emportés ou détruits. À la suite des recommandations du rapport Nicolet sur la gestion des bassins versants et des barrages, le Ministère, en partenariat avec divers organismes et d'autres ministères, a développé et mis en ligne un outil de géomatique (atlas en ligne) qui regroupe les données sur la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean.

Cet outil, qui porte le nom de Web SCORE, permet de consulter les données historiques relatives aux inondations et de connaître l'information relative au réseau routier, les données descriptives et de localisation relatives aux structures, ponts et ponceaux. Aussi, il permet de simuler les conséquences des inondations sur les infrastructures ainsi que le temps réel de l'onde de submersion à des points stratégiques et d'apprécier l'ensemble des effets collatéraux sur les partenaires (p. ex. : lignes de transport d'énergie d'Hydro-Québec).

De plus, à partir du Web SCORE, l'utilisateur peut avoir accès aux plans d'urgence élaboré pour chaque barrage dont le niveau de conséquence est jugé de moyen à considérable afin de protéger les personnes et les biens (structures). Il comprend aussi l'inventaire des situations qui pourraient causer une rupture de barrage, la description générale du territoire inondé, les procédures d'alerte, de même que les cartes d'inondation.

#### *7.1.4 Feux de forêt à Chibougamau*

Près de 130 feux de forêt sont rapportés chaque année sur le territoire du Saguenay–Lac-Saint-Jean–Chibougamau. La chaleur et la sécheresse de mai à septembre ainsi que les hivers sans neige augmentent le nombre de feux de forêt. De 1991 à 2002, des températures supérieures à la normale ont été enregistrées. Les années 2002, 2009 et 2010 ont présenté des caractéristiques exceptionnelles pour engendrer les feux de forêt. L'année 2009 a été caractérisée par un printemps sans neige et un mois de mai venteux avec des rafales atteignant 100 km/h.

Les feux de forêt ont un impact direct sur les infrastructures routières dans la région de Chibougamau où le réseau routier est entouré de forêt et ne dispose pas de voies de contournement. Un feu de forêt, même éloigné de la route, peut avoir des conséquences sur la mobilité des personnes et des marchandises, en raison de la visibilité principalement. Les feux de forêt ont également un impact majeur sur l'industrie forestière qui représente une activité économique importante au Québec. L'interruption du réseau routier entraîne aussi des impacts économiques importants pour la région.

Le Ministère agit en coordination avec la Société de protection des forêts contre le feu (SOPFEU) et Hydro-Québec pour les feux de foudre et la localisation de l'ensemble des feux de forêt; il effectue des survols en hélicoptère afin de connaître l'état de la situation par rapport au réseau routier.

Le Ministère intervient en établissant des barrages routiers sur son réseau et sur les chemins forestiers; il interrompt la circulation et organise des convois avec escorte pour les usagers de la route et le transport lourd. Le déplacement des populations peut devenir nécessaire à titre préventif. À la suite du passage des feux, le Ministère fait l'inspection des ponts et participe au débriefing de l'évènement. À l'issue des derniers évènements, le Ministère déboisera une largeur de 75 m le long du réseau routier de la réserve faunique de Laurentides (mur coupe-feu) et préparera des plans d'intervention pour faire face aux situations engendrées par les feux de forêt.

La SOPFEU, qui surveille le territoire pour la protection de la forêt, dispose d'un logiciel des points de chute de foudre regroupant des observations et des prévisions météorologiques provenant de 159 stations météo et permettant d'apprécier en temps réel la localisation du feu par rapport au réseau routier du Ministère. Le logiciel utilisé par la SOPFEU en géoconférence sera bientôt accessible en ligne à tous les partenaires de la sécurité civile et du ministère des Transports du Québec.

## 7.2 Mesures de réduction des risques anthropiques

### 7.2.1 *Le transport de produits d'aluminium par barge pour Aluminerie Alouette*

Aluminerie Alouette est un important producteur d'aluminium, situé à Sept-Îles sur la Basse-Côte-Nord, qui vend sa production au Canada, aux États-Unis et outre-mer. Avant 2005, Aluminerie Alouette acheminait sa production destinée au marché continental par camion, par rail et occasionnellement par navire.

L'adoption d'une solution de transport multimodale (camion-barge-camion ou rail) par Aluminerie Alouette pour le transport des produits d'aluminium a permis une réduction annuelle de 10 % du nombre de mouvements (14 000/140 000 mouvements/année) sur un segment de la route 138 de la Haute-Côte-Nord, identifiée à haut risque d'accident graves ou mortels compte tenu que des camions lourds y sont souvent impliqués.

On estime que le transport par barge a permis des réductions nettes d'émissions de gaz à effet de serre de 38 000 tonnes par année. Le coût d'entretien du réseau routier a été réduit de quelque 600 000 \$ par année. La réduction du nombre de camions sur la route a permis de désengorger le service de traversier qui relie le côté est au côté ouest de la rivière Saguenay en bordure du fleuve Saint-Laurent.

### 7.2.2 *Les exigences réglementaires d'assistance électronique à la conduite pour les camions-citernes de matières dangereuses*

Au Canada, le transport des matières dangereuses par route occupe la part la plus importante du tonnage de matières dangereuses transporté (50,8 % par la route). En moyenne annuellement au Québec, on dénombre 178 accidents impliquant le transport de matières dangereuses. Soixante-trois pourcent (63 %) des accidents de véhicule transportant des matières dangereuses impliquent des camions-citernes (de 1995 à 2007).

Le développement des infrastructures de transport, la vitesse élevée des véhicules, la capacité accrue des camions-citernes et l'augmentation des quantités transportées liés à la croissance des débits de circulation multiplient les risques d'accident. Au Québec, on estime que le parc de camions-citernes qui transportent des matières dangereuses est d'environ 8 000. Une analyse de risque a été réalisée afin de déterminer les effets de la vitesse et l'effet centrifuge sur les véhicules.

À la suite des résultats de l'étude, le ministre a fait ajouter dans le Règlement sur le transport des matières dangereuses (RTMD) les obligations suivantes : « À compter du 15 août 2006, un camion-citerne qui transporte des matières dangereuses doit être muni soit d'un appareil permettant de faire un suivi du comportement du conducteur, lequel enregistre les variations importantes de la vitesse et les données pertinentes concernant la date, l'heure et la vitesse, soit un système électronique de stabilisation dynamique du véhicule qui assiste le conducteur lors d'une manœuvre critique. » Dans le cas du véhicule routier motorisé qui a été assemblé avant le 15 août 2006 : « L'un ou l'autre des dispositifs mentionnés au premier alinéa peut être remplacé par un limiteur de vitesse qui restreint cette dernière à 100 km/h. »

L'installation d'un système d'enregistrement de la vitesse (SEV) dans le camion a eu un effet positif sur le comportement du camionneur. Le système électronique de stabilisation, muni de différents capteurs (gyroscope, accéléromètre, etc.), est particulièrement efficace puisqu'il prend systématiquement le contrôle du freinage ABS (*anti lock brakesystem*) d'un ensemble de véhicules (tracteur et remorque) lorsque les sondes détectent la moindre perte de contrôle.

### 7.2.3 Le processus ministériel en monitoring des structures

Depuis une dizaine d'années, le ministère des Transports du Québec met l'accent sur le *monitoring* du réseau routier. Le *monitoring* concerne l'ensemble des activités nécessaires pour obtenir, en continu, une connaissance adéquate de l'état et de l'utilisation du réseau routier dans le but d'intervenir rapidement et de mettre en œuvre les mesures nécessaires pour assurer la sécurité des usagers, pour leur porter assistance et pour maintenir la fonctionnalité de ce réseau et la fluidité de la circulation.

Le Ministère gère selon un cadre ministériel de gestion du *monitoring* du réseau routier. Les fréquences de surveillance du réseau sont modulées en fonction de la classification fonctionnelle et du débit journalier moyen annuel (DJMA) de la route. Les risques associés à l'exploitation du réseau routier sont considérés dans l'établissement des fréquences de patrouille. À titre d'exemple, mentionnons : les risques de bris associés aux défauts des ponceaux; les risques de détachement du béton de surface des tunnels et des ponts d'étagement; les risques d'incidents et d'entraves à la circulation sur des routes à fort débit (surveillées par un réseau de caméras et des visites sur le terrain).

Les ponts-routes sont des points névralgiques du réseau routier. L'effondrement d'un pont d'étagement, le 30 septembre 2006, entraînant la mort de 5 personnes et en blessant 6 autres, a conduit le Ministère à mettre en œuvre plusieurs actions. La destruction à plus ou moins court terme de 135 ponts construits dans les mêmes années (dont certains de même conception) a été entreprise sans tarder et des investissements sans précédent de 5,4 milliards de dollars ont été engagés pour la réfection des structures d'ici 2013. Le Ministère a produit un plan d'action, dont une des mesures consiste à implanter une démarche de gestion des risques par le *monitoring* des structures (en élaboration).

Le processus de *monitoring* du réseau a été achevé en 2008 avec l'ajout du *monitoring* des structures (au total quelque 10 000 structures érigées entre 1960 et 1980). Il permet de signaler les anomalies structurelles et d'intervenir rapidement en fonction des risques potentiels pour la sécurité de l'usager de la route ou des riverains. Entre deux inspections générales ou annuelles, une patrouille méthodique est effectuée par un personnel formé à cet effet pour s'assurer de la bonne tenue d'une structure et de la sécurité des ponts d'étagement voies portées pour les usagers.

## 7.3 Projets routiers et risque financier

### 7.3.1 La gestion des risques pour le projet d'élargissement de l'axe routier 73/175

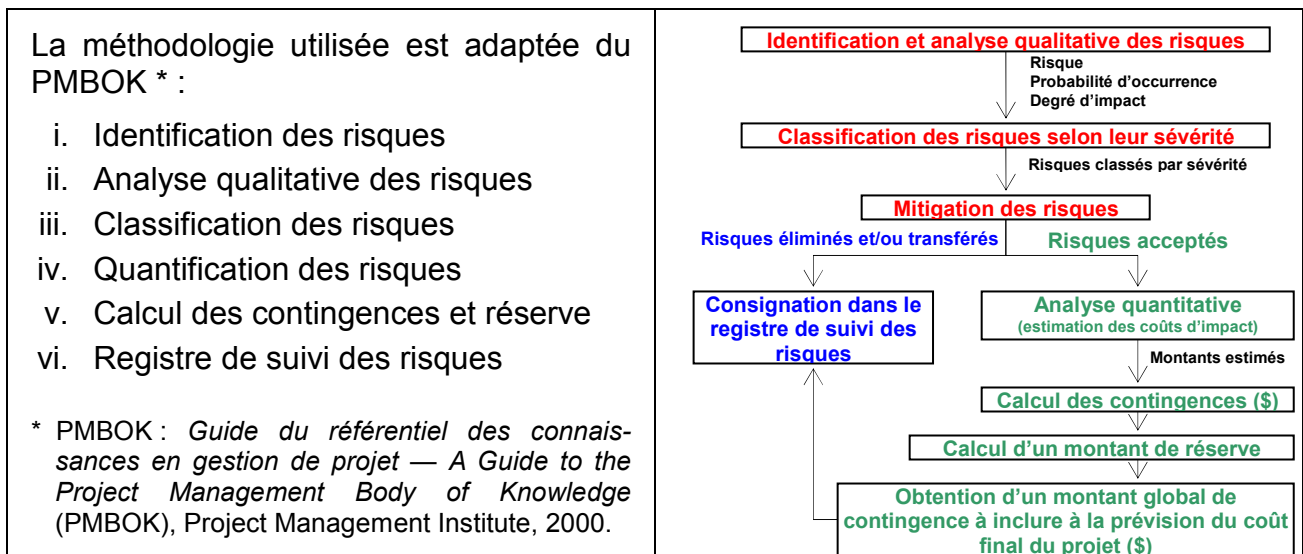
La route 175 est le principal lien qui relie les villes de Saguenay et de Québec. Cette route à deux voies s'étend sur 174 kilomètres et traverse un milieu forestier au relief accidenté. Elle n'offre aucune voie de contournement à l'intérieur de la réserve faunique des Laurentides. Plusieurs accidents routiers majeurs ont été rapportés sur cette route. Un projet de réaménagement, annoncé en 2002, prévoit une route à 4 voies et à chaussées séparées par un terre-plein central. Les deux paliers de gouvernement — Canada et du Québec — qui se partagent les coûts, ont convenu que le projet se réalise selon un processus intégrant une gestion des risques pour les grands enjeux implicites au projet.



Pour le ministère des Transports du Québec, il s'agit de gérer les risques d'un projet routier selon une méthode rigoureuse, en ce qui concerne l'aspect financier, la sécurité des travailleurs et des usagers, la protection de l'environnement ainsi que le maintien de la circulation et de la fluidité.

Un Bureau de projet a été mis sur pied pour appuyer les directions territoriales concernées dans la planification, la coordination, la gestion et le suivi du projet de l'axe routier 73/175, en plus d'en assumer la maîtrise d'œuvre en santé et sécurité. Une première analyse de risques a été effectuée en 2003. Par la suite, des mises à jour ont été réalisées chaque année et continueront de l'être jusqu'à la fin des travaux.

Tableau 1 – La méthode utilisée pour l'axe routier 73/175



- Chaque risque a été identifié à l'aide de la formulation suivante : « Compte tenu que <causes>, il se pourrait que survienne <risque>, ce qui aurait pour conséquence les <impacts>. ».
- Le degré d'impact de chaque risque a été déterminé sur différents aspects du projet (principalement coûts et délais) de même que leur probabilité d'occurrence.
- Les risques ont été classés par ordre décroissant de sévérité, laquelle est calculée en faisant la moyenne des degrés d'impact et en multipliant le résultat par la probabilité d'occurrence du risque.
- Les risques ont été quantifiés en déterminant un coût d'impact plus précis, c'est-à-dire « combien il en coûterait si le risque survenait ».
- Pour chaque risque, un montant de contingences et de réserve a été calculé afin d'établir le budget global à prévoir. La contingence est calculée en multipliant le coût d'impact par la probabilité d'occurrence (en pourcentage) du risque. La réserve, qui est un fonds alloué pour couvrir l'incertitude des éléments inconnus du projet (soit les risques non identifiés qui pourraient survenir) a été évaluée à environ 10 % du total de contingences. La somme des contingences de chaque risque et de la réserve représente le montant total à ajouter au budget du projet, à titre de provision, pour en évaluer le coût final anticipé.
- Les résultats sont consignés dans un registre des risques du projet. Chaque année, ce registre est mis à jour. Tous les risques sont réévalués (impact et probabilité d'occurrence) et, si nécessaire, de nouveaux risques sont ajoutés. Un nouveau montant prévisionnel pour contingences est alors calculé.

Initialement envisagé en tant que projet global, il a été subdivisé par la suite en tronçons et en sous-tronçons routiers correspondant à autant de contrats distincts, pour lesquels une analyse de risque spécifique a été réalisée. Ceci a eu pour effet d'augmenter la précision des analyses. L'application de la méthode établit qu'au début du projet, en 2003, son coût total était estimé à 711 millions de dollars, incluant une provision pour contingences et réserve de 60 millions de dollars. En 2010, alors que plus de la moitié du projet est réalisée, son coût global est évalué à 1 100 millions de dollars. La mise à jour pour 2010 reflète davantage la réalité quant aux coûts d'impacts d'éventuelles réclamations de la part des entrepreneurs, aspect qui avait été sous-évalué au début du projet.

### *7.3.2 Le parachèvement de l'autoroute 25*

Le projet du parachèvement de l'autoroute 25 a fait l'objet d'une analyse par un groupe de spécialistes afin d'identifier et de quantifier les risques, et de produire une matrice de risques. Pour chaque phase du projet (conception, construction, exploitation et réhabilitation), les risques identifiés ont été classés dans 4 catégories et ont fait l'objet de 4 sous-comités : risques financiers et économiques, risques techniques, risques légaux, juridiques et règlementaires, et, risques sociopolitiques. La même démarche rigoureuse a été suivie par les 4 sous-comités. Cet exercice a aussi permis de déterminer le mode de réalisation le plus approprié, soit le mode conventionnel ou le mode PPP (partenariat public-privé).

La méthode du Ministère, pour la quantification des risques transférés au partenaire, est inspirée de la méthode multipoints de Partnerships British Columbia. Celle-ci consiste à estimer pour chacun des risques la probabilité que le risque se produise. En supposant que le risque se produise, on évalue la probabilité que l'impact soit faible, moyen ou élevé. Puis on estime le coût associé à cette probabilité. Les données obtenues sont intégrées à la matrice de risques qui calcule automatiquement la valeur moyenne du coût de l'impact, si le risque se produit, et la valeur moyenne espérée, qui tient compte de la probabilité que le risque se produise ainsi que les écart-types correspondants.

La démarche est complétée par une validation de la quantification et de l'allocation des risques, ainsi que des mesures d'atténuation par le groupe de spécialistes. Une évaluation du mode conventionnel est effectuée en tenant compte de ces mêmes risques dans le calcul du comparateur public. Les risques sont inclus dans l'entente de partenariat.

### *7.3.3 La gestion du risque financier – Contrats de déneigement*

Le ministère des Transports du Québec assure l'entretien hivernal des chaussées dont il a la responsabilité. Quarante-deux pourcent (42 %) des activités d'entretien hivernal des chaussées sont confiées par contrat à des entrepreneurs locaux, ce qui correspond à 66 % des contrats de déneigement et de déglçage par année.

Depuis les 10 dernières années, le Ministère est aux prises avec deux problématiques majeures en lien avec les contrats pour les opérations d'entretien hivernal. La première est la compétitivité en ce qui concerne l'attribution de contrats dans certaines régions et la seconde, la hausse généralisée du coût de ceux-ci.

En 2005-2006, le coût du déneigement, y compris les matériaux et la gestion des équipements, s'élevait à 204,6 millions de dollars, ce qui constituait une augmentation de 19 % depuis l'année financière 2002-2003. Entre 1998 et 2006, les dépenses liées à l'entretien hivernal ont subi une augmentation de 68 % pour le territoire de l'est du Québec. Cette hausse des dépenses représente un risque budgétaire important pour l'organisation.

Le ministère des Transports du Québec a donc mis sur pied un projet-pilote basé sur une approche permettant d'établir une relation gagnant-gagnant entre lui et les entrepreneurs en réduisant : 1) le risque contractuel transféré à ces derniers; 2) le risque financier subi par le Ministère; et 3) la vulnérabilité du Ministère face au manque de compétitivité dans certaines régions.

La solution proposée se base sur le nombre d'opérations ou le taux d'épandage des fondants, et sur les précipitations de neige. De plus, une nouvelle clause contractuelle offre aux entrepreneurs la possibilité de recourir à la sous-traitance dans une proportion allant jusqu'à 50 % du montant du contrat. Cette clause permet d'ouvrir le marché aux petits entrepreneurs et d'accroître la concurrence au moment de l'attribution des contrats.

Le nombre d'heures est évalué en faisant la moyenne du nombre d'heures d'opération annuel des trois dernières années. Dans le but d'assurer un suivi adéquat du nombre d'heures (d'opération d'entretien hivernal) réalisé pendant la période contractuelle, le Ministère a exigé l'installation de systèmes de localisation automatisés (GPS) dans chaque véhicule. Le nombre d'heures d'opération réalisé au cours d'une saison est donc calculé à partir des données recueillies à l'aide de cet outil.

Le montant du contrat est ajusté, à la hausse ou à la baisse, par le Ministère si la quantité de neige tombée au cours de la saison d'hiver est inférieure à 260 cm ou supérieure à 300 cm. Le montant de l'ajustement est limité à 15 % de la valeur du contrat et couvre uniquement les activités propres au déneigement, au déglçage, au transport de neige et à la patrouille du circuit.

Les deux premières années du projet-pilote ont permis de constater : 1) la recrudescence de l'intérêt porté par les entrepreneurs aux contrats de déneigement et de déglçage offerts par le Ministère; 2) l'augmentation des présences lors des séances d'information; 3) la venue de nouveaux entrepreneurs qui ont déposé des offres de services, ce qui peut permettre de réduire le risque lié au manque de concurrence dans certaines régions.

Les clauses de partage de risques combinant l'ajustement basé sur la quantité de fondants et celui basé sur le nombre d'heures d'opération semblent particulièrement efficaces pour limiter la progression des dépenses associées aux contrats, voire les diminuer, ce qui permet de limiter le risque financier pour le Ministère.

Dans le cadre de ce projet pilote, les frais associés à ce déploiement technologique ont été payés par le ministère des Transports du Québec. Ces frais peuvent être plus ou moins importants en fonction du type d'équipement présent sur les véhicules des entrepreneurs.

## 7.4 Perception sociale des risques

### 7.4.1 *La perception des Québécois relativement à la sécurité routière*

Au Québec, il y a en moyenne chaque année 48 000 victimes, tuées ou blessées, dans un accident de la route; 80 % de ces accidents sont liés aux comportements des usagers et non à la fatalité. Le Ministère étudie principalement l'impact visuel des tracés de route, des chantiers routiers, de la signalisation, du marquage au sol et de l'environnement des corridors routiers. Toutefois, divers efforts sont faits de concert avec la Société de l'assurance automobile du Québec et la Sûreté du Québec pour promouvoir la sécurité routière par de coûteuses campagnes de sensibilisation.

Des sondages ont été effectués en 2007 pour : 1) cibler les bons publics et les bons messages lors des campagnes; 2) prioriser les sujets qui préoccupent les citoyens et ceux dont la perception sociale est erronée; 3) mesurer les changements de perception et de comportement, suivant une campagne de communication des risques.

Il en résulte que 53 % des Québécois affirment se sentir en sécurité sur les routes du Québec, principalement les personnes qui en font une grande utilisation. La majorité des Québécois, soit 95 %, sous-estiment le nombre de victimes d'accidents routiers. La quasi-totalité des personnes perçoivent que la plupart des accidents pourraient être évités. Plus de la moitié des personnes perçoivent que les autres conducteurs sont la source du problème; la totalité, ou presque, de la population se perçoit comme étant prudente. Les personnes âgées sont les plus craintives par rapport aux accidents routiers. Le rôle des policiers en matière de sécurité routière est bien perçu par la population en général. Deux tiers des jeunes se sentent en sécurité sur la route; ils craignent toutefois davantage que les autres groupes d'âge de se faire intercepter par un policier.

Le principal problème perçu, après l'alcool au volant et la vitesse, est la distraction qu'engendrent le téléphone cellulaire et les autres objets non liés à la conduite. En 2008, le téléphone cellulaire a été interdit au volant sur les routes du Québec. Le taux d'alcool dans le sang ne doit pas dépasser 0,8%. Les cours de conduite ont été de nouveau rendus obligatoires en 2010. Des radars photo ont été installés à des points stratégiques pour réduire la vitesse des usagers de la route depuis 2009.

Les perceptions sociales sont très subjectives et varient en fonction de l'expérience et de l'âge des utilisateurs. Il est très important de les mesurer pour élaborer les programmes de sensibilisation et déterminer les mesures d'atténuation des risques.

## 7.5 Développement et application de méthodes de gestion des risques

### 7.5.1 *La gestion des risques de glissement de terrain dans les sols argileux au Québec*

Plus de 85 % de la population est établie sur des sols argileux propices au développement de glissements de terrain. Quarante pourcent (40 %) des glissements de terrain étudiés ont été déclenchés par des activités d'origine humaine; 60 % sont d'origine naturelle. On dénombre chaque année quelques centaines de glissements de terrain superficiels et rotationnels sur quelques dizaines de mètres. Les glissements rotationnels constituent parfois l'amorce d'un mouvement fortement rétrogressif qui engendre, en quelques minutes, des cicatrices gigantesques que l'on appelle « coulées argileuses », lesquelles peuvent atteindre des dimensions de plusieurs centaines de mètres. Ils peuvent survenir dans les régions les plus densément habitées et, conséquemment, causer des pertes de vie et des dommages considérables aux biens et aux infrastructures.

Le gouvernement du Québec a mis en place un système de gestion du risque de glissement de terrain qui repose sur 4 volets : 1) un nouveau programme de cartographie à l'échelle de 1:5 000 des zones sujettes aux glissements, qui s'accompagne d'un cadre normatif définissant des normes d'intervention adaptées aux contraintes identifiées; 2) une méthodologie de gestion des risques applicable aux zones bâties et cartographiées; 3) un soutien technique du Service de la géotechnique du Ministère et un soutien financier du gouvernement, particulièrement dans les situations d'urgence ou pour des travaux de prévention; 4) des sessions de formation et de sensibilisation visant une meilleure intégration de tous ces efforts dans la communauté. L'expérience des 30 dernières années au Québec montre que chacun de ces volets est essentiel à une gestion efficace des risques de glissement de terrain.

### *7.5.2 Les sites stratégiques d'un réseau autoroutier, un outil de planification et d'exploitation en sécurité civile*

Le Plan ministériel de mesures d'urgence et de sécurité civile définit 20 risques naturels ou anthropiques. Les infrastructures de transport, notamment celles du secteur routier, seraient affectées dans le cas où ces risques se réaliseraient. Certaines infrastructures sont dites « névralgiques », car elles peuvent être affectées par plusieurs types de risques, d'autres sont qualifiées de « stratégiques », car leur non-disponibilité engendre des impacts socioéconomiques majeurs pour le Québec.

Le Ministère s'est doté d'une méthode pour identifier les infrastructures stratégiques et les doter d'un plan d'intervention spécifique qui sera déployé en cas de non-disponibilité de l'infrastructure. Cette méthodologie a été appliquée au réseau autoroutier de la région de Montréal. Elle est inspirée de celle qu'utilisent les compagnies d'assurance pour le calcul des primes à payer par le client, équivalant au produit des coûts associés à la réparation d'un dommage par la probabilité que le dommage se produise.

Les principes de la méthode reposent sur le calcul d'un pointage pour chaque site potentiellement critique. Le pointage attribué à chaque site est une évaluation qualitative de la probabilité que les risques prévus se produisent, du niveau d'alerte affectant la durée de l'intervention (fermeture de la route) et de l'impact sur la mission socioéconomique du Ministère. L'évaluation de la probabilité d'occurrence d'un risque a été obtenue par une enquête auprès des intervenants, soit selon leur perception personnelle du danger.

Quatre niveaux d'alerte, selon la capacité à intervenir et à rétablir, ont été considérés : moins de 4 heures, entre 4 et 24 heures, de 24 à 72 heures et plus de 3 jours. L'impact sur la mission socioéconomique du Ministère est calculé selon 6 critères : 1) le DJMA (débit journalier moyen annuel); 2) la densité du réseau de camionnage; 3) la nature de l'alternative de contournement; 4) la durée moyenne journalière de congestion; 5) la vulnérabilité sismique; 6) la complexité et la géométrie des infrastructures (ponts, voies surélevées, tunnels et échangeurs).

### *7.5.3 La gestion des risques appliquée aux ouvrages d'art*

Le ministère des Transports du Québec gère plus de 10 000 structures. La vulnérabilité technique aux risques est d'abord fonction d'un certain nombre d'éléments, tels le type de structure, l'entretien réalisé et le débit journalier de voitures et de véhicules lourds. Toutefois, elle est aussi fonction du type de risques auxquels les structures sont exposées, dont l'augmentation constante du trafic lourd, la circulation de camions en surcharge, le déversement des matières dangereuses transportées, les crues, l'érosion et l'affouillement, les glissements de terrain et les tremblements de terre.

Qu'un incident résulte d'une défaillance technique ou qu'il soit engendré par un événement naturel ou anthropique, les conséquences en sont tout aussi importantes. La détérioration ou la perte d'une structure peut occasionner des pertes de vies ou entraîner un impact économique majeur. De plus, les interdépendances des réseaux de soutien à la vie (eau, électricité, gaz/carburant, communication) et les infrastructures de transport sont souvent sous-estimées, alors que les effets dominos créés par la rupture ou le dysfonctionnement de l'un ou l'autre de ces réseaux peuvent prendre une ampleur surprenante, voire catastrophique.

Le Ministère a élaboré une méthodologie rigoureuse permettant de déterminer l'indice socioéconomique (ISE) des structures et leur niveau de vulnérabilité à l'égard de divers risques à haut potentiel destructeur. Cette démarche a pour but de cibler et de prioriser la mise en place de mesures pour réduire la vulnérabilité d'une structure, afin d'éviter qu'elle devienne non disponible.

La démarche élaborée résulte de l'adaptation 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 le *Guide d'évaluation de la vulnérabilité du réseau routier en vue de la détermination et de la protection des actifs cruciaux*, produit en 2002 par l'American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) pour évaluer les risques liés aux actes terroristes. La *Norme AS/NZ 4360* a été utilisée pour déterminer les risques à haut potentiel destructeur, alors que la méthode de l'AASHTO a été utilisée pour évaluer l'ISE et le niveau de vulnérabilité des structures.

L'ISE fait référence à l'évaluation de l'ouvrage d'art en tant que bien et service au sein de la société. Il correspond à une valeur qui n'est ni positive ni négative. Il s'agit d'un constat qui n'est pas fonction des risques. Ainsi, un ISE est déterminé pour chacun des ouvrages d'art suivant une grille de pondération élaborée par le groupe d'experts. Elle est basée sur l'expérience et sur les données d'inventaire cumulées dans le système de gestion des structures du Québec. La prise en considération de l'ISE s'intègre à l'étape de la priorisation des ouvrages d'art, cinquième étape du processus de gestion de risques liés aux ouvrages d'art sous la responsabilité du ministère des Transports du Québec.

#### 7.5.4 La gestion des risques naturels et anthropiques en territoire québécois

Les infrastructures de transport sont essentielles à la population. Elles sont régulièrement affectées par diverses situations d'urgence. Au cours des dernières décennies, on a observé une augmentation du nombre de types de risques ainsi que l'accroissement de la fréquence et de l'intensité des événements d'urgence.

Le ministère des Transports du Québec a élaboré une méthodologie permettant de mieux connaître et de mieux gérer les risques pouvant générer des impacts sur les infrastructures routières. À la suite de l'application de la méthode aux 15 territoires relevant du Ministère, on a dénombré pour l'ensemble des régions 7 risques naturels et 13 risques de nature anthropique (tableau 2).

Tableau 2 – Risques naturels et anthropiques pour toutes les régions

Risques naturels	Risques anthropiques
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Conditions climatiques difficiles (tempête de neige, vents violents, verglas)</li> <li>▪ Éboulement ou avalanche</li> <li>▪ Érosion ou glissement de terrain</li> <li>▪ Tremblement de terre</li> <li>▪ Embâcle ou débâcle</li> <li>▪ Accumulation d'eau ou inondation</li> <li>▪ Incendie de forêt</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rupture de barrage</li> <li>• Chute de lignes électriques à haute tension</li> <li>• Bris d'équipements d'alimentation de gaz naturel</li> <li>• Interruption de la circulation maritime</li> <li>• Accident nucléaire</li> <li>• Accident ou incident d'aéroport</li> <li>• Incendie ou explosion</li> <li>• Accident ferroviaire</li> <li>• Accident routier</li> <li>• Blocus d'une route</li> <li>• Présence d'un objet suspect</li> <li>• Déversement de matières dangereuses</li> <li>• Affaissement</li> </ul>

L'application d'une méthodologie commune à l'ensemble des 14 directions territoriales et au territoire du Nord-du-Québec aura permis d'harmoniser la démarche de gestion des risques au Ministère. Les résultats obtenus et les constats issus de l'application de la méthode auront permis aux directions territoriales de se positionner quant aux risques à traiter en priorité sur leur territoire et de les prendre en considération dans la gestion quotidienne du réseau. À la suite de cet exercice, les directions territoriales ont adopté des plans d'action pour réduire ou éliminer la vulnérabilité de leurs infrastructures à un risque donné.

## 8. LES RISQUES ÉMERGENTS ET LES NOUVEAUX DÉFIS

Tels qu'ils sont décrits plus haut, les risques actuels sont assez bien connus, alors que les risques émergents sont plus difficiles à circonscrire en l'absence de connaissance véritable des impacts futurs : toutefois, on en connaît certaines sources.

- ✚ Les risques liés aux changements climatiques qui peuvent entraîner des impacts majeurs sur les infrastructures des réseaux de transport, en raison de :
  - ✓ l'érosion des zones riveraines et côtières du fleuve Saint-Laurent où circule le réseau routier principal ainsi qu'une partie du réseau ferroviaire;
  - ✓ la baisse des niveaux d'eau moyens du fleuve Saint-Laurent en amont de la ville de Québec pouvant affecter la circulation sur la voie maritime;
  - ✓ la fonte du pergélisol dans les régions nordiques et mi-nordiques du Québec, affectant routes d'accès et pistes d'atterrissage;
  - ✓ l'accentuation des événements climatologiques extrêmes (c'est-à-dire le réchauffement, les hautes marées et les pluies torrentielles accrues entraînant l'augmentation des épisodes de verglas, d'érosion, d'inondation et de glissements de terrain).
- ✚ Les risques terroristes CBRN-EX (chimique / biologique / radiologique / nucléaire/ explosif) liés aux vulnérabilités structurelles des infrastructures de transport routier.
- ✚ Les risques environnementaux liés au transport des matières dangereuses (routier, ferroviaire et maritime).
- ✚ Les risques liés aux interdépendances des réseaux d'infrastructures essentielles et ceux des transports (routier en particulier) et leurs résiliences.
- ✚ Les risques liés aux interdépendances des réseaux essentiels de transport (routier, aérien, maritime et ferroviaire) et leurs résiliences.

Le ministère des Transports du Québec est particulièrement préoccupé par deux de ces enjeux émergents : 1) les risques et vulnérabilités liés aux effets des changements climatiques; 2) les risques et vulnérabilités liés aux interdépendances des infrastructures essentielles et ceux des transports.

Le premier enjeu est déjà mieux connu que le second, et des actions sont déjà prévisibles. Des stratégies d'adaptation portant en priorité sur les infrastructures essentielles sont indispensables si on veut limiter l'ampleur des impacts appréhendés en particulier dans l'Arctique québécois et les zones côtières.

Le deuxième enjeu est plus complexe; il concerne les systèmes d'infrastructures essentielles, dont la résilience et les effets dominos à la suite d'un dysfonctionnement de l'un d'eux, fait partie depuis peu des préoccupations du Ministère.

En 2008, dans le but de réduire ces risques et d'accroître la résilience des systèmes essentiels, l'Organisation de la sécurité civile du Québec a entrepris une démarche qui repose sur une méthodologie opérationnelle d'évaluation des interdépendances des systèmes d'infrastructures essentielles et leurs résiliences organisationnelles. Elle vise notamment à maintenir ou à rétablir le fonctionnement des systèmes essentiels à un niveau de fonctionnement acceptable malgré des défaillances qui pourraient survenir dans un ou plusieurs systèmes d'infrastructures.

Le Ministère a déjà convenu d'appuyer le ministère de la Sécurité publique, pour l'identification des vulnérabilités liées aux interdépendances et aux facteurs de résilience, qui néanmoins demeure difficile à réaliser malgré la présence d'outils de modélisation de plus en plus sophistiqués et performants.

## **9. CONCLUSION**

Le Québec s'étend sur un large territoire qui nécessite d'importantes infrastructures de transport. Les problématiques sont variables d'une région à l'autre. Le Québec compte sur une faible population pour en défrayer les coûts et sur des ressources de plus en plus limitées qui obligeront à orienter les actions vers les priorités. La pression s'accroît envers les gestionnaires des fonds publics qui dorénavant font de plus en plus appel à l'application de méthodologies rigoureuses pour prendre et justifier leurs décisions.

Dans un contexte de ressources limitées, le concept « d'acceptabilité des risques » prend tout son sens. Ce concept, introduit par la Loi sur la sécurité civile en 2001, devra toutefois s'harmoniser avec les nouveaux principes de développement durable introduits en 2006, qui encadrent les activités de planification ministérielle pour la gestion intégrée des risques et qui sont :

- 1) le principe de 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;
- 2) principe de précaution : lorsqu'il y a risque de dommages graves et irréversibles, 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.

L'intégration et l'harmonisation des concepts et des principes constituent en soi un défi pour le ministère des Transports du Québec, lequel fera appel à des équipes d'experts pluridisciplinaires pour poursuivre la recherche, des études et le développement de méthodologies de gestion intégrée des risques, basées sur des données et des critères fiables, vérifiables et bien documentés.

## **Références**

MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC, Service de la sécurité civile. *Recueil sur la gestion des risques dans le secteur routier au ministère des Transports du Québec*, 2011, 266 pages.

MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC, Service de la sécurité civile, *Compendium on Risks Management in the road sector*, 2011, 200 pages.