

INNOVATION
TRANSP  **ORT**
BULLETIN SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE

Bulletin Innovation Transport

Numéro 26 • Février 2006



Table des matières

Dossier : La route 175	
La route du parc, génie et environnement	5
Routes et structures	
Comportement à long terme d'une structure renforcée avec des PRF - Le cas du pont de Sainte-Émilie-de-l'Énergie	15
Le roseau commun présent le long de nos corridors autoroutiers : allié opportuniste ou redoutable envahisseur?	22

Mot de présentation

Les projets de construction de routes dans le contexte du développement durable

Le ministère des Transports réalise de grands projets routiers comme les routes 175 et 185, ainsi que les autoroutes 30, 50 et 55. Dans le présent article, nous décrivons un projet de 174 kilomètres, soit celui de la route 175 entre Québec et Saguenay.

Ce projet, financé par deux ordres de gouvernement, implique donc une procédure d'évaluation environnementale provinciale et fédérale. Ces études se sont déroulées avec succès par une communication adaptée aux besoins. En effet, tous les intervenants ont pris part au processus des études d'impact dès le début des activités et ils ont participé d'une façon continue à leur élaboration. Le succès de la réalisation d'un tel projet environnemental est de connaître a priori les écueils potentiels afin de proposer des solutions qui soient acceptées par tous les partenaires. Cette entente se concrétise de façon préventive par des devis environnementaux très élaborés et par une surveillance environnementale soutenue.

Les principaux points d'intérêt de cet article concernent un programme de compensation majeur pour l'habitat du poisson, l'installation de différents types de clôtures et la construction de passages sous les ponts pour la grande faune, ainsi que la gestion des sels de voirie.

Ce grand projet, dans le contexte de l'approche de développement durable, est devenu pour nous un projet de transport durable. En effet, nous avons abordé les trois principaux facteurs : environnemental, social et économique.

Pour donner quelques exemples, relativement au facteur environnemental, en plus de tenir compte de la faune et de la flore, nous avons porté un grand intérêt aux déversements potentiels de produits dangereux, à la pollution de l'eau ainsi qu'à la diminution de l'utilisation des sels de voirie.

Pour ce qui est du facteur social, outre la sécurité et la mobilité, nous avons abordé la santé (stress vécu actuellement par les usagers), l'accès à une très grande région du Québec et l'équité pour près de 280 000 personnes ayant droit à une route moderne.

Pour le facteur économique, nous avons considéré la nécessité de la route comme outil de compétitivité. Nous avons évalué les emplois créés par le projet ainsi que les retombées ultérieures du projet sur l'économie régionale. Nous avons également tenu compte du potentiel touristique accru par la construction d'une telle route.

En conclusion, au ministère des Transports, on ne parle plus d'un projet seulement en termes de voirie, mais également en termes de développement durable.

Jean Dugré, directeur

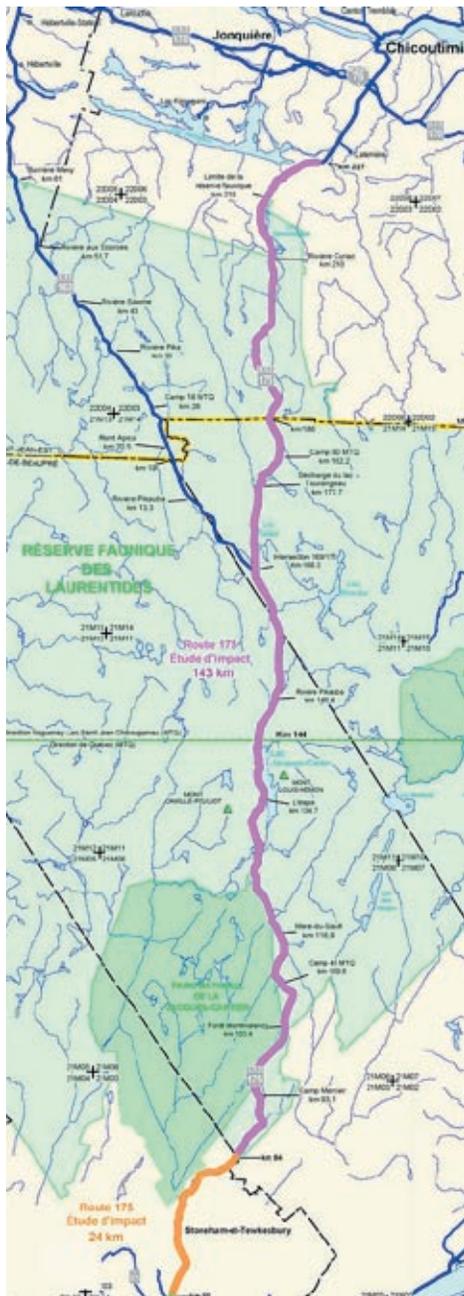
Direction du Saguenay–Lac-Saint-Jean–Chibougamau

La route du parc, génie et environnement

Donald Martel, spécialiste en environnement

Donald Turgeon, chef de service,

Direction du Saguenay-Lac-Saint-Jean-Chibougamau, ministère des Transports du Québec



LA RAISON D'ÊTRE DU PROJET

Le projet d'amélioration de l'axe routier 73/175, familièrement désigné « la route du parc » par la population des régions de la Capitale-Nationale et du Saguenay-Lac-Saint-Jean, a le vent dans les voiles.

En effet, le 22 août 2002, le premier ministre du Canada et le premier ministre du Québec annonçaient à Saguenay l'engagement de leur gouvernement respectif à procéder au prolongement de l'autoroute 73 à Québec et à Stoneham-et-Tewkesbury, ainsi qu'à l'élargissement à quatre voies de la route 175 jusqu'à Saguenay.

Comme l'ont déclaré nos chefs politiques, la réalisation de ce projet de grande envergure, d'une longueur de 174 kilomètres, accentuera le développement économique du Saguenay-Lac-Saint-Jean, et assurera une amélioration de la circulation et de la sécurité des usagers de la route.

HISTORIQUE

Au début de la colonie, la durée du voyage entre le Saguenay-Lac-Saint-Jean et Québec se calculait en jours et non en heures. Différents tracés ont été utilisés dans l'histoire de ce lien routier avant celui de la route 175 actuelle, soit depuis l'établissement des postes de missionnaires de Métabetchouan et de Chicoutimi.

D'après les recherches de Mgr Victor Tremblay, de la Société historique du Saguenay, la première route de Québec au Saguenay est le chemin des Jésuites, dont l'ouverture remonte à 1676. Ce chemin partait du lac

Saint-Charles, au nord de la ville de Québec, empruntait la vallée de la rivière Jacques-Cartier jusqu'à sa source, soit le lac Jacques-Cartier, rejoignait ensuite la rivière Pikauba, qu'il suivait sur quelques kilomètres, puis bifurquait vers l'ouest pour traverser la rivière aux Écorces et rejoindre la rivière Métabetchouane, pour enfin suivre son cours jusqu'aux rives du lac Saint-Jean. Le trajet s'effectuait en trois grosses journées de marche.

De 1843 à 1845, l'arpenteur Georges Duberger a mené une exploration pour tracer le chemin de Québec afin de relier la ville du même nom au lac Saint-Jean dans le secteur d'Hébertville. Ce fut la première d'une série d'essais devant conduire au tracé définitif de 1865. Les coûts, en argent de 1876, pour rendre ce chemin carrossable étaient évalués à 95 000 \$, y compris la construction de 175 ponts et ponceaux. En 1881, « la malle » y était livrée trois fois par semaine, et le premier voyage s'est fait en 40 heures. Un embranchement menant à Chicoutimi a été achevé en 1882.

Ce dernier chemin est donc l'ancêtre du boulevard Talbot (route 175) dont les travaux d'arpentage datent de 1944 et 1945. La construction a commencé à l'automne 1945 pour se terminer à l'automne 1948.

LÉGISLATION ENVIRONNEMENTALE

Le projet d'amélioration de l'axe routier 73/175 est assujéti à la Loi sur la qualité de l'environnement et au Règlement sur l'évaluation et l'examen des impacts sur l'environnement, en raison de sa longueur et de ses quatre voies de circulation. Les rapports de l'étude d'impact sur l'environnement ont été déposés en novembre 2003, et le projet a fait l'objet d'une audience publique en 2005 par le Bureau d'audiences publiques sur l'environnement (BAPE).

La présence du tracé dans les forêts publiques implique l'application de la Loi sur les forêts et de son Règlement sur les normes d'intervention dans les forêts du domaine de l'État. Les opérations de chantier nécessiteront également la délivrance de plusieurs autorisations de la part du ministre du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, en vertu du Règlement sur les carrières et sablières.

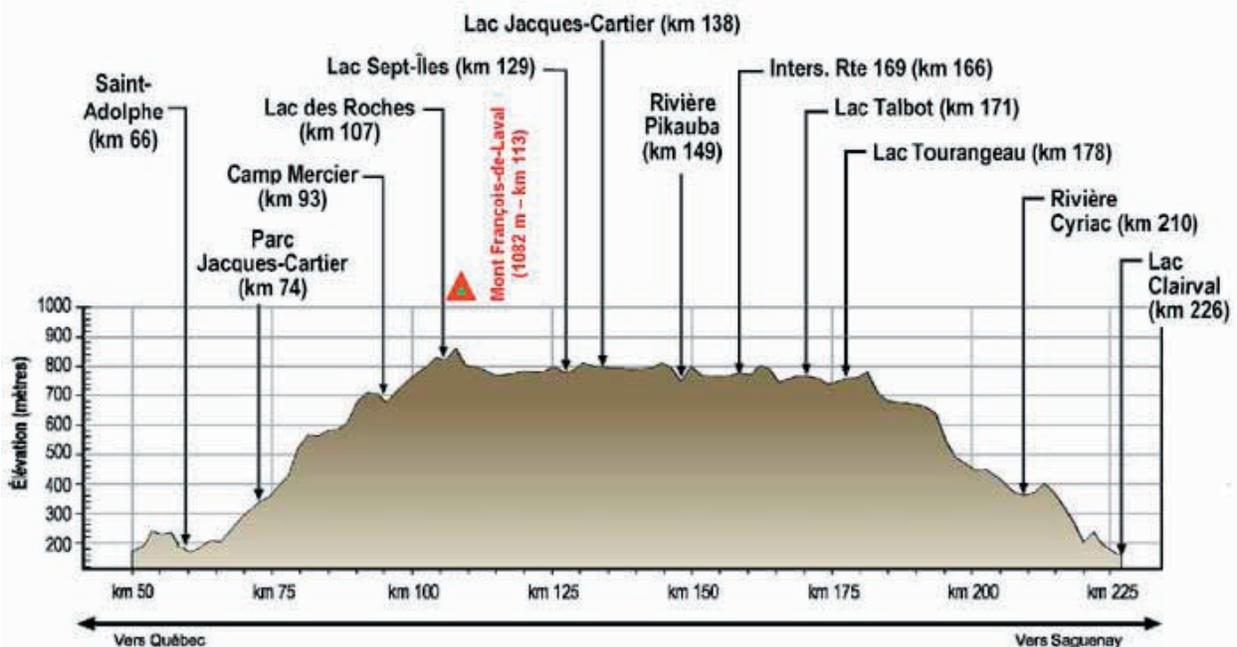
De plus, la participation financière du gouvernement fédéral à ce projet et la nécessité d'obtenir des permis en vertu des lois fédérales ont déclenché l'application de la Loi canadienne sur l'évaluation environnementale. Ces permis sont requis notamment en vertu de la Loi sur les pêches, pour les travaux causant des pertes nettes d'habitats du poisson, et en vertu de la Loi sur la protection des eaux navigables, pour les travaux de construction de ponts au-dessus des cours d'eau navigables.

À la suite des procédures environnementales québécoise et canadienne, la partie du projet d'une longueur de 167 kilomètres a été autorisée à l'automne 2005, par la délivrance de deux certificats d'autorisation par décret du gouvernement du Québec et par la signature du rapport d'examen préalable par les autorités fédérales pour la partie du projet située entre les kilomètres 84 et 227 (à venir en 2006 pour la partie située entre les kilomètres 60 et 84). Les autorisations pour la partie la plus au sud entre les kilomètres 53 et 60 ont été obtenues en 2003.

L'envergure du projet et les obligations réglementaires des deux ordres de gouvernement ont amené le ministère des Transports à établir une communication constante entre tous les intervenants dans le dossier depuis l'avis de projet jusqu'à l'élaboration de l'avant-projet définitif. Le Ministère entend poursuivre cette démarche pour la phase des plans et devis, ainsi que pour les travaux de construction.



Profil de la route 175 entre Québec et Saguenay



LE PROJET ET SON MILIEU RÉCEPTEUR

La partie sud du projet, d'une longueur de 31 kilomètres (du kilomètre 53 au kilomètre 84), se situe sur les territoires municipaux de Québec et de Stoneham-et-Tewkesbury. Les 134 kilomètres suivants (du kilomètre 84 au kilomètre 218) traversent le territoire de la réserve faunique des Laurentides alors que les 9 kilomètres du projet les plus au nord (du kilomètre 218 au kilomètre 227) se situent dans la ville de Saguenay.

Située dans la province géologique de Grenville, la zone d'étude a une altitude moyenne d'environ 700 mètres. Plus de 50 % des terres se trouvent entre 660 mètres et 840 mètres.

Dans le corridor immédiat de la route 175, le sommet le plus élevé est le mont François-De Laval à 1 082 mètres d'altitude. Il est situé dans le secteur du kilomètre 113, soit à environ 2 kilomètres au sud-ouest de la Mare-du-Sault. En comparaison, l'observatoire de l'édifice Marie-Guyart à Québec est à 221 mètres d'altitude.

Dans la réserve faunique des Laurentides, il pleut une fois et demie de plus qu'aux aéroports de Québec et de Bagotville, et il neige presque deux fois plus, ce qui représente des précipitations d'environ 6 mètres. Le gel est présent huit mois par année et atteint des profondeurs de 2,5 mètres. Le massif des Laurentides est l'un des endroits où il pleut le plus au Québec et où l'on note les plus fortes précipitations dans un court laps de temps.

IMPACTS DU PROJET

Milieu humain

L'aménagement de la route 175 nécessite l'acquisition ou le déplacement de près d'une centaine de bâtiments dont la majorité sont situés dans la municipalité de Stoneham-et-Tewkesbury. Afin de déterminer les principaux impacts vécus par les citoyens dans le contexte de la procédure d'acquisition ou de déplacement des propriétés, le ministère des Transports s'est engagé à élaborer un programme de suivi des impacts psychosociaux afin de bonifier les mesures d'atténuation.

De plus, l'impact de la route sur le climat sonore des quartiers riverains sera atténué par l'aménagement de buttes antibruit qui feront l'objet d'un suivi sur une période de cinq ans après les travaux. Des mesures d'atténuation particulières seront également incluses dans le devis de construction afin de protéger les zones sensibles du bruit du chantier, et ce, en fonction de critères établis pour le jour et la nuit.

Aménagement du territoire

En ce qui concerne l'aménagement du territoire, le ministère des Transports devra gérer le réaménagement de près de 200 accès dans la réserve faunique des Laurentides et à Saguenay utilisés principalement par les exploitants forestiers et la clientèle de la Sépaq. De plus, dans la municipalité de Stoneham-et-Tewkesbury, près d'une cinquantaine d'accès résidentiels et commerciaux devront également être gérés.

Sur l'ensemble du tracé, cinq passages pour motoneiges devront être remplacés ou reconstruits. Pour ajouter au défi des concepteurs, le tracé actuel croise deux lignes de transport d'énergie à 15 endroits, le tout combiné à un relief très accidenté et à la présence de nombreux lacs et cours d'eau.

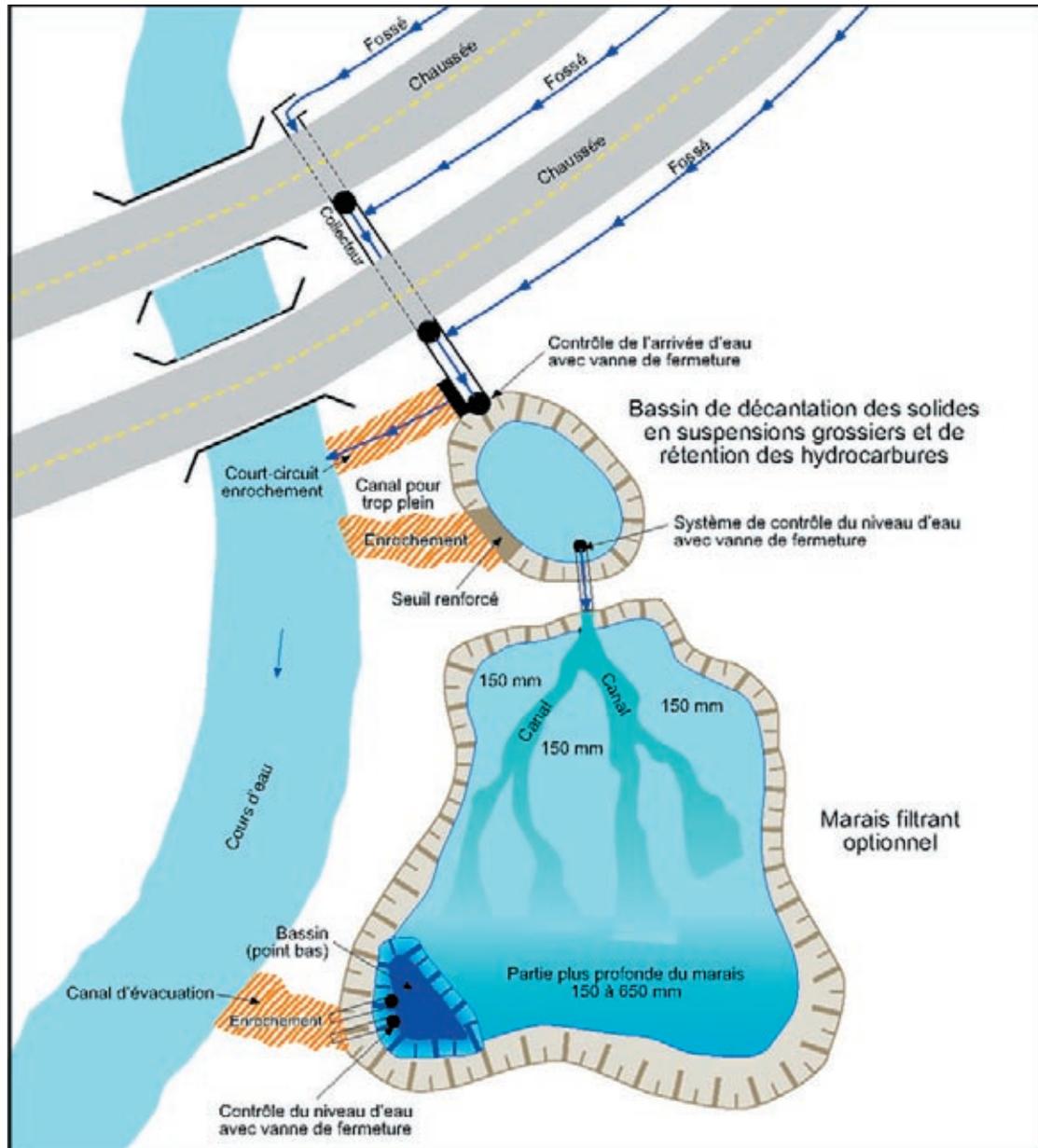
Le tracé de l'infrastructure routière dans la municipalité de Stoneham-et-Tewkesbury est situé dans le bassin versant du lac Saint-Charles, qui constitue la prise d'eau potable de la ville de Québec.

Afin de pallier tout déversement accidentel qui pourrait survenir sur la route 175, le Ministère entend mettre en place des bassins de captation et de rétention qui pourront confiner les produits dangereux et empêcher qu'ils se déversent dans les cours d'eau afin d'assurer la protection de la qualité de l'eau de la rivière des Hurons et du lac Saint-Charles.

Habitat du poisson

La route traverse plus de 300 cours d'eau et présente un impact potentiel pour 23 lacs, dont 4 par empiètement des remblais de la route. On y a répertorié 14 espèces de poisson, dont 6 représentent un intérêt sportif. L'omble de fontaine est la principale espèce que l'on trouve le plus souvent en allopatrie dans 165 cours d'eau reconnus comme habitat du poisson et traversés par la route projetée.





Considérant la bonne qualité de la pêche dans la réserve, puisqu'on y récolte 50 % de toutes les prises de poisson dans le réseau des réserves fauniques au Québec, le ministère des Transports procède à l'optimisation de ses tracés à l'étape de la conception du projet pour minimiser les impacts sur le milieu hydrique et élabore des mesures d'atténuation pour le contrôle de l'érosion, lesquelles seront intégrées aux plans et devis et appliquées sur les chantiers afin de protéger la ressource halieutique. De plus, le Ministère a retenu les services de deux fournisseurs afin de mettre sur pied des équipes de surveillance environnementale, spécialement pour les chantiers de construction de ce projet, qui verront, entre autres, à l'application du devis Protection de l'environnement par les entrepreneurs.

Le doublement de la route 175 cause une perte nette d'environ 6 hectares d'habitat du poisson. Des programmes de compensation ont été élaborés et consistent à procéder à l'aménagement d'habitats du poisson dans certains cours d'eau et à la construction d'un barrage sur le lac Beloeil visant le rehaussement de son niveau, ce qui permettra d'obtenir une superficie de 15 hectares de nouveaux habitats. Le rehaussement permettra également de compenser partiellement la superficie des terres humides détruite en raison du projet. Une partie de ce programme de compensation est déjà réalisée, puisque près d'un demi-hectare d'habitat du poisson a été aménagé dans l'émissaire du lac Daran en 2004 et 2005.

Grande faune

La traversée de l'un des meilleurs habitats de l'orignal au Québec représente un autre enjeu majeur du projet. De plus, les caribous des bois du parc national des Grands-Jardins, qui se concentrent surtout dans le secteur du mont Raoul-Blanchard, étendent leurs habitats sur une superficie de 1 100 km² à partir du printemps, d'où le fait qu'ils se retrouvent près du corridor de la route 175 en périphérie du lac Jacques-Cartier.

Pour ce qui est de l'orignal, on dénombre en moyenne 40 collisions par année sur la route 175. Il est la cause de près d'un accident sur cinq. Bien que l'amélioration de la géométrie et du gabarit de la route (meilleure visibilité, évitement des collisions frontales, plus de facilité à éviter la bête en raison des accotements plus larges et des pentes de talus plus douces) nous laisse anticiper une diminution des collisions attribuables à la grande faune, le Ministère entend tout de même continuer l'implantation de mesures d'atténuation relativement à la grande faune, notamment par l'installation de clôtures aux endroits les plus à risque, jumelée à des passages d'animaux sous la chaussée.



Le programme d'intervention porte également sur l'élimination des mares salines dans le corridor routier, l'installation de la signalisation des zones à risque et l'application d'un plan de communication pour les usagers de la route.

Retombées économiques

L'amélioration de la route 175 à quatre voies divisées aura des retombées économiques appréciables pour la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean. En effet, l'étude sur le développement économique, réalisée dans le cadre de l'étude d'impact sur l'environnement pour les kilomètres 84 à 227, démontre que cette partie du projet, évaluée à près de 550 millions de dollars, représente des bénéfices annuels de 24,5 millions liés à la réduction anticipée de l'insécurité routière et des bénéfices de 37,8 millions résultant de la réduction des coûts d'exploitation des entreprises.

De plus, les retombées économiques sont estimées pour l'ensemble du Québec à 499 millions de dollars, ce qui représente, sur le plan de la main-d'œuvre, la réalisation d'un projet correspondant globalement à 8 683 personnes-année.

Bien que l'étude économique n'ait été réalisée que sur la partie nord du projet, nous pouvons déduire que le projet global de la route 175 entre les kilomètres 64 et 227, évalué à près de 700 millions de dollars, aura des impacts économiques positifs encore plus importants.

En plus de réaliser un gain en ce qui a trait à la sécurité, l'amélioration de la route 175 permettra donc d'améliorer la compétitivité des entreprises du Saguenay–Lac-Saint-Jean en leur donnant un meilleur accès au marché nord-américain.

Impact social

La région du Saguenay–Lac-Saint-Jean compte près de 280 000 habitants répartis dans 49 municipalités et 1 communauté autochtone. La principale ville est Saguenay, dont la population s'élève à 147 197 habitants. Cette ville est la sixième en importance au Québec. Les échanges de la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean se font majoritairement vers le sud en empruntant, comme principal accès routier, la route 175. Cette route possède donc une vocation sociale très importante, puisque plus de 80 % des utilisateurs l'empruntent pour des voyages d'agrément, ou pour la visite de parents et amis.

Une enquête réalisée en mai 2005 pour le compte de Promotion Saguenay démontre que 88 % des répondants considèrent la route 175 comme étant non sécuritaire en hiver. De plus, cette enquête fait ressortir les constats suivants :

« L'enquête démontre un lien clair entre la perception sécuritaire de la route et la fréquentation de la région. Ainsi, la route 175 apparaît nettement comme un handicap à la fois économique et touristique pour la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean : elle dissuade une partie significative de la clientèle touristique potentielle d'y venir en été (un sur cinq) et près des deux tiers des Québécois en hiver; cette route constitue également un frein à l'organisation de réunions d'affaires et à la tenue de congrès; elle dissuaderait une bonne partie des Québécois d'établir une entreprise dans cette région.

« Il semble que l'aménagement d'une route sécuritaire à quatre voies divisées dans la réserve faunique des Laurentides permettrait d'accroître la fréquentation de la région auprès d'un peu plus de deux tiers des Québécois. »

Le projet d'amélioration de la route 175 à quatre voies divisées aura donc un effet positif sur la fréquentation de la région du Saguenay–Lac-Saint-Jean et sur les échanges de cette région avec les autres régions du Québec.

Sels de voirie

Le ministère des Transports prévoit une augmentation d'environ 50 % de la quantité des sels de voirie pour l'entretien hivernal de la route 175 à quatre voies. Un plan de gestion a donc été élaboré en s'inspirant du Code de pratique pour la gestion environnementale des sels de voirie (Environnement Canada – 2004).

Le plan porte sur les points suivants :

- Acquisition d'outils d'analyse de la météo
- Techniques d'épandage améliorées
- Meilleures méthodes d'entreposage et de manutention
- Formation du personnel
- Programme de suivi environnemental du milieu récepteur
- Veille technologique

PROGRAMMES DE SUIVI ENVIRONNEMENTAL

Conformément aux bonnes pratiques de gestion environnementale, le ministère des Transports s'est engagé au cours de l'évaluation environnementale du projet à mettre en place les programmes suivants :

- Suivi de la qualité des puits d'eau potable
- Suivi du climat sonore
- Suivi de la qualité de l'habitat du poisson (régime sédimentaire, impact des sels de voirie, aménagement des habitats et montaison du poisson)
- Suivi des aménagements de terres humides (régime hydrique et fréquentation par la faune)
- Suivi de la grande faune (mesures de contrôle, sels de voirie et impacts de l'infrastructure sur l'habitat)
- Suivi des aménagements paysagers

CONCLUSION

Dès le début de la procédure d'évaluation environnementale en septembre 2002 et au cours de la préparation des plans et devis, le Ministère a tenu à échanger avec tous les propriétaires ou groupes détenant des droits, ou exerçant des activités professionnelles ou récréatives dans la zone d'étude. Cette communication se poursuivra à l'étape de la réalisation des travaux.

Dans un souci constant de protection de l'environnement, tout au long du cheminement de l'évaluation environnementale du projet, la participation de tous les partenaires a été maintenue et s'est avérée très constructive, tant à l'échelle provinciale que fédérale.

Afin d'atteindre les objectifs techniques du projet dans le respect des règles de l'art du génie routier tout en intégrant harmonieusement l'infrastructure à son environnement, les concepteurs ont mis à profit les modèles numériques terrain, les travaux d'inventaire et de caractérisation des diverses composantes du milieu récepteur, les recommandations de tracés, les études de sols et les études hydrauliques.

Compte tenu du fait que chacun des contrats comprend un devis de gestion de la circulation et que l'ensemble du projet fait l'objet d'un plan de communication adapté, les chantiers de construction devraient être exécutés en minimisant les inconvénients pour les usagers de la route.

Finalement, le Ministère, en limitant les impacts, offrira une route qui accroîtra pour les générations à venir la sécurité des usagers et la compétitivité des entreprises, et qui apportera d'importantes retombées économiques aux régions concernées.

RÉFÉRENCES

Société historique du Saguenay. *Saguenayensia*, volume 20, numéro 6, novembre-décembre 1978. Québec Science, octobre 1988 et novembre 2003.

Ministère des Transports du Québec et consortium Génivar-Tecsult. *Rapport d'étude d'impact sur l'environnement et d'étude approfondie*, octobre 2003.

Ministère des Transports du Québec et Dessau-Soprin. *Rapport d'étude d'impact sur l'environnement*, novembre 2003.

Ministère des Transports du Québec et consortium Génivar-Tecsult. *Impact sur le développement économique et justification*, février 2005.

UNIMARKETING. *Étude de perception réalisée auprès des Québécois concernant la route 175 reliant Saguenay (Chicoutimi) à Québec par la réserve faunique des Laurentides*, mai 2005.

Comportement à long terme d'une structure renforcée avec des PRF – le cas du pont de Sainte-Émélie-de-l'Énergie

Pierre Rochette, ing., Ph. D., et Pierre Labossière, ing., Ph. D.,
Département de génie civil, Université de Sherbrooke
Marc Savard, ing., Ph. D., Service de l'entretien,
Direction des structures, ministère des Transports du Québec

Le pont qui fait l'objet de cet article traverse la rivière Noire sur la route 131, près de Sainte-Émélie-de-l'Énergie. Il s'agit d'une structure en béton armé d'une seule travée et de deux voies de circulation, composée de quatre poutres principales à section en T. Ce pont a été sélectionné en 1996 pour l'application expérimentale d'une technique de renforcement structural avec des matériaux composites. Avant le renforcement, il était considéré comme étant en bon état, mais sa capacité n'était pas conforme aux normes en vigueur. La mise en place de matériaux composites a permis d'augmenter la résistance de l'ouvrage, tant en flexion qu'en cisaillement.

Le renforcement du pont a été réalisé à l'automne 1998, en utilisant une configuration établie sur une base analytique et validée par les résultats d'essais en laboratoire sur des échantillons à une échelle 1:3. Le renforcement en flexion des quatre poutres a consisté à disposer des bandes de composites renforcés de fibres de carbone dans le sens de la longueur. Des étriers extérieurs en forme de « U », en composites renforcés de fibres de verre, ont servi de renforcement pour les efforts tranchants et d'ancrage aux armatures longitudinales. Les travaux de renforcement du pont de Sainte-Émélie-de-l'Énergie sont décrits dans la référence suivante : Labossière et coll. (1).

Afin d'évaluer la fiabilité et la durabilité du renforcement, un nombre important de capteurs ont été installés sur la structure pendant les travaux. Depuis leur mise en service, ces capteurs ont été lus à maintes reprises afin de suivre l'évolution du pont dans le temps. L'instrumentation installée pour ces mesures comprend des systèmes de mesure des déformations par fibre optique, des jauges résistives traditionnelles et des thermocouples. De plus, des mesures du comportement du pont ont été prises au moment d'essais de chargement réalisés par l'équipe du laboratoire mobile de la Direction des structures du Ministère, avant et immédiatement après le renforcement, ainsi qu'un an et six ans après les travaux. La comparaison de ces mesures, répétées dans des conditions similaires et sous chargement contrôlé, a permis de confirmer le bon état général du pont et la performance adéquate des matériaux utilisés pour le renforcement. Les essais ont également servi au calibrage des capteurs à fibre optique.

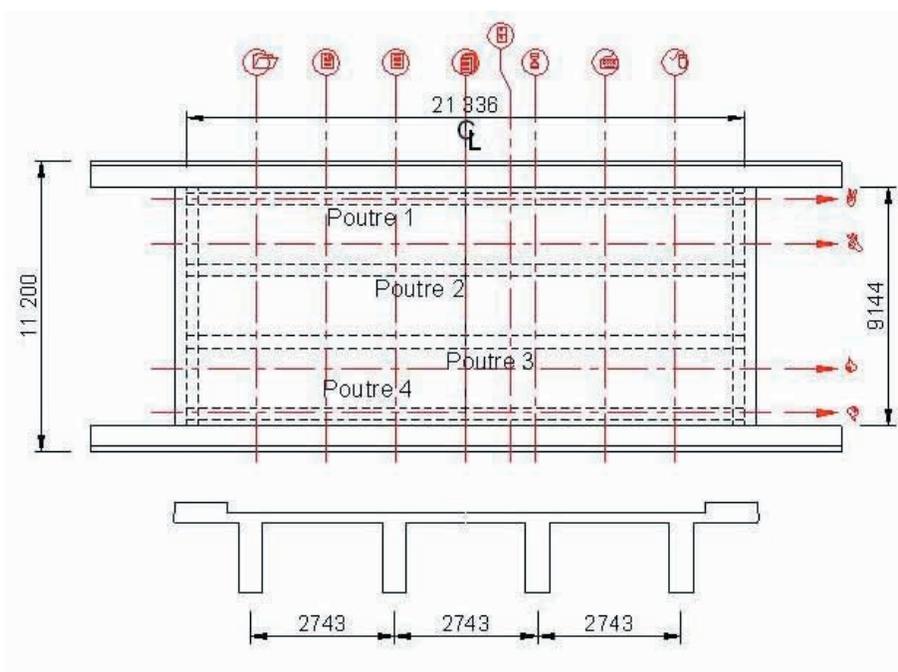
INSTRUMENTATION DU PONT

Avant le début des travaux, huit jauges résistives ont été soudées sur les barres d'armatures du lit inférieur des quatre poutres, à mi-portée. Juste après le renforcement du pont, 20 jauges résistives additionnelles ont été placées sur les matériaux composites, dont 8 à mi-portée et 12 aux extrémités des poutres en amont. Par ailleurs, 28 capteurs à fibre optique ont été placés sur l'acier et sur les composites. Deux types de capteurs à fibre optique ont été sélectionnés, soit 20 capteurs à réseau de Bragg et 8 capteurs Fabry-Pérot. La position des jauges à fibre optique et des jauges résistives a été choisie de manière à comparer les lectures des deux types d'instruments. Afin d'évaluer les effets thermiques, 10 thermocouples ont aussi été installés en permanence sur le pont : 4 ont été placés sur les barres d'acier longitudinales, tandis que les 6 autres ont été collés à la surface des lamelles de matériau composite.

ESSAIS DE CHARGEMENT

Des camions similaires ont été utilisés au cours des quatre campagnes d'essais pour charger le pont. Ces essais de chargement ont eu lieu avant et juste après les travaux de renforcement, soit le 14 septembre et 14 octobre 1998, ainsi qu'un an après les travaux, le 30 septembre 1999, et six ans après le renforcement du pont, le 29 juin 2004. Avant chaque campagne d'essais, le poids supporté par chacun des essieux des camions, leur largeur et leur espacement relatif ont été mesurés afin de bien définir les chargements. Le chargement du pont et le mesurage des camions étaient sous la responsabilité du laboratoire mobile du Ministère. Des séquences de chargement identiques en régime statique ont été imposées à la structure pendant les quatre campagnes d'essais. Pour tous les cheminements, les camions avançaient du sud vers le nord. Pour chaque cheminement, les véhicules devaient s'immobiliser à certaines positions prédéterminées sur le pont.

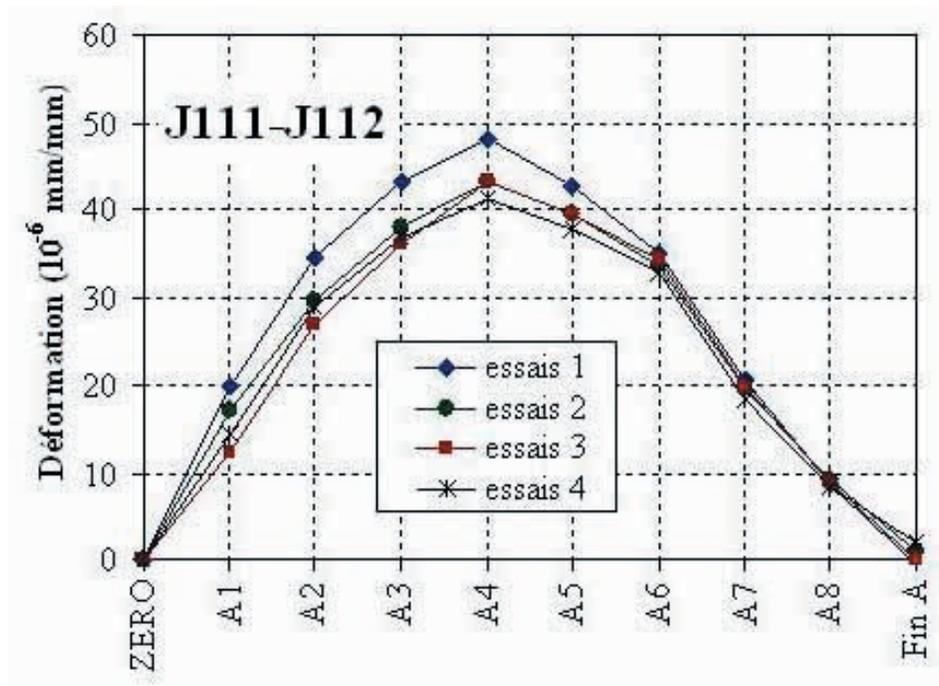
Figure 1



La figure 1 montre les principales caractéristiques géométriques du pont ainsi que les quatre cheminements (A, B, C et D) suivis par les véhicules au cours des essais.

Étant donné que les quatre séries d'essais ont été réalisées avec des camions différents (poids et espacement des essieux), les mesures des déformations ne peuvent pas être comparées directement entre elles. Afin de comparer ces mesures, on a estimé les déformations qui auraient été obtenues pendant les essais des séries 2, 3 et 4, si les camions de la série 1 avaient été utilisés, en suivant la méthode proposée par Savard et Laflamme (2).

Figure 2

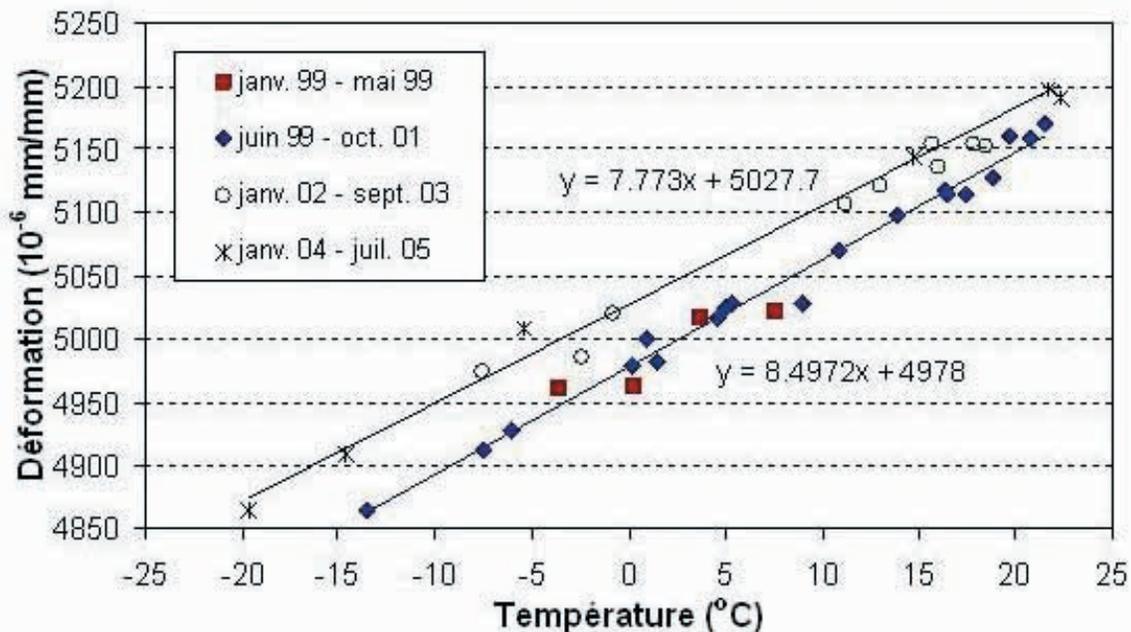


La figure 2 permet de comparer les résultats des quatre séries d'essais. Un chargement avec passage d'un camion de quatre essieux y est illustré, soit le cheminement A. Pour chaque courbe de déformation, la valeur indiquée sur le graphique est la moyenne des deux jauges résistives soudées sur les armatures. En comparant les valeurs obtenues au cours des deux premières campagnes d'essais, on peut quantifier l'effet bénéfique du renforcement en flexion. En effet, on note une diminution moyenne des déformations d'environ 5 % après la mise en place des composites (courbes essais 2 et essais 1). Cette valeur correspond à la diminution de flexibilité des poutres prévue par le modèle théorique. La comparaison des essais 3 et 4 à la première série d'essais nous renseigne sur la stabilité du pont au cours des années. Les déformations mesurées un an après les travaux étant quasi identiques à celles enregistrées immédiatement après ceux-ci, on constate que le renforcement en flexion a conservé son intégrité dans l'année qui a suivi sa mise en place. On tire la même conclusion en comparant les résultats de la série d'essais réalisée six ans plus tard. Les déformations mesurées lors de cette dernière campagne sont presque identiques à celles de la campagne d'octobre 1998.

SUIVI À LONG TERME

Les capteurs Fabry-Pérot sont les seuls instruments qui ont permis un suivi régulier des déformations au cours des années. Les capteurs à réseau de Bragg permettent normalement ce genre de suivi. Cependant, le poste de lecture pour ces instruments n'a été disponible qu'à partir de 2004. Quant aux jauges résistives, elles se sont montrées fiables pour des mesures sur de courtes périodes, mais elles nécessitent chaque fois une mise à zéro, ce qui les rend inadéquates pour des mesures à long terme. Ainsi, seuls les capteurs Fabry-Pérot et les thermocouples ont été lus périodiquement depuis leur mise en service. Les lectures ont été prises en moyenne toutes les six semaines jusqu'en 2002, puis environ tous les trois mois jusqu'en juin 2004. Depuis cette date, les capteurs sont lus deux fois par année, soit en janvier et en juillet.

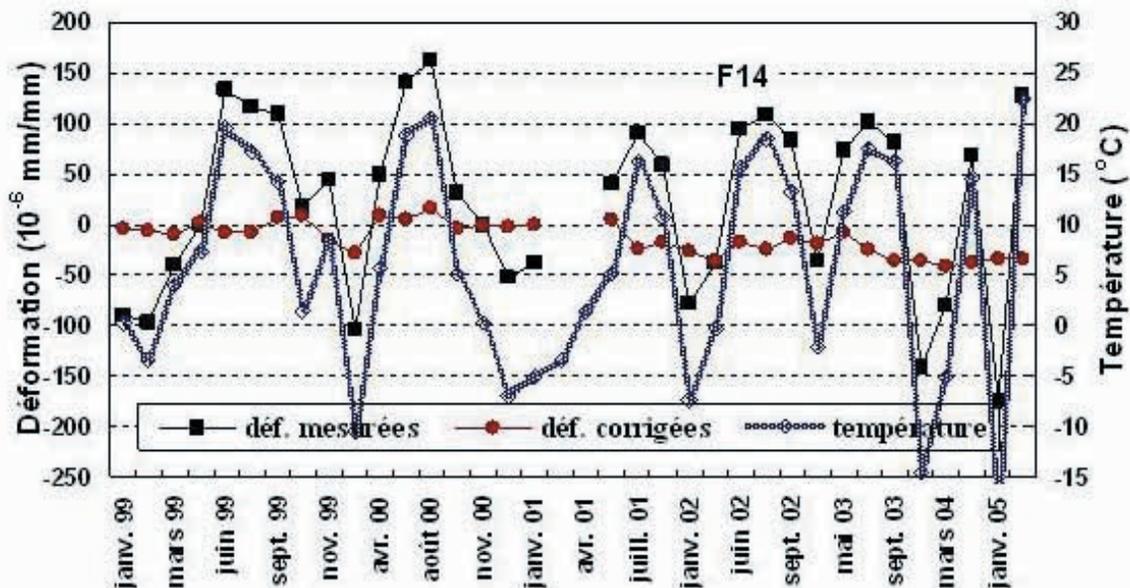
Figure 3



La figure 3 présente les lectures ponctuelles d'un capteur Fabry-Pérot enregistrées depuis que le pont a été renforcé. Ces mesures proviennent des instruments placés sur les armatures de la poutre 2. Les graphiques illustrent les déformations mesurées avec le capteur F17 en fonction de la température mesurée par le thermocouple T17. Les points de mesure ont été regroupés par périodes. Chaque période comprend un certain nombre de points alignés sur une droite. On a de plus tracé la droite obtenue par régression linéaire pour les périodes de juin 1999 à octobre 2002 et de janvier 2004 à janvier 2005. La pente de ces droites donne un coefficient de dilatation qui permet d'estimer les déformations d'origine thermique. Pour ce point de mesure, le coefficient utilisé pour séparer les effets mécaniques des effets dus aux changements de température est donc de 8.50×10^{-6} par degré Celsius.

Il est à noter que les déformations des capteurs à fibre optique correspondant à la période de janvier à mai 1999 (quatre points sur le graphique) et celles mesurées depuis juin 1999 ont été enregistrées avec des postes de lecture différents. L'écart important entre les données de la première période et les périodes suivantes est attribuable au calibrage différent des deux appareils utilisés pour les mesures. Par contre, les sauts observés entre octobre 2001 et janvier 2002, ainsi qu'entre septembre 2003 et janvier 2004, semblent indiquer que les poutres se sont déformées de façon permanente. Selon les valeurs du coefficient B indiquées au tableau 4, la déformation résiduelle mesurée par le capteur F17 est de $+50 \times 10^{-6}$.

Figure 4



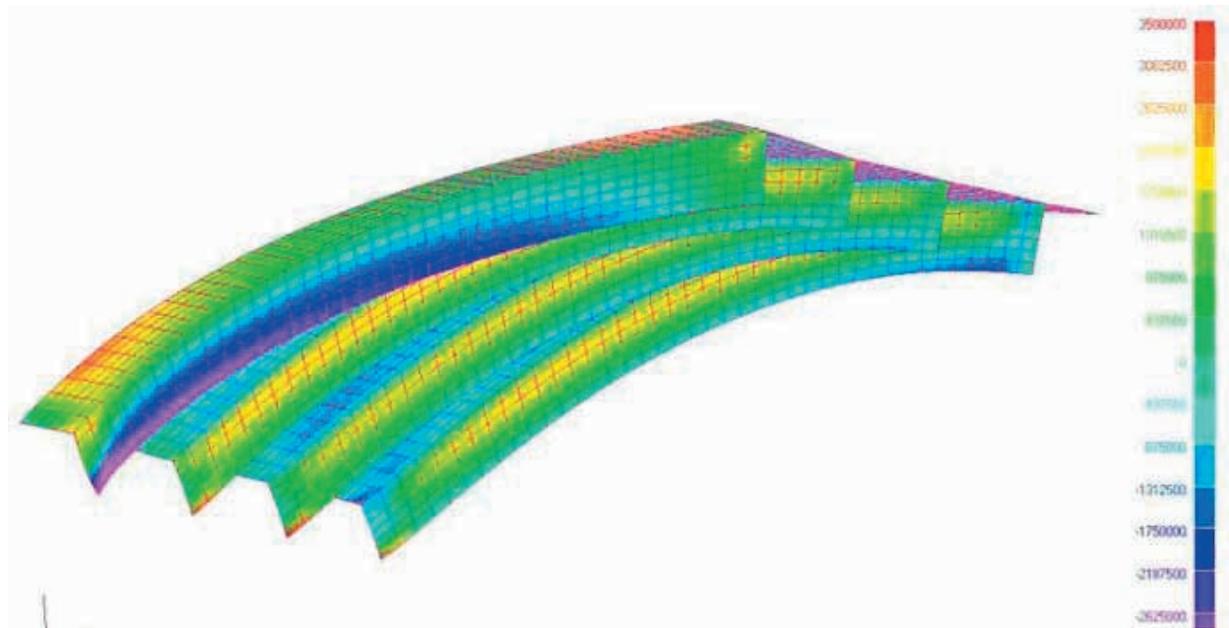
La figure 4 montre les déformations mesurées par le capteur F14 en fonction du temps. On peut distinguer sur ce graphique à quels moments sont apparus les sauts dans les lectures. Trois courbes y sont tracées : (1) les déformations mesurées; (2) les déformations corrigées, c'est-à-dire les déformations mesurées auxquelles on a retranché la composante thermique; (3) la température mesurée à proximité du capteur. On constate que la déformation corrigée est demeurée constante jusqu'en mai 2001. Elle a par la suite diminué d'environ 20×10^{-6} , à partir de juillet 2001, et est restée relativement stable jusqu'en juillet 2003. Elle a chuté à nouveau en septembre 2003, pour atteindre -30×10^{-6} en juillet 2005.

On a observé à peu près les mêmes phénomènes en analysant les mesures des capteurs F16 et F17, ces instruments ayant enregistré des sauts à peu près aux mêmes dates que le capteur F16. Les déformations résiduelles indiquées par ces capteurs sont cependant positives, ce qui correspond à un allongement, contrairement au capteur F14, qui s'est contracté depuis sa mise en service.

Dans le but de faciliter l'interprétation de ces résultats, on a procédé à la modélisation de la géométrie du pont par éléments finis. La poutre 1, sous laquelle est installée le capteur F14, est une poutre de rive située du côté ouest du tablier du pont orienté suivant l'axe nord-sud. Étant donné sa

position dans le tablier et l'orientation de celui-ci, cette poutre est davantage exposée au réchauffement occasionné par les rayons du soleil. Si, dans le modèle d'éléments finis, on impose une hausse uniforme de la température de la dalle et de la poutre 1 seulement, on obtient le résultat montré à la figure 5, où est illustrée la distribution des contraintes longitudinales dans tout le tablier. Il est à noter que, dans cette représentation, les poutres sont sur appuis simples. En se réchauffant, la dalle et la poutre 1 tendent à s'allonger, mais cet allongement est restreint par les autres poutres. Par conséquent, la poutre 1 est comprimée, tandis que les trois autres sont tendues.

Figure 5



Par ailleurs, les appuis de la structure se trouvant sous les poutres, l'augmentation de la température moyenne des poutres ainsi qu'un éventuel gradient thermique négatif amènent le rehaussement du tablier, tel qu'il est montré à la figure 5. Cette flexion occasionne la compression des fibres inférieures des poutres. Dans le cas de la poutre 2, cette compression cause la réduction des contraintes de traction induites par le réchauffement de la poutre 1. Les fibres extrêmes inférieures de la poutre 2 sont conséquemment moins tendues que les fibres situées au niveau du lit de barres d'armature. Ce résultat est conforme aux mesures obtenues avec les capteurs F16 (30×10^{-6} mesuré au bas de la poutre) et F17 (50×10^{-6} mesuré au niveau du lit de barres d'armature).

On a procédé à une seconde analyse en bloquant les appuis de manière à empêcher leur déplacement horizontal. Les résultats de cette analyse ont démontré que les contraintes longitudinales associées aux effets thermiques apparaissent également lorsque les poutres sont bloquées horizontalement. Le comportement réel du pont de Sainte-Émélie-de-l'Énergie se situe entre ces deux extrêmes, c'est-à-dire que les déplacements horizontaux ne sont pas parfaitement libres et qu'il existe une retenue horizontale partielle de nature frictionnelle. Des glissements horizontaux ont donc pu se

produire en réponse aux efforts internes induits par les charges vives combinées aux sollicitations d'origine thermique. Il est intéressant de noter que les déformations permanentes semblent apparaître en été ou en hiver, au moment où les gradients thermiques et la température moyenne atteignent généralement leurs valeurs maximales.

CONCLUSION

La mise en place d'une importante instrumentation sur le pont de Sainte-Émélie-de-l'Énergie, combinée à des essais de chargement répétés à quatre reprises sur une période de six ans, avait pour principal objectif d'évaluer l'efficacité et la durabilité d'une technique de renforcement des structures existantes avec des matériaux composites. L'étude présentée dans ce rapport a démontré que la structure a conservé son intégrité depuis qu'elle a été renforcée. Aucun signe de dégradation des matériaux composites n'a été observé.

Plus précisément, les essais de chargement réalisés par le laboratoire mobile du Ministère ont permis d'évaluer la contribution des lamelles de carbone à la rigidité flexionnelle de la structure et de s'assurer que celle-ci ne s'est pas altérée au cours des six années qui ont suivi le renforcement. En effet, les déformations mesurées sous des charges identiques, lors des essais 3 (septembre 1999) et 4 (juin 2004), étaient similaires à celles enregistrées lors de l'essai 2 (octobre 1998). De plus, les essais ont servi à tester la fiabilité de deux types de capteurs à fibre optique.

Quant au suivi à long terme effectué à l'aide des capteurs Fabry-Pérot et des thermocouples, il a permis de démontrer que le pont n'avait pas subi d'affaissement depuis la mise en place des matériaux composites. Les trois capteurs à mi-portée semblent indiquer que les poutres se sont légèrement déformées de façon permanente, mais ces déformations seraient dues à de faibles mouvements au niveau des appuis, sous les effets thermiques, comme l'indiquent les simulations par éléments finis.

NOTES

- 1 LABOSSIÈRE, Pierre, Kenneth W. NEALE, Pierre ROCHETTE, Marc DEMERS, Philippe LAMOTHE, Patrick LAPIERRE et Gérard DESGAGNÉ. « Fibre Reinforced Polymer Strengthening of the Sainte-Émélie-de-l'Énergie Bridge : Design, Instrumentation and Field Testing », *Revue Canadienne de génie civil*, vol. 27, n° 5, octobre 2000, p. 916-927.
- 2 SAVARD, Marc, et Jean-François LAFLAMME. « La flexibilité du tablier du pont Risi avant et après sa réfection », *Innovation Transport*, n° 23, avril 2005, p. 3-6.

Le roseau commun présent le long de nos corridors autoroutiers : allié opportuniste ou redoutable envahisseur?

Martin Lafrance, Service des inventaires et du Plan, Direction de la Capitale-Nationale

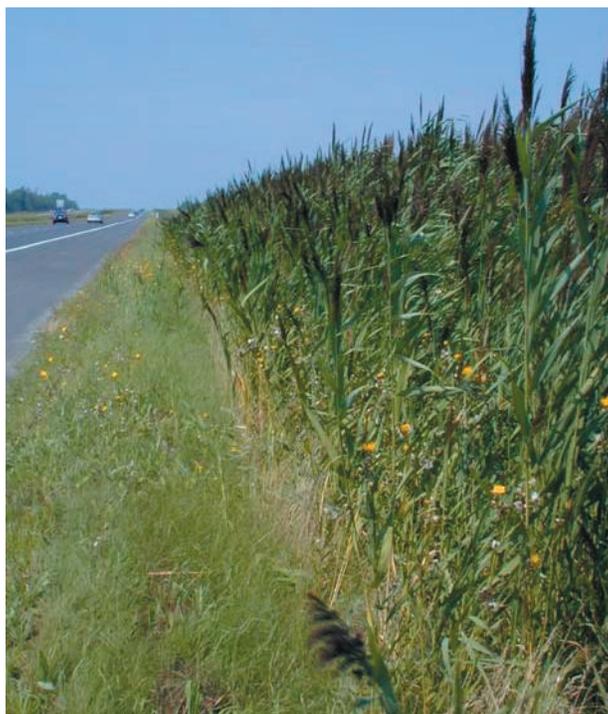
Qui n'a pas déjà remarqué en hiver ces longues tiges beiges surmontées d'un plumeau qui se laissent bercer par le vent dans les fossés autoroutiers, sinon un peu partout à l'intérieur de l'emprise du Ministère? Alors que le chêne et d'autres végétaux ne résistent pas à la fauche, le roseau, lui, comme dans une fable de Jean de La Fontaine, y survit admirablement bien.



Entouré de ses multiples clones, le roseau, ou phragmite commun (*Phragmites australis*), semble avoir la cote populaire. À la fin de l'été, lorsque son développement et sa flamboyance sont à leur apogée, des gens vont jusqu'à cueillir un bouquet de cette plante majestueuse pour la mettre au salon. Vivante, elle peut assumer le rôle de filtre dans les marais épurateurs. Séchée, son chaume est utilisé dans les revêtements de toiture. L'homme a su en tirer parti. Peut-être trop même en Europe, car sa situation y est précaire. Cela est cependant loin d'être le cas de ce côté-ci de l'Atlantique.

Par ailleurs, les colonies de roseau peuvent avoir des effets bénéfiques sur la sécurité routière. Situées sur le terre-plein central d'une autoroute, elles peuvent contribuer à diminuer l'éblouissement des phares d'automobiles circulant en sens inverse. À l'intérieur de certains tronçons de route problématiques, elles peuvent aussi agir comme capteurs de neige en période hivernale, contribuant du coup

à réduire de façon importante la poudrierie de surface et la formation de glace noire sur la chaussée. Des colonies très denses peuvent même contribuer à arrêter un véhicule en perte de contrôle. Enfin, les colonies de roseau sont de bons purificateurs d'eau, puisqu'elles peuvent efficacement retenir dans leurs tissus les contaminants en solution (Sérodès *et al.*, 2003). En effet, les eaux de drainage qui traversent des colonies de roseau présentes dans le réseau hydrographique en bordure des routes en ressortent plus propres.



En revanche, l'accumulation de la litière produite par les espèces comme le roseau et la quenouille, qui prolifèrent dans les secteurs humides de nos emprises routières, encombre les fossés de drainage et rend nécessaire leur nettoyage sur une base plus fréquente. Les colonies très vastes banalisent le paysage et obstruent les percées visuelles (certaines tiges mesurent jusqu'à 5 mètres de hauteur). Elles s'étendent souvent hors des emprises autoroutières, notamment dans les fossés de drainage des terres agricoles, ce qui peut potentiellement poser problème aux producteurs de cultures commerciales. Enfin, lorsque les autoroutes traversent des marais et des tourbières, ces dernières peuvent constituer des voies de pénétration pour le roseau, menaçant la biodiversité de ces milieux humides et leur attrait pour la faune. Ainsi, certaines caractéristiques des colonies de roseau commun peuvent les rendre tantôt désirables, tantôt nuisibles.

SITUATION DU ROSEAU COMMUN EN AMÉRIQUE DU NORD

Dans le Nord-Est de l'Amérique du Nord, la plante envahissante la plus problématique dans les milieux humides est le roseau commun. Les personnes qui ont déjà circulé dans les environs de New York, notamment au-dessus des marais situés entre l'île de Manhattan et le New Jersey, ont peut-être remarqué les colonies omniprésentes de roseau qui s'y sont installées.

Les données de terrain montrent qu'au Québec le roseau commun est encore peu présent dans les milieux humides du fleuve Saint-Laurent, où se trouve l'essentiel des marais et marécages de la Belle Province (Lavoie et al., 2003). Il est particulièrement envahissant dans les fossés de drainage des autoroutes où il peut former des haies longues de plusieurs kilomètres. Delisle et al. (2003) ont démontré, à l'aide de données historiques, qu'il y avait une coïncidence saisissante entre la période au cours de laquelle le nombre de colonies de roseau s'est accru et celle où le réseau autoroutier québécois a pris de l'expansion (1963-1984). Or, celui-ci traverse une multitude de milieux humides et il est à craindre que la prolifération récente du roseau le long des autoroutes constitue la première étape d'une invasion à grande échelle de ces milieux sensibles.

En utilisant des techniques moléculaires, Salstonstall (2002) a pour sa part démontré que l'envahissement des marais des États-Unis résulte de l'introduction d'un génotype européen qui s'est rapidement multiplié à la suite de nombreuses perturbations anthropiques et qui a graduellement remplacé les génotypes indigènes de ces marais. Comme l'ampleur et les causes de la propagation récente du roseau demeurent jusqu'à ce jour inconnues, les méthodes de gestion applicables pour la freiner restent par conséquent mal adaptées.

La présence du roseau commun ne constitue pas encore un phénomène généralisé à l'ensemble du réseau autoroutier québécois. Pourtant, de quelques tiges jugées *a priori* inoffensives, la multiplication du roseau commun en colonies monospécifiques locales, et parfois même régionales, en préoccupe maintenant plus d'un au Ministère ainsi qu'ailleurs dans la population québécoise. L'absence d'une littérature scientifique documentant la problématique d'envahissement des corridors autoroutiers par cette plante devint ainsi la principale justification de l'élaboration d'un important projet de recherche portant sur cette situation ainsi que de la planification de la mise en œuvre des enseignements qui découleront de la recherche.

PRÉSENTATION DU PROJET DE RECHERCHE SUR LE ROSEAU COMMUN

Le projet de recherche intitulé Envahissement du roseau commun (*Phragmites australis*) le long des corridors autoroutiers : état de situation, causes et gestion a pris ses racines dans la foulée des recommandations concernant le suivi écologique du volet flore du projet Gestion écologique de la végétation des corridors autoroutiers au Québec (Bédard et al., 2002).

Au début de l'année 2003, Yves Bédard et Martin Lafrance, tous deux biologistes au sein de la Direction de la Capitale-Nationale et cochargés de projet, rencontrent Claude Lavoie, professeur-chercheur à l'École supérieure d'aménagement du territoire et de développement régional (ESAD) et au Centre de recherche en aménagement et développement (CRAD). Ce dernier venait d'enrichir son expertise dans le domaine des plantes envahissantes par la réalisation d'une vaste étude menée à l'intérieur du corridor du Saint-Laurent. À la suite de cet entretien riche en idées, les responsables en environnement d'autres directions territoriales se sont réunis afin de déterminer les questionnements méritant d'être approfondis, les principales hypothèses à vérifier et les stratégies de mise en œuvre du projet de recherche en développement. Outre la Direction de la Capitale-Nationale, trois autres directions ont d'abord été visées, soit celle de l'Est-de-la-Montérégie (région avec forte concentration en roseau), celle de Laval-Mille-Îles (occupation de faible à forte) et celle du Bas-Saint-Laurent-Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine (secteur nouvellement colonisé).

Aussi, les chercheurs Sylvie De Blois (Université McGill), Jacques Brisson (Université de Montréal) et François Belzile (Université Laval) se joignent au groupe dès la fin de 2003, puisqu'ils dirigent personnellement des projets relatifs au roseau commun ou détiennent des compétences pouvant contribuer à faire progresser le projet. Un atelier s'organise alors pour optimiser les retombées des efforts de chacun. Plusieurs partenaires, dont le Centre Saint-Laurent (Environnement Canada), le MAPAQ et Canards Illimités Canada, sont invités à se prononcer sur leurs intérêts respectifs, et les bases sont alors lancées pour fixer les orientations du projet.

Le 25 mars 2004, le ministère des Transports du Québec (MTQ) signait officiellement avec l'Université Laval et Claude Lavoie un contrat de recherche d'une durée de trois ans, assorti d'une enveloppe budgétaire de 150 000 \$. Ce dernier, entouré d'une équipe d'étudiants diplômés et d'une professionnelle de recherche, et fort d'un partenariat avec les chercheurs mentionnés ci-dessus, acceptait alors le mandat de diriger les opérations d'inventaires sur le terrain, le traitement des données, ainsi que la rédaction des rapports de recherche.

Les principaux objectifs du projet de recherche baptisé *Phragmites* visent à :

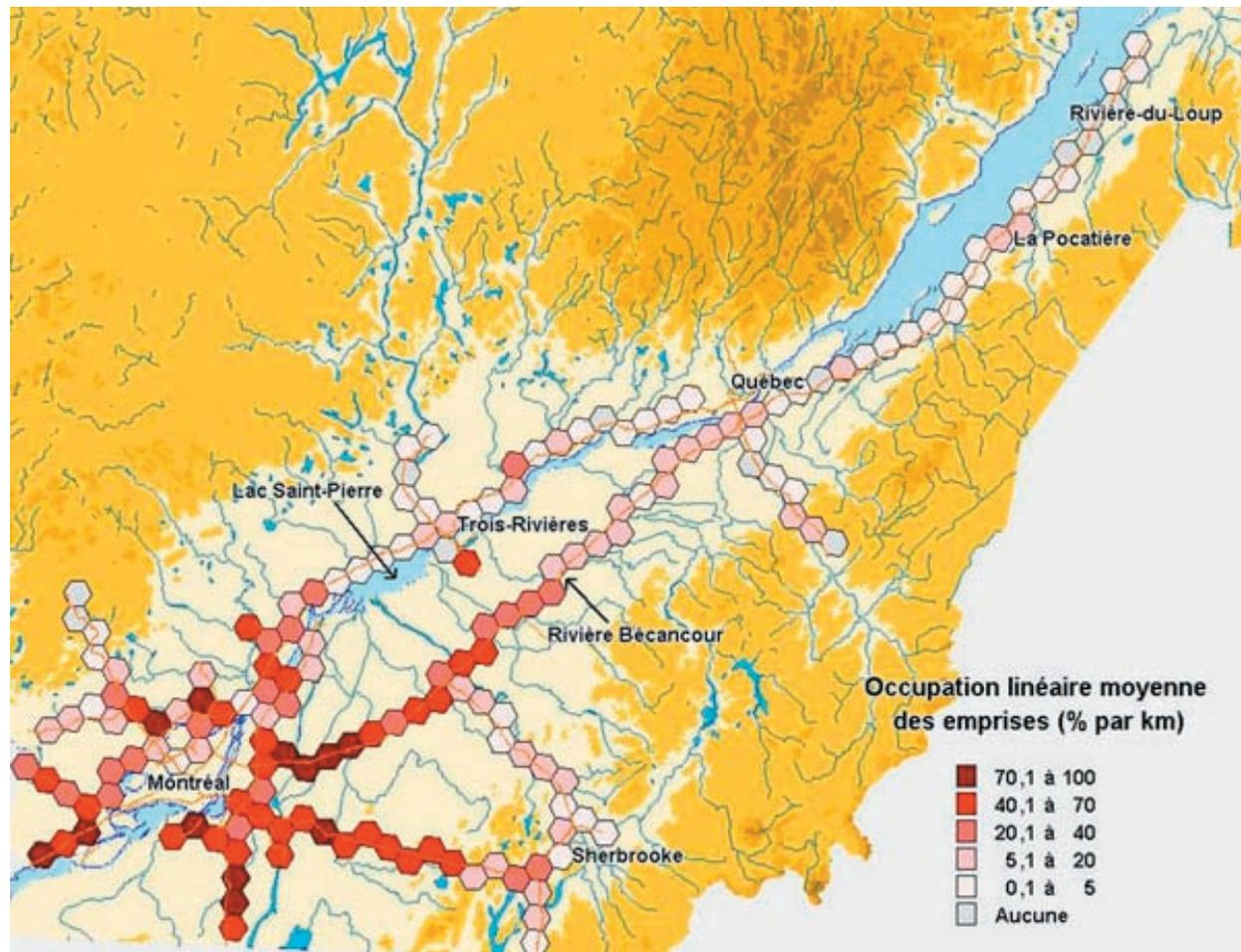
- dresser le bilan de l'envahissement des emprises autoroutières du Québec par le roseau;
- déterminer les caractéristiques du réseau autoroutier, climatiques et de l'écosystème qui favorisent la prolifération du roseau;
- déterminer si le roseau se propage des autoroutes vers les milieux humides adjacents;
- cibler les secteurs critiques devant faire l'objet d'une attention particulière par rapport au roseau;
- raffiner les outils de gestion écologique de la végétation des emprises autoroutières en relation avec les problèmes et avantages que procure le roseau.

Enfin, le vent dans les voiles, le projet *Phragmites* reçoit un autre appui de taille à la fin de l'année 2004. Le groupe de chercheurs universitaires voit sa demande de subvention intitulée Outils pour prédire et réduire les conséquences de l'invasion des écosystèmes par le roseau commun (*Phragmites australis*) fortement appuyée par le Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRSNG), ce qui lui vaudra alors une subvention de l'ordre de 300 000 \$. Ce financement additionnel permettra à l'équipe de développer davantage certains aspects du projet déjà subventionnés par le MTQ, mais aussi d'approfondir le développement d'une expertise en matière de contrôle et de gestion du roseau.

PREMIER CONSTAT : BILAN DE L'ENVAHISSEMENT

Des relevés systématiques ont été effectués sur l'ensemble du réseau autoroutier du Québec afin de mieux cibler la répartition de la plante et les caractéristiques des milieux envahis. Les données ont été consignées dans un système d'information géographique (SIG), outil qui permet d'abord de dresser un état de référence, mais qui, au cours de ses mises à jour par des relevés effectués ultérieurement, permettra d'effectuer le suivi à long terme de l'évolution des colonies de roseau (portrait dynamique). Aussi, à l'aide d'une multitude de bases de données dont les informations seront extraites pour chaque station (sur le climat, les sols, l'occupation du territoire, la densité du réseau routier, etc.), l'équipe de recherche tentera de constituer un modèle mathématique qui expliquera les différentes densités de roseau.

Chaque polygone qui couvre un segment d'autoroute de 10 km de long indique le pourcentage moyen d'occupation de l'emprise par le roseau au sein du segment. À titre d'exemple, un polygone d'une valeur de 70,1 à 100 indique qu'on trouve dans ce secteur du roseau sur plus de 70 % de la longueur de l'emprise.



Le portrait est clair : les autoroutes de la Montérégie, de Laval, de la partie sud des Laurentides, de Lanaudière et d'une partie de l'Estrie sont fortement envahies par le roseau. Le secteur le plus fortement envahi est celui de l'autoroute 20, entre l'autoroute 30 et Saint-Hyacinthe. Les régions de la Mauricie, du Centre-du-Québec, de Québec et de la Chaudière-Appalaches sont modérément envahies. Il y a une nette différence sur le plan de l'envahissement de part et d'autre de la rivière Bécancour. Les secteurs situés à l'ouest de ces bornes kilométriques étant beaucoup plus fortement envahis. Les autoroutes de la Côte-du-Sud et du Bas-Saint-Laurent sont pour leur part peu envahies, quoiqu'on trouve çà et là (La Pocatière, Rivière-du-Loup) quelques colonies plus importantes.

ROUTES SECONDAIRES : UN ROSEAU OMNIPRÉSENT

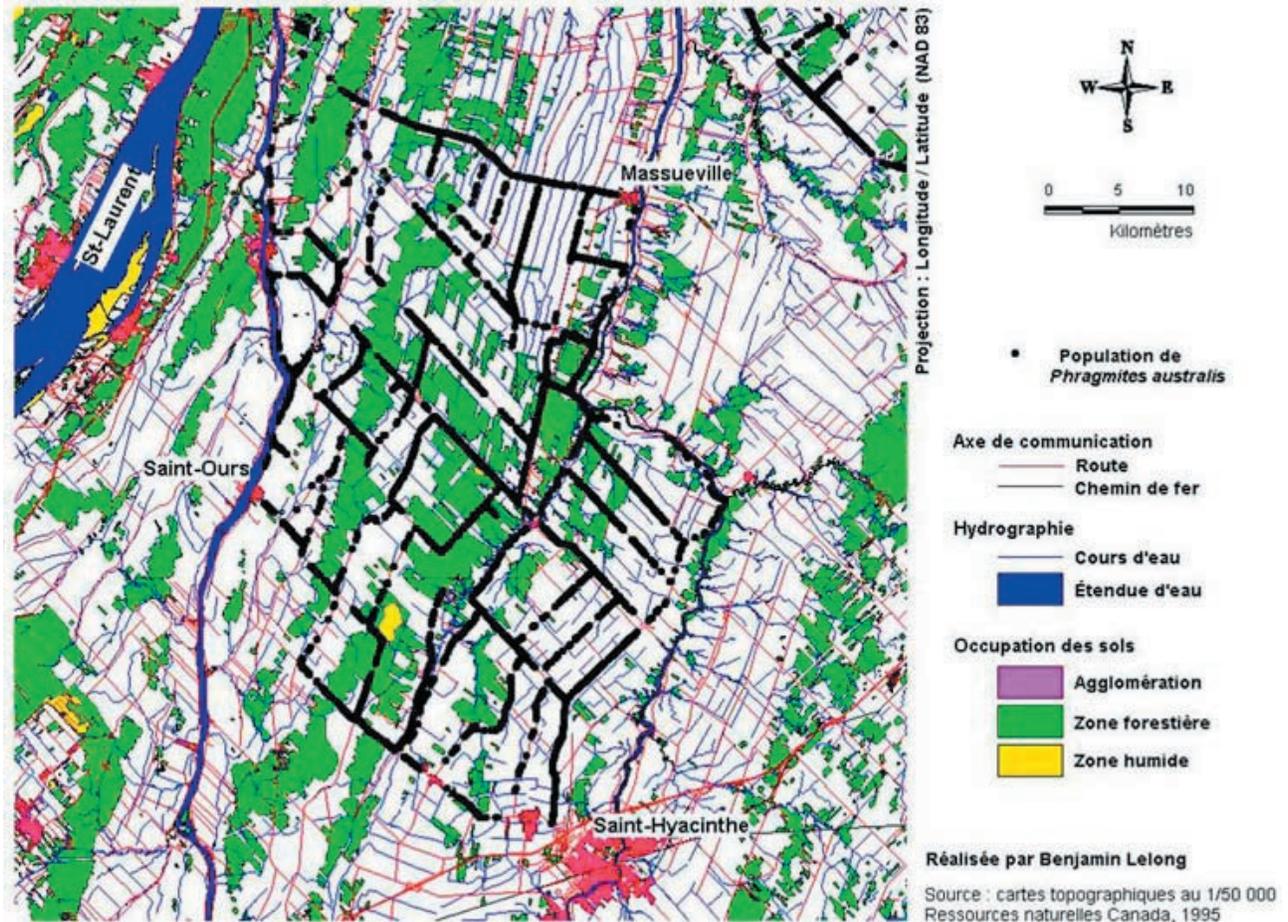
Pour comprendre les causes de l'envahissement, il s'avère nécessaire d'étudier ce phénomène à différentes échelles et en fonction de différents gradients, en prenant compte notamment de l'importance relative de l'infrastructure routière et des caractéristiques de son environnement immédiat. D'autre part, l'importante ramification du réseau routier secondaire sous la responsabilité du Ministère implique la traversée de plusieurs milieux sensibles par ces routes. Puisque ces milieux sont ainsi potentiellement vulnérables à l'envahissement par le roseau, des inventaires ont été réalisés dans certains secteurs.



Le résultat de ce travail est éloquent : il y a du roseau partout à l'ouest de la région de Lotbinière! L'ensemble du réseau routier, et non pas seulement les autoroutes, contribue donc à la dissémination de la plante. La densité des colonies ne semble pas décroître à partir des autoroutes vers les routes secondaires. Par contre, les routes de moindre importance (rangs) semblent beaucoup moins envahies par le roseau. L'invasion est particulièrement importante dans le secteur de Yamaska, où on pourrait retracer le réseau routier au seul examen de la carte des colonies de roseau. Enfin, on distingue dans le Haut-Saint-Laurent de grandes différences dans l'envahissement, certains endroits étant fortement envahis, d'autres beaucoup moins. L'examen attentif des cartes d'occupation du sol et de dépôts de surface dans ce secteur fournira sans doute un grand nombre d'informations sur les facteurs qui empêchent la progression du roseau.

LE ROSEAU AU QUÉBEC : 99 % EXOTIQUE

À la suite de l'analyse génétique de près de 400 échantillons de roseau, récoltés en 2004 pour la plupart en bordure des autoroutes, le verdict est sans équivoque : 99 % de tous ces roseaux sont d'origine exotique! En effet, alors que seuls les échantillons récoltés à proximité du fleuve



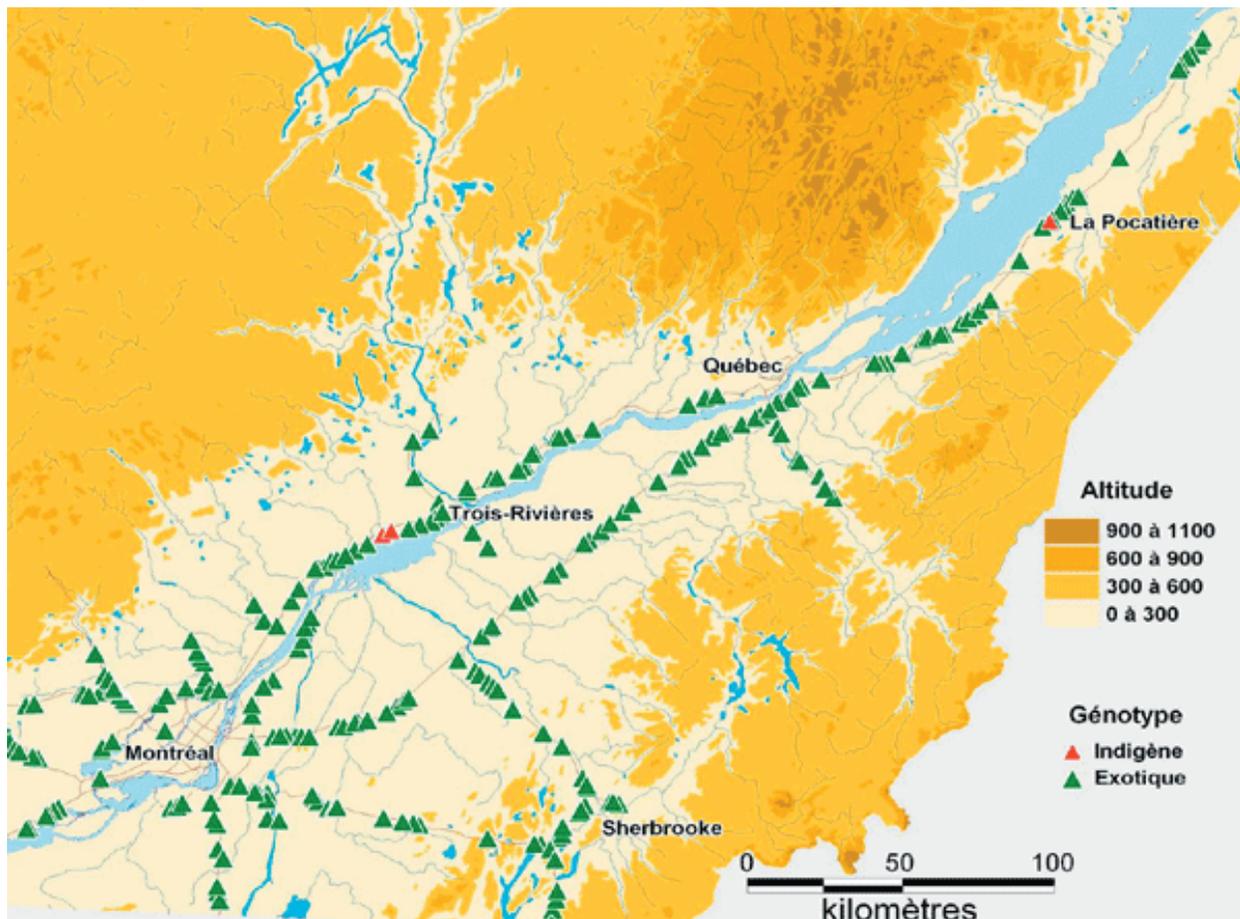
Saint-Laurent, plus précisément près du lac Saint-Pierre et à Saint-Roch-des-Aulnaies, sont du génotype indigène, presque tous les roseaux échantillonnés présentent un génotype d'origine eurasiatique (haplotype M). Ces résultats confirment donc que le Québec est maintenant confronté à une invasion d'un type étranger de roseau qui est bel et bien le résultat d'une introduction qui aurait eu vraisemblablement lieu dans la première partie du XXe siècle. Fait à noter, l'Union mondiale pour la nature (IUCN) considère que l'envahissement des plantes exotiques est la principale menace pour la biodiversité planétaire et qu'à l'échelle mondiale ces invasions biologiques sont peut-être encore plus destructrices pour les espèces et les écosystèmes indigènes que la disparition et la dégradation des habitats (IUCN, 2005).

Ainsi, l'invasion du roseau exotique semble un phénomène vécu dans la plupart des régions du Québec, sa dissémination ayant probablement été facilitée par la construction et l'entretien des infrastructures routières. Dans les mois à venir, l'analyse d'autres échantillons, notamment dans les régions éloignées, permettra de déterminer si le roseau exotique du Québec forme un seul et même clone ou s'il est constitué de plusieurs populations présentant certaines différences génétiques. La réponse à cette question contribuera à accroître notre connaissance du mode de propagation des colonies sur de longues distances et à évaluer la contribution relative de la reproduction sexuée chez le roseau.

LUTTER CONTRE LA PROPAGATION

Les avantages attendus à l'égard de ce projet de recherche toucheront aussi le niveau de la gestion des opérations du Ministère. Éventuellement, une meilleure gestion de cette plante envahissante assurera une protection plus efficace des milieux sensibles à l'envahissement sur les abords routiers, réduisant les coûts économiques et écologiques liés au contrôle de cette plante. D'autre part, la qualité paysagère de nos emprises sera maintenue par la gestion mieux intégrée des colonies de roseau et d'une manière proactive. Certaines méthodes actuellement appliquées par le Ministère pour éliminer le roseau envahissant sont inefficaces. Par exemple, la fauche et le brûlage, lorsqu'ils n'empirent pas la situation, ne font que la régler temporairement.

La lutte biologique constitue une solution de rechange à l'application de pesticides qui est digne d'intérêt pour la répression du roseau, surtout sur les sites où il ne s'est pas encore bien installé. Une part importante du projet de recherche Phragmites est dévolue à l'acquisition de connaissances expliquant la dissémination du roseau, ainsi qu'à la revue de la littérature et à l'expérimentation de divers moyens de contrôle durables. Par exemple, comme des interactions compétitives ont lieu dans la nature en ce qui a trait au partage du territoire par le roseau commun et la quenouille à feuilles larges (*Typha latifolia*), des expériences sont présentement en cours afin d'expliquer la compétitivité du roseau et d'évaluer le potentiel que possède la quenouille indigène pour freiner la propagation du roseau exotique.





Aussi, voici quelques approches de gestion à considérer en attendant :

- entreposer systématiquement et en profondeur toute la terre déblayée qui est peut-être contaminée afin d'éviter la dissémination de fragments ou de graines d'espèces envahissantes;
- le roseau est intolérant à l'ombre. En favorisant l'ombrage des fossés par la présence d'espèces comme le saule arbustif, les fossés demeureraient libres et conserveraient leur capacité d'écoulement. Il faudrait également effectuer un suivi de l'abondance du roseau en fonction de la densité d'arbustes installés en bordure des fossés;
- le fauchage de l'emprise, s'il est absolument nécessaire, devrait avoir lieu en période estivale, puisque le développement du roseau est mieux réprimé lorsque la fauche s'effectue pendant la saison de sa croissance;
- implanter des massifs multispécifiques par des plantations ou des semis de végétaux qui redonneraient une hétérogénéité au milieu et briseraient la monotonie du paysage.

DE LA SUITE DANS LES IDÉES

Par sa nature même, le projet de recherche sur l'envahissement du roseau commun le long des corridors autoroutiers favorise la formation de la relève en environnement transport. Les étudiants qui font partie de l'équipe du projet Phragmites ont d'ailleurs été très actifs récemment sur la scène internationale. En effet, Yvon Jodoin, Benjamin Lelong, Marie-Ève Bellavance et Mathieu

Maheu-Giroux ont entre autres participé à l'un ou l'autre des événements suivants : 8th International Conference on the Ecology and Management of Alien Plant Invasions (Katowice, Pologne), Congrès de l'Association de l'Est du Canada pour la gestion de la végétation (Kingston, Canada), International Conference on Ecology and Transportation (San Diego, États-Unis), Congrès annuel de la Society of Wetland Scientists (Charleston, États-Unis), Congrès annuel de l'Association francophone pour le savoir (Montréal, Canada), Congrès annuel de l'Ecological Society of America (Montréal, Canada) et Congrès de la Canadian Society of Landscape Ecology and Management (Waterloo, Canada). Si ce n'est déjà fait, leurs articles scientifiques devraient être soumis pour publication dans les mois à venir.

Aussi, bien des questions laissées en suspens trouveront des réponses dans les prochaines années. Les principaux éléments que nous souhaitons désormais approfondir sont : les facteurs qui influent sur la répartition spatiale du roseau, la rapidité de sa progression sur le terrain, l'identification des zones à risque d'envahissement ainsi que la mise à jour des solutions écologiques de contrôle du roseau exotique.

En définitive, le projet Phragmites innove en ce sens qu'il constitue une occasion inédite de cibler sur une base systématique les variables qui expliquent l'envahissement du territoire québécois par le roseau et d'élaborer différentes recommandations qui sauraient guider le ministère des Transports comme d'autres organismes ou particuliers aux prises avec ce phénomène. L'heureux mélange de l'expertise professionnelle avec le dynamisme et la compétence universitaire, l'approche multiéchelle des inventaires et analyses, la multidisciplinarité du personnel associé favorisant autant les méthodes classiques de l'écologie végétale que les techniques de pointe de la génétique et de la géomatique contribuent à accorder au projet Phragmites le potentiel pour répondre à un nombre important de questions spécifiquement liées au roseau commun, mais aussi aux plantes envahissantes en général.

Pour obtenir de l'information supplémentaire sur ce projet de recherche, vous pouvez visiter le site Internet du projet.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BÉDARD, Y., J. GÉRIN-LAJOIE et E. LÉVESQUE. 2002, Gestion écologique des emprises de trois tronçons autoroutiers : projet pilote de gestion extensive du patrimoine vert : suivi écologique : volet flore : rapport final. Université du Québec à Trois-Rivières, Département de chimie-biologie, 143 p.
- DELISLE, F., C. LAVOIE, M. JEAN et D. LACHANCE. 2003, Reconstructing the spread of invasive plants: Taking into account biases associated with herbarium specimens. *J. Biogeogr*, vol. 30, p.1033-1042.
- LAVOIE, C., M. JEAN, F. DELISLE et G. LÉTOURNEAU. 2003, Exotic plant species of St. Lawrence River wetlands: A spatial and historical analysis. *J. Biogeogr*, vol. 30, p. 537-549.
- SALSTONSTALL, K. 2002, Cryptic invasion by a non-native genotype of the common reed, *Phragmites australis*, into North America. *Proc. Nat. Acad. Sci.*, vol. 99, p. 2445-2449.
- SÉRODES, J.-B., A. TAILLON et J.-P. BEAUMONT. 2003, « Des marais épurateurs construits (MEC) pour traiter les eaux de ruissellement des autoroutes : une expérience québécoise », *Innovation Transport*, nov. 2003, p. 18-24.
- IUCN. The World Conservation Union. Site de la Species survival commission, (Consulté le 4 mars 2005).