

**Dossier :**

**Le XII<sup>e</sup> Congrès international  
de la viabilité hivernale  
de l'Association mondiale  
de la route (AIPCR)**



## Table des matières

Mot de présentation

**Le XII<sup>e</sup> Congrès international de la viabilité hivernale**

<b>L'évaluation des résultats en entretien hivernal par l'implantation et la mesure d'un indicateur de performance : l'expérience du ministère des Transports du Québec</b>	4
<b>Développement d'outils STI au ministère des Transports du Québec pour l'entretien hivernal</b>	12
<b>Systeme intégré de communication véhiculaire des données</b>	21
<b>Évolution technologique de l'équipement de déneigement au Québec</b>	33
<b>Plan de gestion des sels de voirie de la route</b>	41

## Mot de présentation

### Le XII<sup>e</sup> Congrès international de la viabilité hivernale

L'Association mondiale de la route (AIPCR) regroupe les administrations routières de 110 pays. Toute son action vise à favoriser les progrès en matière de route et de transport routier, ainsi qu'à promouvoir l'amélioration du transfert des connaissances entre les différents acteurs du monde routier. C'est dans cet esprit d'échange et de partage des meilleures pratiques que se tient, tous les quatre ans, le Congrès international de la viabilité hivernale. Après Sapporo, en 2002, le XII<sup>e</sup> Congrès international de la viabilité hivernale s'est tenu à Turin du 27 au 30 mars 2006.

Pour le Québec, un tel événement s'avère une occasion privilégiée de démontrer le savoir-faire québécois en matière d'entretien hivernale en appuyant nos entreprises dans la promotion de leurs compétences à l'échelle mondiale. La participation active de la délégation québécoise a permis des échanges fort constructifs avec les experts et des spécialistes en provenance de plusieurs pays de tous les continents. Sous le thème principal « Assurer la mobilité des usagers de la route en hiver », près de 1000 personnes ont pu échanger sur les six thèmes des conférences techniques, soit : les stratégies, niveau de service et norme, la performance et le financement, la sécurité et mobilité en hiver, aspects sociaux, l'environnement, les systèmes de gestion en viabilité hivernale et, enfin, les techniques de déneigement et de lutte contre le verglas.

Membre très actif de l'association depuis plus de 30 ans, le Québec était bien représenté à cet événement d'envergure. La délégation au congrès comprenait notamment des représentants du ministère des Transports, du ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation, du ministère des Relations internationales et de l'Association québécoise du transport et des routes. Une dizaine d'entreprises et associations québécoises du domaine de la route animaient également des stands à l'exposition.

Soulignons que, parmi les conférenciers, sept représentants du Québec ont livré des communications relativement à la plupart des thèmes des séances techniques. Également, la présence des entreprises québécoises à l'intérieur du pavillon du Québec a contribué grandement à la reconnaissance du savoir-faire québécois. Je tiens ici à souligner la qualité de leur contribution et à les remercier de leur engagement personnel dans l'amélioration des pratiques liées au domaine de la viabilité hivernale.

**Anne-Marie Leclerc**  
Sous-ministre adjointe  
Direction générale des infrastructures et des technologies  
Première déléguée du Canada-Québec à l'AIPCR  
Vice-présidente de l'AIPCR

## **L'évaluation des résultats en entretien hivernal par l'implantation et la mesure d'un indicateur de performance : l'expérience du ministère des Transports du Québec**

Anne Baril et Sylvain Noël, Direction du soutien à l'exploitation des infrastructures  
François Hallé, Direction de l'Ouest-de-la-Montérégie  
Philippe Apollon, Direction générale de Montréal et de l'Ouest

### **1.0 INTRODUCTION**

Le ministère des Transports du Québec consacre annuellement un budget d'exploitation de 180 M\$ pour l'entretien hivernal, ce qui représente 75 % du budget total alloué pour la réalisation de l'ensemble des activités d'exploitation du réseau routier. La consommation moyenne des saisons hivernales de 2001 à 2003 est de l'ordre de 780 000 tonnes métriques de fondants (on fait référence ici uniquement aux quantités de sel de déglacage).

En fonction des enjeux prépondérants relatifs à la sécurité routière et au maintien de la mobilité des usagers sur le réseau routier en période hivernale, le ministère des Transports du Québec a entrepris plusieurs exercices de réflexion et de repositionnement stratégiques qui ont entraîné la mise en œuvre, à l'échelle de l'ensemble de ses unités territoriales, de différentes démarches d'amélioration continue en entretien hivernal. On n'a qu'à penser aux récents développements des quatre dernières années en matière de météo routière et à l'implantation de nouvelles technologies pour soutenir le processus de prise de décision en entretien hivernal.

Parallèlement, la mesure de la performance entourant la livraison des produits et services aux citoyens est devenue un enjeu gouvernemental majeur à la suite de l'adoption de la nouvelle Loi sur l'administration publique, en mai 2000. Cette loi commandait l'implantation de nouvelles manières de faire par la mise en œuvre d'une gestion axée sur les résultats.

Le ministère des Transports du Québec s'est donc lancé, au cours des quatre dernières années, dans une vaste démarche de développement et d'implantation d'un indicateur de performance en entretien hivernal. Il s'agit de la mesure du « Taux de respect des exigences en entretien hivernal ».

Nous exposerons ici les principaux éléments ayant conduit au développement et à l'implantation d'un indicateur de performance en entretien hivernal.

### **2.0 UN NOUVEAU CADRE GOUVERNEMENTAL DE GESTION AXÉ SUR LES RÉSULTATS**

La nouvelle Loi sur l'administration publique a été l'élément déclencheur qui a amené le ministère des Transports du Québec à implanter un cadre de gestion axé sur les résultats, basé sur le principe

de la transparence, dans le but ultime de livrer des services de qualité aux citoyens. Bien servir les citoyens n'est pas une idée nouvelle au gouvernement du Québec. La Loi sur l'administration publique réaffirme cette priorité accordée par l'administration gouvernementale à la qualité des services en définissant des mécanismes obligatoires de reddition de comptes transparents aux citoyens.

Cette nouvelle loi généralise la gestion par résultats pour l'ensemble de l'administration gouvernementale. À tous les niveaux, la planification sera effectuée selon des objectifs connus et des cibles précises appuyées par des indicateurs de performance permettant d'en mesurer les résultats.

Depuis le 1<sup>er</sup> avril 2001, le plan stratégique pluriannuel est le premier outil de gestion grâce auquel chaque ministère ou organisme énonce des objectifs ainsi que les résultats visés au terme de la période couverte. De plus, depuis le 1<sup>er</sup> avril 2002, le rapport annuel de gestion présente les résultats obtenus par rapport aux objectifs prévus.

### 3.0 UN PLAN STRATÉGIQUE QUI INCLUT, ENTRE AUTRES, UN RÉSULTAT VISÉ EN MATIÈRE D'ENTRETIEN HIVERNAL

Conformément à la mission qui lui est confiée,

**« La mission du Ministère est d'assurer, sur tout le territoire du Québec, la mobilité des personnes et des marchandises par des systèmes de transport efficaces et sécuritaires qui contribuent au développement durable du Québec. »**

et dans le cadre de la Loi sur l'administration publique, le ministère des Transports du Québec s'est donné, pour la période 2005-2008, un plan stratégique à l'intérieur duquel il a formulé trois grandes orientations. La première, plus particulièrement associée à la sécurité routière, retient ici notre attention en raison du fait que le résultat visé en matière d'entretien hivernal y est rattaché.

Afin de faire le lien avec l'indicateur de performance en entretien hivernal, voici un extrait du plan stratégique 2005-2008 :

#### Orientation 1

**« Assurer aux usagers des infrastructures de transport sécuritaires, en bon état et fonctionnelles. »**

#### Résultat visé

**« Assurer un entretien de qualité des routes sous la responsabilité du Ministère en donnant priorité aux interventions qui ont un impact sur la sécurité. »**

Un indicateur de performance, défini comme étant le « Taux de respect des exigences pour l'entretien hivernal des routes », a alors été développé et implanté à l'ensemble des unités territoriales du Ministère afin de mesurer la conformité des résultats et des services fournis relativement aux exigences et aux spécifications indiquées dans les documents contractuels en matière d'entretien hivernal.

#### 4.0 LA PORTÉE DE L'INDICATEUR DE PERFORMANCE

Le ministère des Transports du Québec octroie annuellement un total de 800 contrats pour faire exécuter les travaux de déneigement et de déglçage sur près de 80 % des routes (25 400 km sur 31 993 km pondérés) dont il a la responsabilité. La moitié de ces contrats est réalisée par des entreprises privées et l'autre moitié par des municipalités désireuses de jumeler certaines sections de route du Ministère avec leur propre réseau.

Il a été convenu, dans un premier temps, de prioriser l'implantation d'un indicateur de performance pour mesurer le taux de respect des exigences dans le contexte des travaux réalisés à contrat, tout particulièrement pour les entrepreneurs (70 % du réseau total). La mesure de la performance pour les travaux réalisés en régie (20 % du réseau correspondant à 6300 km) et ceux entretenus à contrat par les municipalités (10 % du réseau correspondant à 3150 km) serait priorisée dans un deuxième temps.

**Tableau 1 Répartition de la charge de travail en matière d'entretien hivernal**

	% du budget	% de km pondérés	Nombre de circuits/contrats
Contrats	63	66	382
Régie	26	22	124
Municipalités	11	12	364

#### 5.0 LES FONDEMENTS DE L'INDICATEUR DE PERFORMANCE

En fonction des directives internes déjà en vigueur, les gestionnaires responsables du suivi de la réalisation des travaux d'entretien hivernal octroyés à contrat ont la responsabilité de produire un rapport annuel de rendement de l'entrepreneur. La conception de la grille d'évaluation de l'indicateur a donc été basée sur les neuf critères de qualité définis dans cette directive interne. Ces critères d'évaluation sont énumérés dans le tableau 2.

**Tableau 2 Évaluation du rendement des fournisseurs (V-2964)**

<b>Critères et indicateurs proposés Contrat de service de déneigement</b>	
<b>Critères</b>	<b>Indicateurs</b>
1) Qualité des services rendus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Respect des niveaux de service</li> <li>• Retard d'intervention</li> </ul>
2) Qualité des ressources	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Équipement et personnel</li> </ul>
3) Qualité des communications et de la collaboration	<ul style="list-style-type: none"> <li>• État des routes : Rapports au centre de services</li> <li>• Partenariat entrepreneurs–Ministère</li> </ul>
4) Respect des échéances	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Respect des délais contractuels (garage, équipement, réserves de matériaux, site d'entreposage, etc.)</li> </ul>
5) Consommation des matériaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantité utilisée</li> <li>• Qualité des fondants/abrasifs</li> </ul>
6) Respect de la propriété publique et privée	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dommage à l'équipement de sécurité, aux services d'utilité publique, aux boîtes aux lettres, aux vitres de résidences, etc.</li> </ul>
7) Respect des lois et des règlements	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Code de la sécurité routière</li> </ul>
8) Plaintes fondées du public	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre</li> <li>• Importance</li> <li>• Impact</li> </ul>
9) Autres (spécifiez)	

Un exercice exhaustif de corrélation entre ces critères et l'ensemble des exigences inscrites dans les contrats d'entretien hivernal a été réalisé. Chacune des exigences a été placée sous chacun des 9 critères et a été pondérée de façon à obtenir un total de 100 points. Cet exercice a donc permis de préciser ces critères de qualité et de tabler sur une grille d'évaluation visant la mesure de notre indicateur de performance en entretien hivernal.

## 6.0 LA GRILLE D'ÉVALUATION DE L'INDICATEUR DE PERFORMANCE EN ENTRETIEN HIVERNAL

La grille d'évaluation de l'indicateur ainsi définie permet de faire un lien direct avec la mesure du respect de l'ensemble des exigences contractuelles. L'ensemble des 9 critères de qualité regroupe un total de 19 exigences contractuelles, évaluées en fonction des paramètres suivants :

**Tableau 3 Paramètres d'évaluation du respect des exigences**

Premier paramètre	Répondre aux exigences
Deuxième paramètre	Avoir émis une demande d'ajustement ou d'intervention préventive
Troisième paramètre	Avoir émis plus d'une demande d'ajustement ou d'intervention préventive
Quatrième paramètre	Avoir émis un avis d'avertissement ou de réprimande
Cinquième paramètre	Avoir émis plus d'un avis d'avertissement ou de réprimande
Sixième paramètre	Non applicable

Les paramètres précités permettent de mesurer l'atteinte ou non des exigences contractuelles et ils ont été définis de façon à ne laisser aucune place à interprétation de la part du responsable de l'évaluation en territoire. Par ailleurs, un guide destiné à former tous les acteurs concernés et à soutenir la mesure de cet indicateur a été rédigé et diffusé.

Les paramètres sont définis comme suit :

- Répondre aux exigences : toutes les exigences sont respectées sans aucune demande d'ajustement ou d'avis écrit.
- Avoir émis une demande d'ajustement ou d'intervention préventive : une communication réalisée auprès de l'entrepreneur afin d'apporter une amélioration en regard d'une ou de plusieurs exigences au contrat. Cette demande doit être produite sous la forme d'une communication verbale consignée ou d'un avis écrit adressé à l'entrepreneur.
- Avoir émis un avis d'avertissement ou de réprimande : un avis d'avertissement ou un avis de réprimande est une correspondance écrite, prévue au contrat, pour faire état de tout manquement aux exigences contractuelles ayant ou non une incidence sur la sécurité des usagers.
- Non applicable : l'usage du « non applicable » permet de mieux adapter l'évaluation aux particularités de la période, du contrat ou aux particularités climatiques. Lorsque ce paramètre est sélectionné, le poids de cet élément est distribué aux autres exigences.

## 7.0 LES AVANTAGES ENTOURANT LA GRILLE D'ÉVALUATION CONÇUE POUR MESURER L'INDICATEUR DE PERFORMANCE

La grille conçue pour évaluer l'indicateur de performance s'avère simple d'utilisation et adaptée aux pratiques actuelles de surveillance des contrats d'entretien hivernal. Il apparaissait essentiel de respecter ces deux critères de conception, compte tenu de la clientèle concernée en territoire, soit près

d'une soixantaine de répondants issus des unités territoriales. Elle permet également de formaliser une évaluation représentative de la prestation moyenne de l'entrepreneur tout au long de la saison hivernale en pondérant uniformément le résultat obtenu au cours des trois périodes d'évaluation prédéfinies.

Un aperçu des dates pour chacune des trois périodes qui ont été définies pour compiler les données de l'indicateur de performance est donné ci-après.

**Tableau 4 Période définie pour la mesure du respect des exigences contractuelles**

Période de respect	Date ciblée	% contributif au taux moyen de respect
1	Début du contrat au 20 décembre	25 %
2	Du 21 décembre au 1 <sup>er</sup> mars	50 %
3	Du 2 mars au 15 mai ou à la fin du contrat	25 %

Cette grille revêt un deuxième avantage pour les gestionnaires en territoire, à savoir le soutien à la réalisation d'une évaluation juste et transparente de l'entrepreneur. Pour ce faire, un tableau d'interprétation des résultats de l'indicateur a été élaboré dans le but d'uniformiser l'interprétation des résultats de l'indicateur.

Par exemple, un taux de respect supérieur à 70 % définit un rendement de type « satisfaisant » pour l'entrepreneur visé par cette évaluation. Quatre catégories ont été créées pour qualifier le rendement de « satisfaisant » par l'élaboration de descriptions particulières pour chacune d'elles.

**Tableau 5 Interprétation des résultats du taux moyen de respect des exigences en entretien hivernal**

% du taux de respect	Description
<b>SATISFAISANT</b>	
≥ 95	Répond parfaitement aux exigences
90 < 95	Répond très bien aux exigences
80 < 90	Répond généralement bien aux exigences
70 < 80	Répond à la plupart des exigences
<b>INSATISFAISANT</b>	
< 70	Ne répond pas aux exigences

## 8.0 UN INDICATEUR DE PERFORMANCE PERMETTANT DE FACILITER LE SUIVI DE GESTION

Ainsi, pour chacun des 400 contrats en vigueur octroyés en matière d'entretien hivernal au sein du ministère des Transports du Québec, nous sommes en mesure d'exploiter des données afférentes au taux moyen de respect des exigences par entrepreneur, par unité de gestion, par territoire et pour l'ensemble de l'administration routière. Il est à noter que le taux moyen de respect diffusé à l'intérieur du rapport annuel du Ministère concerne le taux moyen pour l'ensemble des contrats et pour la saison hivernale complète.

## 9.0 QUATRE PRINCIPAUX CONSTATS ISSUS DE L'EXPÉRIENCE D'IMPLANTATION D'UN INDICATEUR DE PERFORMANCE EN ENTRETIEN HIVERNAL

- **Nécessité de se doter d'une période minimale de rodage de deux cycles hivernaux complets avant d'être en mesure de diffuser les résultats :**

Il apparaît essentiel et nécessaire de ne pas diffuser les résultats obtenus par l'indicateur de performance dès la première saison hivernale. L'expérience a démontré que les travaux d'ajustement des critères et des facteurs de pondération définis pour ces derniers doivent être revus et corrigés en fonction d'un exercice exhaustif de comparaison avec les évaluations de rendement réalisées par les méthodes conventionnelles utilisées avant le développement de l'indicateur de performance. Il apparaît essentiel de s'octroyer une période pour gérer la crédibilité des données de l'indicateur de performance auprès de l'ensemble des utilisateurs opérationnels répartis sur tout le territoire de l'administration routière.

- **Nécessité de mettre sur pied un plan de mobilisation pour l'ensemble des gestionnaires :**

Dans le contexte de l'implantation du nouveau concept de gestion par résultats qu'entraîne la mesure de la performance à l'échelle de toutes les unités d'une administration routière, l'appropriation des outils développés nécessite la mise sur pied d'un vaste plan de mobilisation auprès de l'ensemble des gestionnaires de l'organisation. Le niveau prépondérant de mobilisation est sans aucun doute celui du directeur de territoire, lequel se doit de mobiliser son équipe de gestion et d'instaurer des mécanismes de suivi et de rétroaction en regard des résultats de l'indicateur de performance ainsi obtenus.

- **Nécessité de la reconnaissance de l'indicateur de performance par les autorités de l'administration routière :**

Il apparaît essentiel et nécessaire de faire reconnaître formellement, par les autorités de l'administration routière, l'indicateur de performance à être implanté à l'échelle des unités territoriales. Nous avons eu la possibilité de démontrer l'importance de cette reconnaissance par une inscription à l'intérieur du premier plan stratégique du Ministère axé sur la gestion par résultats. Cette inscription au plan stratégique a certes permis de mobiliser toutes les unités de l'administration routière qui ont alors

dû déployer les efforts nécessaires pour implanter ce nouveau système de mesure des produits et services livrés en matière d'entretien des routes en période hivernale.

- **Bénéfices associés à la mise sur pied d'un processus d'audit comme moyen additionnel :**
  - Pour confirmer la qualité des données de l'indice par un représentant ne faisant pas partie du processus d'évaluation de la performance.
  - Pour évaluer si l'unité ayant fait l'objet d'un audit a bel et bien mis en place tous les outils définis pour mesurer l'indicateur de façon uniforme et cohérente.

Il apparaît avantageux de favoriser la mise sur pied d'un processus d'audit externe afin de confirmer le degré de fiabilité des données aux autorités de l'administration routière. Les résultats de l'audit permettent également aux gestionnaires de l'unité qui en ont fait l'objet de cibler les problématiques dans l'utilisation de cet indicateur et de définir, selon le cas, des pistes d'amélioration.

## 10.0 CONCLUSION

La définition d'outils de gestion axée sur les résultats visant la mesure de la performance associée à la livraison de produits et de services spécifiques en exploitation du réseau routier est passablement nouvelle puisque l'importance accordée à ce chapitre par les administrations routières date du début des années 2000.

L'indicateur de performance en entretien hivernal représente donc un outil de gestion novateur qui vise à définir la qualité des services offerts aux usagers. On pourrait résumer ainsi les trois grands objectifs de la mesure de la performance en entretien hivernal :

- Mesurer le rendement atteint.
- Améliorer le service offert par l'analyse des données de l'indicateur qui en découle et la mise en œuvre de processus d'amélioration.
- Réaliser une reddition de comptes « transparente » pour notre clientèle.

## Développement d'outils STI au ministère des Transports du Québec pour l'entretien hivernal

Claude Lapointe ing., M. Sc., Service des technologies d'exploitation

Le ministère des Transports du Québec a entrepris un important virage en matière d'innovation et de nouvelles technologies appliquées au domaine de la viabilité hivernale. Le réseau routier québécois est réparti sur un territoire très vaste qui présente une grande diversité de conditions climatiques avec lesquelles les usagers de la route doivent composer. Le Ministère doit tenir compte de cette diversité dans la gestion de la prise de décision en entretien hivernal.

Encore aujourd'hui, le savoir-faire en entretien hivernal repose essentiellement sur une pratique s'échelonnant sur de nombreuses années. Cette expérience, qui est transmise de personne à personne, témoigne des pratiques d'entretien particulières de chaque région, qui sont fonction des conditions atmosphériques et routières qu'on y observe.

Devant les nouveaux défis que posent notamment les changements climatiques, le maintien de l'expertise et les contraintes environnementales toujours croissantes, le Ministère s'est résolument tourné vers les systèmes de transport intelligents (STI).

### Station météorologique mobile

À la suite d'un projet pilote mis sur pied en 2001, intitulé « Système d'aide à la décision en viabilité hivernale » (SADVH), divers outils ont été développés pour répondre aux besoins exprimés par les décideurs affectés à l'entretien hivernal du réseau. Parmi cette gamme d'outils se trouve l'instrumentation des véhicules de patrouille.



Figure 1 - Station météo mobile

Grâce à cette technique, les paramètres météorologiques les plus importants peuvent être mesurés en temps réel à l'aide de sondes disposées sur le véhicule et affichées sur un écran digital. Actuellement, les paramètres mesurés sont la température de l'air ( $T_a$ ), l'humidité relative ( $U$ ), le point de rosée ( $T_d$ ) et la température du revêtement ( $T_s$ ). La mesure de l'adhérence est un autre paramètre routier qui reste à intégrer à l'instrumentation des véhicules et, à cet effet, elle fait l'objet d'une veille technologique constante.

Par l'information qu'il génère, cet apport technologique rend le travail des techniciens plus complexe. Il suppose de fait la compréhension des différents phénomènes pouvant avoir un effet sur le réseau routier. À titre d'exemple, si en hiver la température du revêtement ( $T_s$ ) est inférieure à celle de l'air ( $T_a$ ), on peut prévoir la formation de glace blanche sur la chaussée, si la température du revêtement ( $T_s$ ) est en dessous de la température du point de rosée ( $T_d$ )

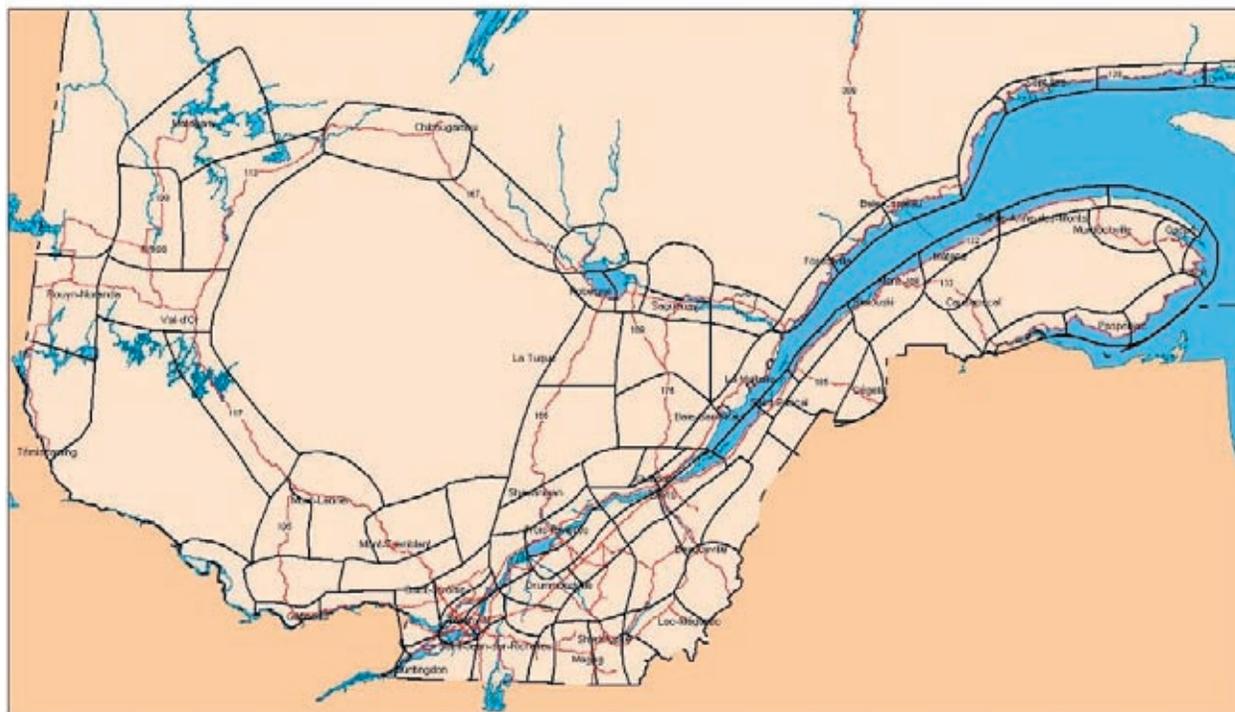
### Station météorologique fixe

En complément de l'information pouvant être obtenue grâce aux véhicules de patrouille, un réseau de captage fixe de données environnementales et routières multifonctionnelles a commencé à être déployé au Québec.



Figure 2 - Station météorologique fixe

Pour ce faire, le Ministère a découpé le Québec en zones climatiques homogènes et il envisage d'installer un système fixe de captage dans chacune de ces zones.



**Figure 3 – Découpage géoclimatique du Québec**

Jusqu'à maintenant, 13 stations STI d'acquisition de données fixes multi-fonctionnelles ont été mises au point par le ministère des Transports du Québec. Au cours de la prochaine année, le Ministère projette d'ajouter au moins un système supplémentaire dans chacune de ses directions territoriales, soit environ 15 stations supplémentaires.

Communément appelé « Station météoroutière », le système de captage conçu par le Ministère est un système d'acquisition programmable permettant de choisir, selon les besoins, le type de sonde à installer sur le site devant être instrumenté. Ce type de système mesure notamment les paramètres suivants :

- température de l'air;
- humidité relative;
- pression atmosphérique;
- point de rosée;
- direction et vitesse du vent;
- type, quantité et intensité des précipitations (par capteur optique);
- grêle et verglas (par capteur sonore);
- visibilité (par capteur optique);
- hauteur de la neige (par capteur ultrasonique);

- température de la surface du revêtement;
- température sous la surface du revêtement, à -5 cm, -10 cm, -20 cm, -300 cm de profondeur;
- état du revêtement (sec, mouillé, glacé, enneigé, salé, enneigé-mouillé);
- épaisseur de la glace sur le revêtement;
- épaisseur de l'eau sur le revêtement;
- pourcentage de sel résiduel sur le revêtement;
- température de congélation de la saumure résiduelle sur le revêtement;
- rayonnement au-dessus de la chaussée dans les longueurs d'ondes courtes et longues;
- image vidéo.

À court terme, le Ministère envisage d'ajouter à la liste des capteurs déjà installés, des capteurs de détection de la glace sur les structures ainsi que des capteurs de trafic.

### Système d'acquisition de données polyvalent

Par l'intermédiaire d'un système d'acquisition de données spécialisé, l'ensemble des données recueillies à partir des différentes stations météorologiques sont emmagasinées en temps réel dans une banque de données relationnelles SQL.

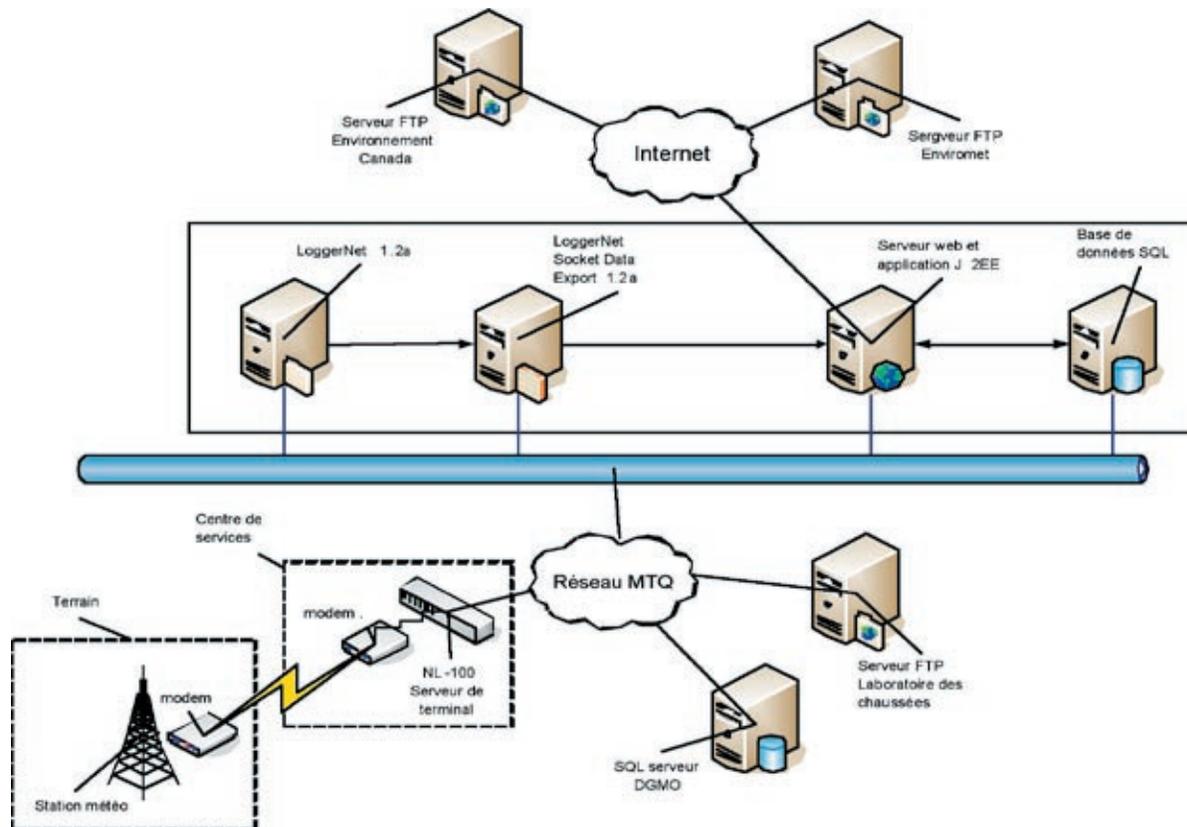


Figure 4 - Système d'acquisition de données

Le système peut emmagasiner les données de n'importe quel type de capteur météorologique ou routier, sans aucune programmation au niveau de la base de données. Les données recueillies par un capteur sont sauvegardées dans la mémoire de la station météo comme dans la table d'un chiffrier, où chaque ligne de la table correspond à un nouvel enregistrement toutes les 10 minutes et où chaque colonne correspond à une variable différente mesurée ou calculée pour ce capteur. La base de données emmagasine, pour chaque mesure, l'estampille de temps, le nom de la table, le nom de la colonne et la valeur mesurée. Pour les différentes applications de visualisation, une table des éléments publiés fait correspondre la variable à afficher, soit par exemple la température de l'air avec l'origine de la donnée dans la base de données. Ainsi, si un capteur tombe en panne, on peut rapidement assigner la variable d'affichage de la température de l'air à un autre capteur en allant modifier la table des éléments publiés, si, bien entendu, la station météo possède un autre capteur mesurant la température de l'air.

Afin d'évaluer la profondeur du gel, une sonde spéciale de 3 mètres a été mise au point pour mesurer les températures sous la surface, à différentes profondeurs. Grâce à cette sonde et à des algorithmes spécialisés, le Ministère sera en mesure d'éliminer les relevés manuels pour la mesure des tubes de gel dans la chaussée et ainsi rendre les relevés plus sécuritaires en évitant aux techniciens d'installer une signalisation et d'aller sur la route faire les relevés des tubes de gel. Actuellement, le Ministère possède un réseau de 90 tubes de gel dont les relevés se font manuellement. Des économies importantes pourront ainsi être réalisées à la fois en ce qui a trait à la signalisation et au personnel que nécessitent les relevés manuels. Actuellement, une estimation sur cinq ans du Laboratoire des chaussées évalue ce coût à environ 5 M\$ et à 43 années/personne.

Un système de contrôle de la qualité vérifie qu'aucune donnée erronée n'a été recueillie à la suite d'une défectuosité d'un capteur. Une fois recueillies et validées, toutes ces données d'observation sont transmises à Environnement Canada, où on pourra établir des prévisions météorologiques pour chacune des zones climatiques du Québec. De plus, dans le cadre d'une entente, Environnement Canada établit des prévisions relatives à la température du revêtement pour chaque station météorologique. Parallèlement, le Ministère travaille à la mise au point de son propre modèle de prévision de la température du revêtement à partir d'un modèle autrichien.

### **Format d'échange de données CMML**

Le ministère des Transports du Québec a mis au point un nouveau format XML d'échange de données pour Environnement Canada appelé « CMML » (Canadian Meteorological Markup Language), destiné à être utilisé pour les échanges entre les serveurs des provinces et ceux d'Environnement Canada. Le CMML permettra de faciliter les échanges de données, de centre à centre, d'observations des stations météorologiques, de contrôle de la qualité des données et des prévisions météo-ologiques. Ce format permet de coder les données provenant des stations utilisant le protocole NTCIP-ESS ainsi que les données de stations plus spécialisées, comme celles qui ont été mises au point au Québec.

### **Site WEB**

Afin de mettre à la disposition des décideurs opérationnels ces données d'observation et ces prévisions météorologiques, un site Web a été créé et est également accessible à tout le personnel du ministère des Transports du Québec ainsi qu'à ses entrepreneurs en déneigement.

Le site présente, pour le Québec, une carte index permettant d'accéder à chacune des zones climatiques homogènes, lesquelles sont réparties dans les différentes directions territoriales.



Figure 5 - Carte index site Web

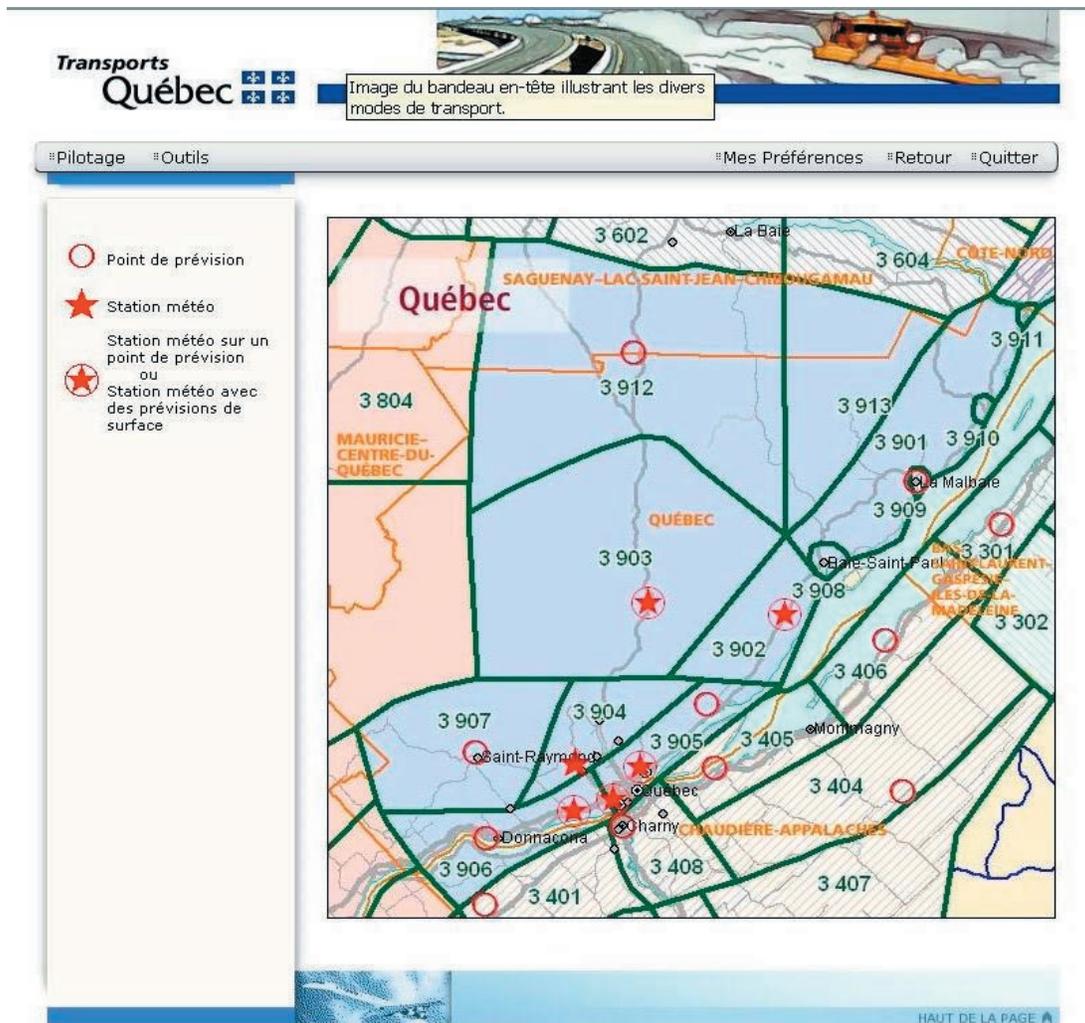


Figure 6 – Zones climatiques

En sélectionnant une zone climatique, l'utilisateur du système peut obtenir le bulletin météo en trois formats distincts, soit pour le court terme (de 0 à 12 heures), le moyen terme (de 12 à 48 heures) ou le long terme (de 48 à 120 heures), et ce, à partir des données transmises par Environnement Canada. Le site donne les bulletins météo pour chacune des zones climatiques désignées, peu importe si l'usager dispose sur son territoire de stations de collecte de données. De cette manière, l'utilisateur a la possibilité d'observer l'évolution et le déplacement des phénomènes atmosphériques, comme les tempêtes, qui généralement s'effectuent d'ouest en est.



Prévision court terme (0-12hres)					Alerte météo :					
Jusqu'à 18h00 cet après-midi Produit le dimanche 20 février à 6h00 Pour la zone 3903 - L'Étape - Sud										
Jour, date et heure locale	Masse d'air				Accumulation		Précipitation Nature et répartition spatiale et temporelle dans la zone	PDP (%)	Vent	
	Nuage (%)	Ta (C)	Td (C)	U (%)	pluie (mm)	neige (cm)			Dir.	Vitesse (km/h)
dimanche, 20 février, 06h00 lever à 6h34	0	-30	-30	100	0.0	0.0	Pas de temps significatif prédit Spat.: aucune Temp.: aucune	0	N-O	10
07h00	0	-31	-31	100	0.0	0.0	Pas de temps significatif prédit Spat.: aucune Temp.: aucune	0	N-O	10
08h00	0	-29	-30	91	0.0	0.0	Pas de temps significatif prédit Spat.: aucune Temp.: aucune	0	N-O	10
09h00	0	-27	-29	83	0.0	0.0	Pas de temps significatif prédit Spat.: aucune Temp.: aucune	0	N-O	10
10h00	0	-25	-29	69	0.0	0.0	Pas de temps significatif prédit Spat.: aucune Temp.: aucune	0	N-O	10
11h00	0	-22	-28	58	0.0	0.0	Pas de temps significatif prédit Spat.: aucune Temp.: aucune	0	N-O	10
12h00	0	-20	-27	53	0.0	0.0	Pas de temps significatif prédit Spat.: aucune Temp.: aucune	0	N-O	10
13h00	0	-18	-26	49	0.0	0.0	Pas de temps significatif prédit Spat.: aucune Temp.: aucune	0	VAR	5
14h00	0	-19	-26	54	0.0	0.0	Pas de temps significatif prédit Spat.: aucune Temp.: aucune	0	VAR	5
15h00	0	-20	-26	59	0.0	0.0	Pas de temps significatif prédit Spat.: aucune Temp.: aucune	0	VAR	5
16h00	0	-21	-26	64	0.0	0.0	Pas de temps significatif prédit Spat.: aucune Temp.: aucune	0	VAR	5
17h00 coucher à 17h22	0	-22	-25	76	0.0	0.0	Pas de temps significatif prédit Spat.: aucune Temp.: aucune	0	VAR	5
18h00	0	-23	-25	84	0.0	0.0	Pas de temps significatif prédit Spat.: aucune Temp.: aucune	0	VAR	5

N.B.: Vous devez modifier vos paramètres de mise en page afin que l'impression s'effectue correctement.  
Voici les valeurs que doivent prendre les marges : Gauche = 4,66 et Droite = 4,36

[Retour](#)

Figure 7 - Bulletin météo

En plus des prévisions météo pour chaque zone climatique, le site Web fournit des données d'observation et des prévisions pour chacune des stations de collecte. Un applet JAVA a été mis au point; il présente sous forme graphique, et dans un seul écran, la majorité des données utiles pour la prise de décision.

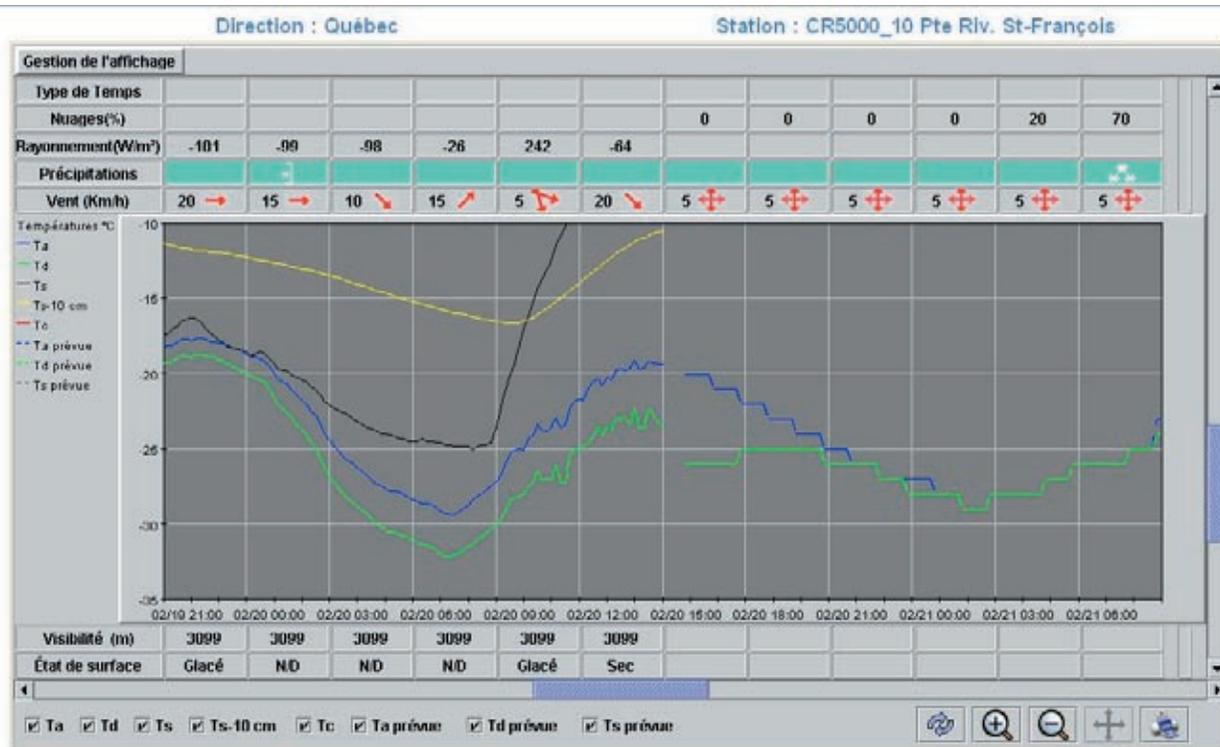


Figure 8 – Applet JAVA de visualisation des données des stations

Ainsi, l'interface graphique présente à l'utilisateur, dans la partie gauche de l'écran, les données d'observation des stations, alors que, dans sa partie droite, figurent les prévisions d'Environnement Canada. Ainsi, dans un seul écran, l'utilisateur a une vue globale à la fois de la situation présente et de ce qui s'annonce pour les jours à venir. Ce type de graphique d'aide à la décision facilite grandement le traitement des informations pour les utilisateurs, car il offre la possibilité de visualiser simultanément diverses informations qui sont primordiales en entretien hivernal, telles que la température de la surface de la chaussée  $T_s$ , la température de l'air  $T_a$ , la température du point de rosée  $T_d$ , la température de la chaussée à une profondeur donnée (de -5 cm jusqu'à -300 cm) sous la surface ainsi que la température de congélation de la saumure résiduelle sur la chaussée  $T_c$ .

L'utilisateur peut également trouver des données sur l'état de la surface, la visibilité à un endroit donné, la direction et l'intensité des vents, le type de précipitations ainsi que le bilan radiatif total au-dessus du revêtement. L'ensemble de ces informations permet de poser un diagnostic rapide et précis sur l'état de la surface du revêtement dans le secteur situé à proximité de la station de l'utilisateur.

Le système conçu par le Ministère est en plein essor. Les prochains développements viseront notamment à améliorer le système de contrôle de la qualité des données recueillies, et ils comporteront une interface géomatique permettant de produire des cartes dynamiques de prévision des paramètres météorologiques. Ces prévisions seront modulées selon les données obtenues à partir des véhicules de patrouille, des stations de collecte fixes et des sorties des modèles numériques de prévision d'Environnement Canada. Pour l'avenir, le Ministère explore la possibilité de développer le concept de stations météorologiques virtuelles, grâce auquel il serait possible de prévoir les divers paramètres météorologiques sans avoir recours à un important réseau de stations.

# Systeme intégré de communication véhiculaire des données

Louis Ferland, Direction de l'Estrie

## 1.0 OBJECTIFS DU PROJET

Le projet STI-Exploitation vise principalement à se doter de nouveaux outils pour gérer plus efficacement deux produits et services au ministère des Transports du Québec :

- Monitoring
- Viabilité hivernale

## 2.0 DESCRIPTION DU PROJET

### 2.1 Monitoring

Planifier, organiser, diriger et évaluer, voilà la base de la stratégie du Ministère pour ne pas être seulement perçu comme étant le propriétaire du réseau routier, mais pour être également reconnu comme un exploitant proactif d'un réseau routier qui est le moteur de la vie économique et sociale du milieu.

La mise en place d'un centre intégré de monitoring (CIM) et de personnel affecté à la surveillance et au monitoring du réseau, pendant l'hiver, constitue un moyen qui permet de détecter rapidement et efficacement tous les problèmes ayant un impact sur le réseau routier. Cela facilite l'affectation prioritaire des ressources afin de traiter, dans les meilleurs délais, les situations urgentes et de sécuriser temporairement la route, le cas échéant, dans le but de protéger les autres usagers pouvant potentiellement être affectés par un incident.

À partir des données consignées et enregistrées à bord des véhicules, un processus automatisé est mis en oeuvre pour informer les intervenants responsables de la supervision des opérations d'entretien d'hiver. Les données météo provenant des véhicules équipés de sondes de températures transmises au CIM contribuent à fournir de meilleures informations d'aide à la décision pour les contremaîtres et les chefs d'équipe. La localisation de l'ensemble des véhicules circulant sur le territoire en situation de tempête permet de détecter rapidement les endroits où des déficiences sont remarquées. Le relevé des anomalies observées sur le réseau routier et la transmission par courriel aux responsables permettent une intervention rapide en vue d'appliquer les correctifs.

Le tableau suivant (figure 1) démontre comment un processus de monitoring des opérations d'entretien d'hiver peut interagir en mettant en relation les véhicules de déneigement avec les patrouilleurs et en alimentant le système d'aide à la décision. Ce processus, soutenu par le CIM, peut également tenir compte de phénomènes externes (accidents, assistance à l'usager) pouvant avoir un impact sur les opérations.

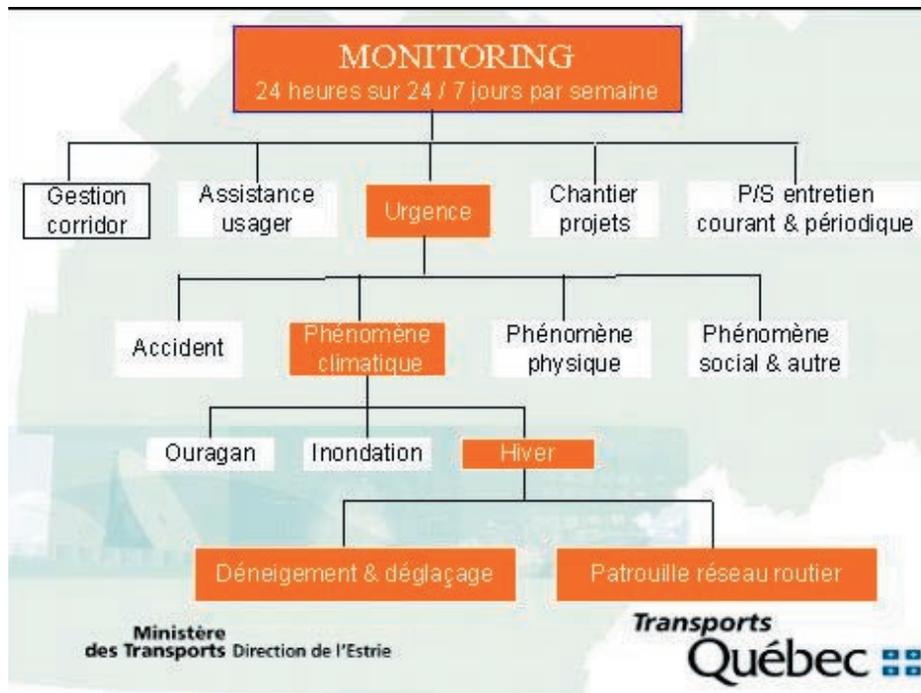


Figure 1 – Processus de monitoring

La mise en place d'un système de transport intelligent assure indéniablement une meilleure connaissance du réseau et une affectation optimale des ressources. Cela permet donc au Ministère d'être en mesure d'exercer un bon contrôle sur son réseau routier à plein temps et en profitant d'un niveau d'efficacité supérieur. La crédibilité et la notoriété du Ministère comme exploitant de réseau routier s'en trouvent accrues. Ainsi, on obtient une meilleure coordination des actions respectives des divers intervenants (corps policiers, services d'urgence, municipalités) lorsque des incidents découlant de la viabilité hivernale (vents, neige, verglas, tempêtes, opérations de déneigement, accidents, pannes) peuvent affecter le niveau de service, la fluidité et la sécurité de la route.

Par ailleurs, la disponibilité d'un service de surveillance du réseau routier à longueur de journée, tous les jours de la semaine sur une base annuelle, et le partage des données météorologiques et de monitoring pourraient certainement susciter de l'intérêt auprès des corps policiers, les services d'urgence et les municipalités.

En considérant le fait que de plus en plus d'usagers de la route disposent de téléphones cellulaires, la perspective de les mettre à contribution, soit pour acheminer constats, signalements et plaintes à un numéro unique (ex. : 311), comme cela se fait aux États-Unis, s'avère sûrement d'intérêt.

## 2.2 Viabilité hivernale

En période hivernale, les rôles du monitoring et du CIM prennent une importance accrue dans le contexte où la sécurité du réseau routier est affectée de façon récurrente par la glace et la neige.

Afin d'assurer le monitoring d'hiver, le CIM couvre les opérations de monitoring de 1000 à 2000 kilomètres de réseau routier. Il est en fonction toute la journée, 7 tous les jours de la semaine, sous la responsabilité d'un technicien spécialisé en viabilité hivernale. Ce dernier a accès, en temps réel, à toute l'information pertinente pour recommander aux gestionnaires, après analyse, la meilleure stratégie d'intervention et le scénario optimal d'affectation des camions de déneigement/déglacage et des véhicules de patrouille, au fur et à mesure du déroulement d'une tempête. À cette fin, il a accès à un système regroupant, sur une même console, en représentation spatiale et multi-média, les données suivantes :

- le positionnement des camions de déneigement et de déglacage;
- les activités des camions (opérations en cours, taux d'épandage des fondants et abrasifs, vitesse, etc.);
- le positionnement des véhicules de surveillance et de patrouille;
- la trace des opérations effectuées au fur et à mesure de leur déroulement;
- les anomalies constatées par ces surveillants (signalisation accidentée, défauts de la chaussée, etc.);
- les conditions routières de circulation rapportées par les surveillants et par les autres systèmes d'information (état des routes, fermeture de routes, etc.);
- les images vidéo à partir de caméras situées à des points névralgiques du réseau routier;
- les données météorologiques en provenance de stations fixes ou mobiles à bord des véhicules de patrouille (température extérieure, température de la chaussée, point de rosée, etc.) de même que d'Environnement Canada;
- le scénario d'intervention proposé par le module expert du système, basé sur l'état actuel des connaissances en regard des conditions rapportées.

Une fois la stratégie arrêtée, les instructions appropriées sont communiquées aux conducteurs et aux patrouilleurs par l'intermédiaire du système de communication véhiculaire de données. Ces derniers voient alors s'afficher, entre autres, sur leur écran tactile, l'itinéraire à suivre, le type de matériaux et les taux d'épandage recommandés parallèlement à ceux qui sont en cours d'exécution.

Dans le but d'éviter que le technicien croule sous un flot ininterrompu de données, une approche conviviale par tableau de bord est utilisée pour faire ressortir le non-respect des limites préfixées (ex. : taux de rotation, taux de pose et vitesse d'épandage). Ces limites peuvent être modifiées dynamiquement pour un véhicule, un ensemble de véhicules ou par type de situation. Il en va de même en ce qui concerne la fréquence de transmission des données pouvant être paramétrée à volonté, de manière à limiter le volume de données transmises en temps réel par opposition à celles pouvant être reçues en différé quand le véhicule revient à sa base.

Le système permet l'analyse à la fois temporelle et spatiale des données. Le personnel technique peut donc procéder à un bilan de tempête systématique en effectuant une reconstitution du déroulement

des opérations. Cette analyse vient, à son tour, alimenter, en continu, la banque de connaissances du module expert du système pour améliorer les recommandations de scénario d'intervention qui en découlent.

Enfin, ces améliorations apportent une meilleure synchronisation des opérations de déneigement et de déglacage en optimisant les circuits en fonction des conditions historiques d'intervention. La concentration des interventions aux endroits stratégiques et au moment opportun (concepts « au bon endroit » et « au bon moment ») permet d'assurer une diminution du coût des matériaux et un meilleur respect de l'environnement grâce à une utilisation plus efficace et mieux contrôlée (concepts « juste à temps » et « juste assez »).

## 3.0 OUTILS SOUTENANT LE PROJET

### 3.1 Ordinateur embarqué

L'ordinateur embarqué est un ordinateur dont les spécifications lui donnent des qualités de robustesse nécessaires à une utilisation dans des conditions de vibrations, de poussière, de température et d'humidité particulières aux véhicules de patrouille et aux camions de déneigement.

L'ordinateur embarqué est utilisé avec les périphériques suivants :

- écran tactile;
- GPS;
- gyroscope;
- unité de communication courte portée;
- unité de communication longue portée (cellulaire);
- sondes de températures sur certains véhicules.

En ce qui concerne les camions d'épandage, ils sont munis en plus d'un équipement permettant une gestion automatisée de l'épandeur.

Au cours des patrouilles, la position GPS du véhicule est enregistrée toutes les 30 secondes. Le cas échéant, des fiches d'anomalies indiquant la position GPS et des attributs sont enregistrées. Dans le cas des camions de déneigement, le taux de pose, la vitesse et les activités de déneigement et de déglacage sont enregistrés de façon continue.

### 3.2 Systèmes de communication

Deux modes de communication sont utilisés pour échanger ou transférer les données entre le serveur dédié à l'hébergement des données et les ordinateurs embarqués.

Des antennes WI-FI à courte portée (1 km) sont installées dans les centres de services et les données sont automatiquement téléchargées à haut débit lorsque le véhicule revient à sa base. Le mode de communication en temps différé est le mode le plus fréquemment utilisé.

Les activités de monitoring et de déneigement peuvent générer une quantité importante de données entre deux retours au centre de services. Le mode de transmission par bornes à courte portée à haut débit est tout désigné pour supporter le transfert d'un grand volume d'informations.

Le mode de communication en temps réel permet, grâce à la technologie cellulaire, de commander des requêtes d'information en temps réel à partir du CIM ou des bureaux des contremaîtres. Il est ainsi possible de commander des requêtes d'information en temps réel pour un véhicule ou un groupe de véhicules relativement à une période de temps déterminée.

Cette technologie transfère les informations à un débit relativement lent, ce qui implique que l'information transmise est surtout limitée à des données telles que la position des véhicules et les sondes de températures.

### **3.3 Logiciels**

#### **3.3.1 Logiciels embarqués**

Des applications spécifiques sont installées dans les ordinateurs embarqués pour les opérations de monitoring et d'épandage. Toutes ces applications utilisent un tronc commun permettant d'acquérir et d'enregistrer les données provenant des senseurs, de gérer le positionnement du véhicule avec le GPS ou le gyroscope, de gérer la communication à courte ou à longue portée et d'enregistrer certains volets d'informations spécifiques (fiche d'anomalie, chargement de matériaux de déglacage, etc.) pour chacun de modules.

#### **3.3.2 Transport et gestion de l'information**

Des logiciels assurent la gestion du transport de l'information entre les ordinateurs embarqués, le serveur d'hébergement à partir duquel les données sont accessibles à l'ensemble des intervenants du ministère des Transports sur le réseau ministériel.

Ces logiciels assument notamment :

- le transit bidirectionnel des données entre le serveur d'hébergement et les véhicules;
- la génération automatique des courriels dans le courrier Outlook des responsables de la prise en charge des anomalies.

Une infrastructure technologique (figure 2) supporte le processus de transport et de gestion de l'information.

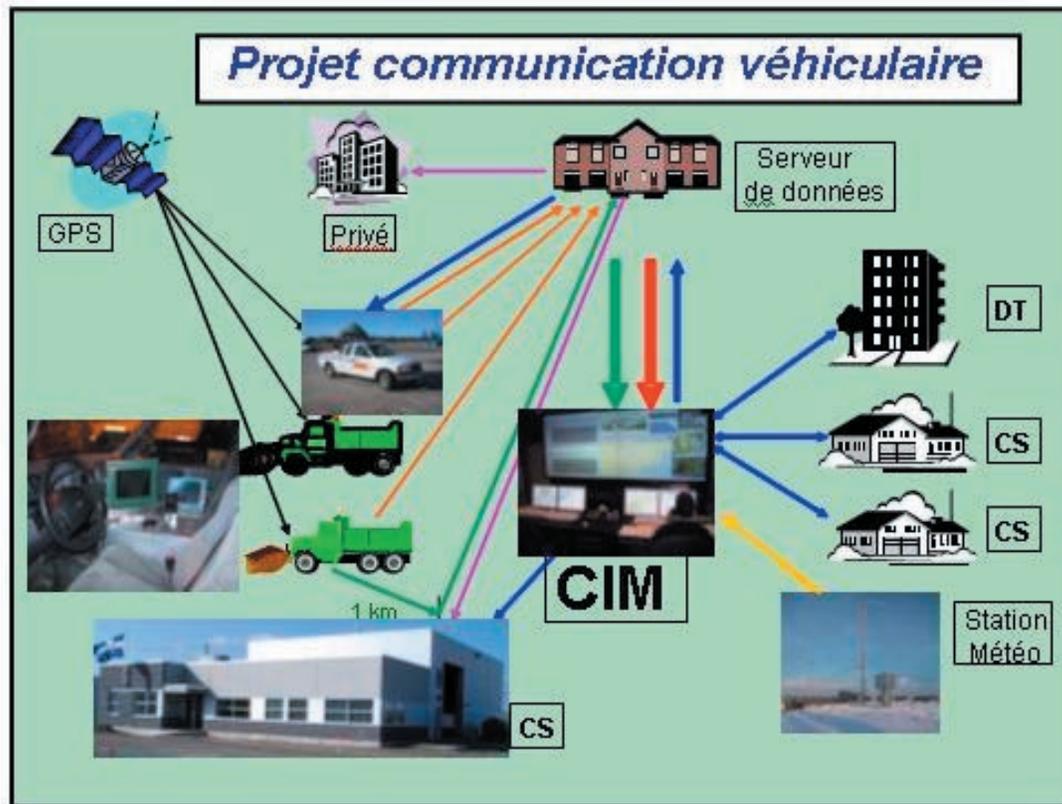


Figure 2 – Processus de monitoring

### 3.3.3 Exploitation

L'exploitation des informations par les divers intervenants du Ministère est supportée par un service Web qui en permet l'accès par l'intermédiaire du fureteur Internet normalisé au Ministère et du réseau ministériel.

Cette application permet de visualiser l'information selon une approche cartographique et géomatique à l'aide de cartes ou selon une approche descriptive des données.

Les usagers peuvent, à la limite, élaborer leurs propres rapports personnalisés.

Ce logiciel permet aussi à l'équipe de pilotage de gérer la paramétrisation des processus et de l'information, ainsi que la sécurité conditionnant l'accès aux données.

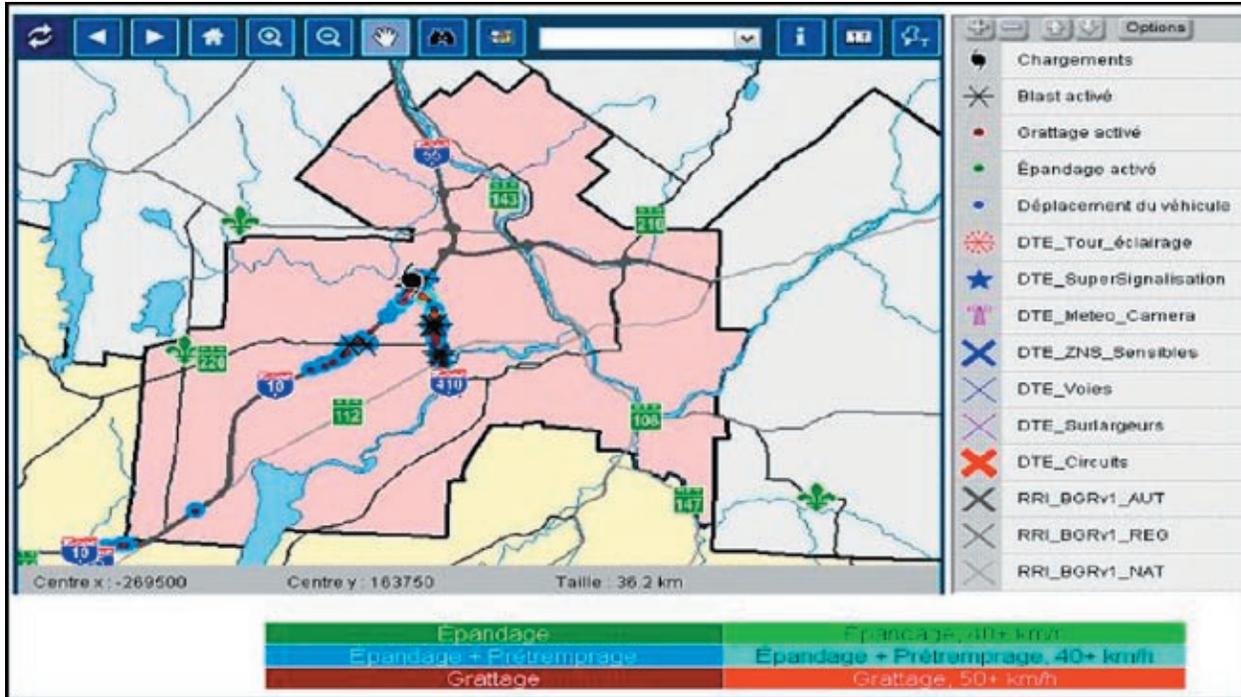


Figure 3 – Exploitation des données cartographiques

HEURE DEBUT	HEURE FIN	TAUX EPANDAGE REE	DETAILS	EPANDAGE	VITESSE
2005-01-06 14:19	2005-01-06 14:19		<a href="#">Lien</a>	FAUX	2
2005-01-06 14:25	2005-01-06 14:25		<a href="#">Lien</a>	FAUX	0
2005-01-06 14:38	2005-01-06 14:38		<a href="#">Lien</a>	FAUX	65
2005-01-06 14:38	2005-01-06 14:38		<a href="#">Lien</a>	FAUX	82
2005-01-06 14:39	2005-01-06 14:40	210	<a href="#">Lien</a>	VRAI	31
2005-01-06 14:41	2005-01-06 14:41	170	<a href="#">Lien</a>	VRAI	35
2005-01-06 14:42	2005-01-06 14:42		<a href="#">Lien</a>	FAUX	39
2005-01-06 14:46	2005-01-06 14:47	170	<a href="#">Lien</a>	VRAI	39
2005-01-06 14:48	2005-01-06 14:48		<a href="#">Lien</a>	FAUX	37
2005-01-06 14:48	2005-01-06 14:48	170	<a href="#">Lien</a>	VRAI	38
2005-01-06 14:49	2005-01-06 14:49		<a href="#">Lien</a>	FAUX	43
2005-01-06 14:52	2005-01-06 14:52	170	<a href="#">Lien</a>	VRAI	41
2005-01-06 14:53	2005-01-06 14:53		<a href="#">Lien</a>	FAUX	43
2005-01-06 14:56	2005-01-06 14:56	170	<a href="#">Lien</a>	VRAI	50
2005-01-06 14:57	2005-01-06 14:57		<a href="#">Lien</a>	FAUX	32
2005-01-06 15:02	2005-01-06 15:02	170	<a href="#">Lien</a>	VRAI	33
2005-01-06 15:03	2005-01-06 15:03		<a href="#">Lien</a>	FAUX	38
2005-01-06 15:04	2005-01-06 15:04	170	<a href="#">Lien</a>	VRAI	41
2005-01-06 15:06	2005-01-06 15:06		<a href="#">Lien</a>	FAUX	47
2005-01-06 15:07	2005-01-06 15:07	170	<a href="#">Lien</a>	VRAI	45
2005-01-06 15:07	2005-01-06 15:07		<a href="#">Lien</a>	FAUX	48

Figure 4 – Exploitation des données descriptives

## 4.0 PROJETS DE RECHERCHE ASSOCIÉS

Certains volets du projet pilote ont fait l'objet de sous-projets de recherche spécifiques. Il s'agit notamment de :

- l'algorithme de l'Université de Montréal ayant pour objet de proposer un taux de pose optimal des matériaux de déglacage en fonction de paramètres tels que la température extérieure, la température de la surface, les modèles établis en fonction de l'historique des interventions et des contraintes spécifiques applicables à certains segments du réseau routier (déjà fonctionnel);
- l'algorithme de l'Université de Montréal ayant pour objet de déterminer un circuit optimal d'intervention sur le territoire en fonction de la localisation aléatoire des interventions à réaliser;
- l'analyse, de la recherche et de la détermination des paramètres optimaux de calibration et d'installation des sondes de lecture des températures sur les véhicules par le Centre de services de Victoriaville, en collaboration avec le projet SADVH pour obtenir une précision et une fiabilité accrues des lectures des sondes de températures véhiculaires.

Modèle mathématique, Interface - Microsoft Internet Explorer

## Intervention

Type d'intervention :

Heure (HH:MM) :

févr.		mars 2005					avr.
dim.	lun.	mar.	mer.	jeu.	ven.	sam.	
<a href="#">27</a>	<a href="#">28</a>	<a href="#">1</a>	<a href="#">2</a>	<a href="#">3</a>	<a href="#">4</a>	<a href="#">5</a>	
<a href="#">6</a>	<a href="#">7</a>	<a href="#">8</a>	<a href="#">9</a>	<a href="#">10</a>	<a href="#">11</a>	<a href="#">12</a>	
<a href="#">13</a>	<a href="#">14</a>	<a href="#">15</a>	<a href="#">16</a>	<a href="#">17</a>	<a href="#">18</a>	<a href="#">19</a>	
<a href="#">20</a>	<a href="#">21</a>	<a href="#">22</a>	<a href="#">23</a>	<a href="#">24</a>	<a href="#">25</a>	<a href="#">26</a>	
<a href="#">27</a>	<a href="#">28</a>	<a href="#">29</a>	<a href="#">30</a>	<a href="#">31</a>	<a href="#">1</a>	<a href="#">2</a>	
<a href="#">3</a>	<a href="#">4</a>	<a href="#">5</a>	<a href="#">6</a>	<a href="#">7</a>	<a href="#">8</a>	<a href="#">9</a>	

## Route

Exigences :

Contresens ?  Oui

État du pavage :

Conditions :

Présence d'un fondant ?  Oui

## Trafic

DJMH :

Heure de pointe ?  Oui

Poids lourds ?  Oui

## Météo

Température de la chaussée :

Température de l'air :

Température de l'air (prév. 6H) :

Température de l'air (prév. 12H) :

Ciel :

Vent ?  Oui

Vent (prév. 6H) ?  Oui

Précipitations :

Précipitations (prév. 3H) :

Accumulations (prév. 3H) :

Mélange Sel/Sable :	100/0	Taux de pose kg/km :	110
Prétrempage :	oui	Niveau de confiance :	74 %

Figure 5 – Détermination du taux de pose optimal (réseau de neurones)

Un processus d'assurance qualité établit la comparaison entre les interventions proposées par le système expert qui suggère les taux de pose et les mélanges avec les résultats réels observés sur les véhicules de déneigement en opération. Ce processus permet de vérifier, pour chaque véhicule, le niveau de conformité des opérations en fonction des consignes opérationnelles et de bonifier, le cas échéant, la banque de données du système expert.

01-3093		21				
Date de la saisie Recette appropriée ?	TP modèle mathématique Ratio Sel/Abrasif	Niveau de confiance Prétrempage activé ?	TP réalisé	TP chef d'équipe Ratio Sel/Abrasif	Niveau de confiance Prétrempage activé ?	Options
2005-03-13 04:02:00 EN ATTENTE	100 100 / 0	90 % <input checked="" type="checkbox"/>	0	120 100 / 0	90 % <input checked="" type="checkbox"/>	Consulter Modifier
2005-03-12 16:36:00 NON	160 66 / 33	71 % <input type="checkbox"/>	183	150 50 / 50	100 % <input type="checkbox"/>	Consulter Modifier
2005-03-08 14:50:00 OUI	150 100 / 0	83 % <input checked="" type="checkbox"/>	253	280 50 / 50	85 % <input type="checkbox"/>	Consulter Modifier
2005-03-08 03:22:00 NON	100	% <input type="checkbox"/>	246	100 100 / 0	100 % <input type="checkbox"/>	Consulter Modifier
2005-03-07 01:22:00 OUI	100	% <input type="checkbox"/>	249	200 100 / 0	100 % <input type="checkbox"/>	Consulter Modifier

SVH\_TAUX\_POSE 1-5 de 21

01-3094	23
02-3061	19

Figure 6 – Détermination du taux de pose optimal (réseau de neurones)

## 5.0 BILAN DU PROJET

### 5.1 Atteinte des objectifs

Les objectifs visés en regard des produits et services de monitoring sont atteints à 100 %. L'ensemble des directions territoriales faisant partie du projet pilote et les divers intervenants apprécient de pouvoir intégrer, dans leur processus de gestion opérationnelle de monitoring, un nouvel outil qui leur permet d'améliorer leur performance quant au signalement et à la prise en charge des anomalies et des événements sur le réseau routier. Le fait également de disposer de statistiques géoréférencées sur le territoire en matière de monitoring constitue, pour plusieurs, une plus-value. Ils peuvent ainsi mesurer la couverture de monitoring du territoire, la récurrence des anomalies ou des événements, et d'établir des bilans en conséquence.

En ce qui concerne l'épandage en viabilité hivernale, les objectifs n'ont été que partiellement atteints. Pendant la saison hivernale 2003-2004, le rodage de la première version de l'application d'épandage et les contraintes dans le déploiement des équipements ont permis l'expérimentation sur 17 véhicules d'épandage. Pour la saison hivernale 2004-2005, le déploiement a été réalisé dans 70 véhicules de déneigement, mais seulement 7 ont été utilisés en raison de difficultés survenues sur le plan de la stabilisation de l'application de gestion d'épandage, obtenue à la mi-janvier 2005 seulement.

En ce qui a trait au monitoring, parallèlement au projet STI, la mise en place de l'équipement et des ressources d'un centre intégré de monitoring (CIM) au Centre de services de Sherbrooke a modifié, de façon significative, l'organisation du travail à ce chapitre ainsi que la relation entre le Ministère et les intervenants du milieu (municipalités, corps policiers, services d'urgence, etc.).

Pendant la période hivernale, l'assignation de personnel technique en service à longueur de journée, tous les jours de la semaine, au CIM, a permis de développer une expertise en matière d'interprétation des données météorologiques et de mettre en place des mécanismes efficaces de préalerte avant le déclenchement des tempêtes hivernales. Les contremaîtres et les chefs d'équipe ont ainsi bénéficié du soutien de l'équipe du CIM leur permettant de moduler en conséquence les opérations d'entretien d'hiver.

### 5.1.1 Partenaires

Le projet a permis d'obtenir la participation de l'Université de Montréal (École polytechnique) et de l'Université de Sherbrooke dans des volets de recherche spécifiques.

Ces volets traitent notamment de :

- réseau de neurones - Université de Montréal;
- circuit optimal - Université de Montréal;
- sondes de températures - Université de Sherbrooke.

### 5.2 Retombées

Le projet a généré les retombées suivantes :

- collecte automatisée des données;
- élimination du papier;
- mise en place d'une nouveauté technologique;
- performance accrue du signalement et de la prise en charge des anomalies;
- meilleure connaissance du réseau routier et des impacts affectant la sécurité, la qualité et la fluidité;
- la connaissance des données entraînant la possibilité de mettre en place de nouveaux modes de gestion de l'exploitation du réseau routier.

### 5.3 Conclusion

Le projet pilote a permis de démontrer la faisabilité de la mise en œuvre d'un processus intégré de consignation des informations opérationnelles, lequel permet aussi bien de monitorer et de signaler les déficiences observées sur le réseau routier que de disposer simplement de données statistiques exploitables aux fins d'analyse des activités opérationnelles.

De plus, le projet a permis de démontrer qu'il était possible de mettre en place un processus efficace et performant de signalement des déficiences, d'alerte des responsables de la prise en charge de la gestion de ces déficiences et, finalement, du suivi de la résolution des problèmes observés.

La simplification de la collecte des informations opérationnelles en viabilité hivernale et la disponibilité de celles-ci sont de nouveaux moyens qui ouvrent la porte à l'amélioration de nos modes de gestion pour assurer une meilleure pérennité du système d'aide à la décision en viabilité hivernale (SADVH).

Le projet pilote a permis d'explorer de nouvelles avenues qui, d'une part, démontrent qu'il est possible d'améliorer la performance de l'organisation en matière de gestion du réseau routier et d'autre part, annoncent un avenir prometteur en regard de l'émergence et de la disponibilité de ces technologies sur le marché.

Ainsi sommes-nous en mesure de développer davantage notre connaissance du réseau routier et d'exercer un meilleur contrôle sur ce qui interagit sur ce réseau que nous avons au jour le jour la responsabilité de gérer.

## Évolution technologique de l'équipement de déneigement au Québec

Marc-André Bois, ing., Centre de gestion de l'équipement roulant

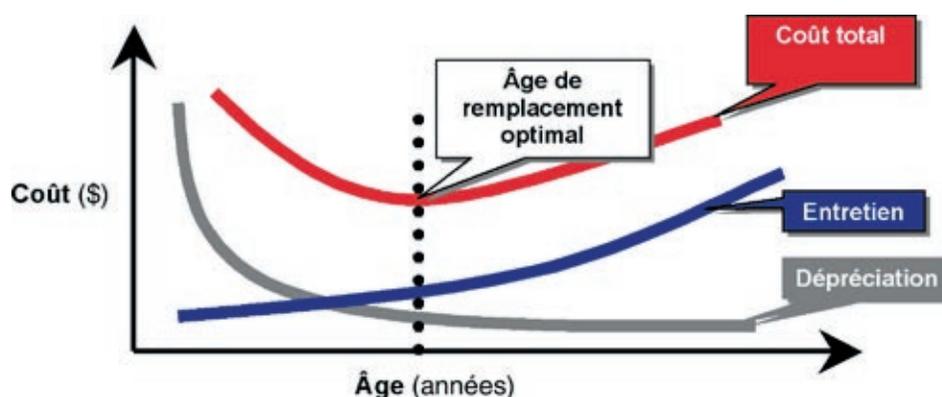
### 1.0 LE CENTRE DE GESTION DE L'ÉQUIPEMENT ROULANT (CGER)

Avant d'aborder le cœur de la présentation, il est nécessaire de situer le Centre de gestion de l'équipement roulant (CGER) à l'intérieur du ministère des Transports du Québec. Le Centre de gestion de l'équipement roulant est une unité autonome de service relevant du sous-ministre des Transports, ce qui lui donne son statut particulier dans l'organisation. Ses activités sont centrées sur la gestion du parc de véhicules et d'équipements du Ministère et d'autres organismes publics et parapublics.

Actuellement, le CGER effectue la gestion d'environ 5500 véhicules et équipements. Pour ce faire, un réseau de 60 ateliers de mécanique répartis sur l'ensemble du territoire québécois en assure l'entretien. Environ 440 employés travaillent dans cette organisation. Le CGER a une approche « d'affaires » dans ses activités, c'est-à-dire qu'il fonctionne sur une base de revenus et de dépenses pour financer ses activités. Son chiffre d'affaires annuel est d'environ 72 M\$. Le CGER privilégie une relation client-fournisseur avec ses partenaires en misant sur un service à la clientèle de qualité. Le ministère des Transports est son principal client, mais le CGER compte également parmi sa clientèle environ 100 autres organismes publics et parapublics.

Le CGER génère des revenus de ses locations « clés en main » de véhicules et des réparations qu'il effectue selon une tarification horaire. Selon les ententes « clés en main », le client paie chaque mois des frais de location couvrant notamment les dépenses liées à l'amortissement, à la réparation, à l'entretien et autres frais du véhicule.

La gestion des unités du parc s'effectue selon un principe de durée de vie déterminée en fonction de la catégorie du véhicule. Cette durée est établie selon le cycle de vie économique du véhicule. Le cycle de vie est représenté par l'évolution dans le temps des coûts de dépréciation et d'entretien. Le moment de remplacement idéal se situe au point le plus bas de la courbe de coût total. En ce qui concerne le camion de déneigement, la durée de vie théorique pour cette catégorie est de 12 ans. En général, lorsqu'il est retiré du service, un camion de déneigement a parcouru de 450 000 à 500 000 kilomètres.



## 2.0 LE CAMION DE DÉNEIGEMENT ET DE DÉGLAÇAGE

Le ministère des Transports doit entretenir, en période hivernale, un réseau d'environ 30 000 kilomètres de routes composées principalement d'autoroutes et de routes à caractère régional. Pour ce faire, environ 78 % de la tâche est confiée en sous-traitance à l'entreprise privée et aux municipalités.

Pour réaliser spécifiquement les travaux de déneigement et de déglçage, le Ministère peut compter sur trois principaux outils. Le premier outil est un parc d'environ 230 camions polyvalents à 10 roues et d'environ 30 camions de déneigement ou de déglçage à 6 roues. Le deuxième outil se compose d'environ 44 niveleuses munies d'une aile chasse-neige, dont la principale tâche en période hivernale est d'effectuer du déglçage mécanique lorsque nécessaire. La souffleuse à neige est le troisième outil disponible en quelques configurations différentes. Elle est utilisée à la suite des précipitations, et on en compte environ 40 unités à l'inventaire.

L'équipement principal utilisé pour les travaux de déglçage et de déneigement est le camion polyvalent à 10 roues. On dit que ce camion est polyvalent, car il permet d'effectuer en même temps des tâches de déblaiement de la chaussée et des tâches d'épandage de matériaux de déglçage. Il est aussi polyvalent dans sa configuration été-hiver. La configuration du camion est modifiée pour être capable d'utiliser celui-ci sur une base annuelle. En période estivale, les équipements de déneigement et de déglçage sont enlevés, et une benne basculante est installée pour permettre le transport en vrac de matériaux. Ce camion effectue environ 40 000 kilomètres par année.

Les spécifications techniques actuelles de cet équipement représentent la somme de plusieurs années d'expérience basées sur les besoins des utilisateurs et des technologies existantes en Amérique du Nord. Parmi les critères menant à la conception de ce véhicule, notons :

- la durabilité : la durée de vie normale de cet équipement est de 12 ans;
- la simplicité du design : cela, afin de permettre une facilité de réparation et une diminution des pertes de temps;
- l'adaptabilité : la configuration du camion peut être adaptée en fonction des besoins particuliers d'un client;

- l'ergonomie : le poste de conduite permet le fonctionnement de l'équipement par un seul opérateur. Rappelons que, par le passé, un type de camion était dédié aux travaux de déneigement et qu'un second type était réservé aux travaux de déglacage. Souvent, plusieurs de ces véhicules étaient inutilisés en été, et l'équipement nécessitait deux opérateurs, dont un pour manœuvrer le camion et un autre pour faire fonctionner l'équipement de déneigement.



## 2.1 LE CAMION PORTEUR

Le camion porteur est de type 6X4 avec une masse totale en charge de 29 860 kg. Toutefois, la réglementation sur le contrôle des charges limite sa masse totale en charge à 25 250 kg. Le type de camion sélectionné pour faire ce travail est un camion à vocation spécialisée. Les camions répondant aux exigences techniques du CGER sont actuellement le « INTERNATIONAL 5500 » et le « STERLING LT 9500 ».

Le châssis est composé de longerons simples ayant une résistance minimale de 260 000 N.m. L'essieu avant possède une capacité de 9000 kg et est de type reculé. L'essieu arrière a une capacité de 20 860 kg avec système de blocage manuel des différentiels. La suspension arrière est de type « HENDRICKSON HAULMAXX » ou pneumatique selon le choix du client utilisateur. Les pneus sont de marque « MICHELIN » à traction d'hiver. Le réservoir de carburant a une capacité d'au moins 260 litres. Les freins sont de type pneumatique, et un frein additionnel de type frein-moteur est également utilisable. Compte tenu des charges portées par l'essieu avant, le véhicule est muni d'un boîtier de direction double.

Le moteur fonctionne au carburant diesel, et ses paramètres de fonctionnement peuvent être programmés. Sa puissance est de 260 kW ou de 295 kW minimum selon le choix du client utilisateur. Le couple brut du moteur est alors de 1810 N.m. et de 1900 N.m. selon le moteur. Le filtre à air est installé sur le capot pour le protéger des turbulences de neige lorsqu'il est en fonction. La transmission de base est de type manuel « EATON-FULLER RTO-14908LL »; toutefois, la transmission

automatique « ALLISON HD 4500 » et la transmission semi-automatique « EATON-FULLER AUTOSHIFT » sont également disponibles selon le choix de l'utilisateur.

La cabine de type conventionnel est construite en aluminium pour permettre une durée de vie optimale. En vue d'assurer un bon confort de l'opérateur, plusieurs accessoires équipent le poste de conduite : suspension pneumatique à la cabine, vitre teintée, siège à suspension avec accoudoirs et support lombaire, direction inclinable et télescopique, etc. La climatisation est laissée au choix du client utilisateur. Le circuit électrique 12 volts est alimenté par un alternateur de 130 ampères. Le circuit électrique est de type entièrement scellé résistant à la corrosion.

L'énergie hydraulique requise pour le fonctionnement de l'équipement de déneigement est produite par une pompe à palette hydraulique double de 49 et 41 litres/minute à 1200 RPM de capacité montée à l'avant du camion et actionnée par le vilebrequin du moteur. La première pompe alimente en huile les cylindres hydrauliques de l'équipement de déneigement tandis que la seconde alimente le circuit d'épandage. Les deux débits sont combinés pour actionner la benne basculante en période estivale. Le réservoir hydraulique et un des blocs valves sont situés derrière la cabine. Le second bloc valve est monté à l'avant du camion près du harnais. La pression hydraulique de fonctionnement est d'environ 12 MPa. Le système peut être qualifié de système à basse pression.

La conception de ce véhicule en regard de la maximisation de la charge utile s'est faite en fonction des travaux d'entretien d'hiver, et c'est pourquoi ce camion est de type essieu avant avancé et a une capacité de 9000 kg, ce qui lui permet de supporter à lui seul la charge de l'équipement de déneigement monté à l'avant. Quant à l'essieu arrière, il supporte principalement le poids de l'épandeur de sel.

## 2.2 L'ÉQUIPEMENT DE DÉNEIGEMENT

Tel que cela a été mentionné précédemment, ce camion peut être configuré de plusieurs façons selon les besoins du client utilisateur. L'approvisionnement en équipement de déneigement s'effectue généralement auprès de manufacturiers québécois connaissant bien les besoins du secteur d'activités.

En ce qui concerne le déblaiement de la neige, ce véhicule peut être muni :

- d'un chasse-neige sens unique 3048 mm déblaiement à droite;
- d'un chasse-neige sens unique 3048 mm déblaiement à gauche;
- d'un chasse-neige réversible 3660 mm;
- d'un chasse-neige réversible 3660 mm à géométrie variable;
- d'une aile chasse-neige de 3660 mm à droite;
- d'une aile chasse-neige de 3660 mm à gauche;
- d'une gratte sous-châssis de 3355 mm;
- d'une gratte arrière de 3355 mm.

L'attachement des chasse-neige au châssis du camion peut se faire par un harnais de type à attachement rapide permettant d'enlever uniquement le chasse-neige du véhicule, ou par un harnais de type entièrement détachable permettant d'enlever rapidement le harnais et l'aile chasse-neige. Le harnais

à attachement rapide est construit de façon standard pour être capable d'y installer n'importe quel des chasse-neige disponibles, contrairement au harnais de type entièrement détachable dont le fonctionnement s'effectue selon le design standard du manufacturier.

En ce qui concerne l'équipement d'épandage, ce véhicule peut être muni :

- d'un épandeur d'une capacité de 9 m<sup>3</sup> avec épandage des matériaux à l'avant à gauche, à l'avant à droite ou les deux simultanément;
- d'une benne épandeur de 3960 mm avec épandage des matériaux à l'avant à gauche ou à l'avant à droite;
- d'une benne épandeur monocoque de 4270 mm avec épandage des matériaux à l'avant à gauche, à l'avant à droite ou les deux simultanément.

L'épandage est contrôlé par un système de régulation d'épandage de type à boucle fermée permettant d'être raccordé à un GPS ou à un système d'acquisition de données en temps réel. Quelques camions sont également munis d'une sonde de température indiquant la température du pavage et de l'air ambiant. Ces données de température, de fonctionnement et de positionnement peuvent être transférées à un centre d'opération permettant la prise de décision appropriée.

Les camions munis d'une benne épandeur conservent cet équipement toute l'année puisque celui-ci est adapté pour effectuer du transport en vrac de matériaux en tout temps.

La construction et le fonctionnement de l'épandeur sont de conception plutôt conservatrice comprenant des composantes en acier et un mécanisme d'épandage par chaîne avec convoyeur et boîtier d'engrenage afin de privilégier la fiabilité et la robustesse. Il est à noter que l'épandage de matériaux de déglçage se fait à l'avant gauche de l'épandeur dans la majorité des cas. L'épandage en bande centrale est la méthode de travail privilégiée au ministère des Transports du Québec pour s'assurer de l'efficacité maximale du sel de déglçage. Le volume de 9 m<sup>3</sup> de l'épandeur permet d'effectuer l'entretien complet d'un circuit de déneigement et déglçage normalisé de 40 kilomètres à un taux d'épandage de sel maximum de 350 kg/km sans nécessiter de ravitaillement.

Les systèmes de régulation d'épandage utilisés sont principalement des systèmes « DICKEY-JOHN ICS-2000 », « DICKEY-JOHN CONTROL POINT » et « ACE CHLOROCOM ». Ils permettent l'épandage de chlorure de sodium à des taux de 0 à 350 kg/km et l'épandage d'abrasif à des taux de 0 à 700 kg/km. Il est également possible d'épandre des mélanges de sel et d'abrasif. À chaque début de saison, l'équipement est calibré selon une méthode volumétrique afin de s'assurer de la justesse du taux d'application.

L'équipement d'épandage est muni de systèmes de préhumidification de sel fonctionnant à l'aide d'une solution de chlorure de calcium. Le taux d'humidification varie en fonction de la quantité de sel appliquée; il représente 5 % en poids du taux de sel appliqué. La solution de chlorure de calcium à 28 % est appliquée sur le sel avant qu'il ne soit déposé au sol. La solution de chlorure de calcium est apposée sur le sel à l'aide d'une pompe à diaphragme actionnée par un moteur hydraulique. La solution est entreposée dans des réservoirs de polyéthylène d'un volume minimum de 550 litres.

Pour les camions munis d'un épandeur, ce dernier est généralement rattaché au châssis par le moyen d'un système de type multibenne permettant à l'opérateur de remplacer l'épandeur par une benne en quelques instants. En été, ce camion est alors muni d'une benne basculante de 4270 mm.



Étant donné que les camions sont utilisés pour effectuer des tâches estivales d'entretien du réseau, l'utilité du système multibenne et du harnais à attachement rapide est non seulement de pouvoir changer rapidement la configuration du véhicule en cas de chute de neige tôt ou tard en saison, mais aussi d'intervenir dans un bref délai durant la même période sur des portions du réseau entretenues par l'entreprise privée.

### 2.3 AUTRES CAMIONS DE DÉNEIGEMENT

Selon la nature du travail à effectuer, il existe d'autres configurations de camions affectés à des travaux de déneigement, par exemple :

- le camion 6 roues 4 X 2 muni d'un chasse-neige et d'un épandeur de 6 m<sup>3</sup>;
- le camion 6 roues 4 X 2 muni d'un chasse-neige, d'une aile chasse-neige et d'une benne basculante;
- le camion 12 roues 8 X 4 configuré de façon similaire au camion polyvalent 10 roues, mais également muni d'un épandeur ayant une capacité accrue à 12 m<sup>3</sup> compte tenu de sa masse totale en charge supérieure permise. Ce camion peut aussi permettre l'ajout d'une seconde aile chasse-neige.

Le camion 6 roues est utilisé de façon complémentaire au camion polyvalent, soit pour compléter la portion de circuit, soit pour le déblaiement des accès d'autoroutes. L'utilisation de ce type de camion est à la baisse dans les opérations du Ministère.

Le camion 12 roues, pour sa part, est employé sur de longs circuits et sur des tronçons d'autoroutes nécessitant l'utilisation de l'aile chasse-neige à droite ou à gauche. Ce type de camion, utilisé depuis environ trois ans, s'avère de plus en plus populaire.



### 3.0 AUTRES VÉHICULES DE DÉNEIGEMENT

Pour terminer, les autres véhicules employés pour le déblaiement du réseau routier sont :

- **La niveleuse**

Elle est munie d'un versoir de 4270 mm et d'une aile chasse-neige de 3660 mm. Cette niveleuse, d'une masse opérationnelle de 14 700 kg, sert principalement à faire du déglacage mécanique lorsque cela est nécessaire et à remplacer des camions s'ils ne sont pas disponibles. En comparaison avec le camion de déneigement, ce véhicule présente les points faibles suivants : une vitesse de déplacement réduite et une moins grande projection de la neige durant les travaux de déblaiement.



### • La souffleuse à neige

Cet équipement existe sous plusieurs configurations : de type monté sur châssis de camion, de type monté sur châssis de tracteur ou de type amovible monté sur une chargeuse. De par sa polyvalence et son coût, le type amovible est le modèle le plus utilisé. La majorité du temps d'utilisation d'une souffleuse se fait à la suite des tempêtes de neige dans les secteurs où l'accumulation de neige est grande et dans les secteurs urbanisés. La souffleuse à neige est également très utile pour le dégagement des glissières de sécurité.



## 4.0 DÉVELOPPEMENT À VENIR

Dans les prochaines années, les projets d'amélioration seront orientés vers :

- l'utilisation de revêtement primaire à base de zinc et de revêtement de finition plus performant et offrant une meilleure résistance à la corrosion et à l'abrasion;
- l'utilisation de matériaux offrant une meilleure résistance à la corrosion tels l'acier inoxydable et les matériaux composites;
- l'installation généralisée de systèmes de surveillance en temps réel des activités du véhicule permettant de connaître le positionnement et le degré d'activité de celui-ci;
- l'acquisition de véhicules offrant une meilleure performance environnementale tant sur le plan de la consommation de carburant que sur le plan du contrôle de la quantité d'émissions polluantes. À cet effet, il est très probable que des systèmes de motorisation hybride seront disponibles d'ici quelque temps;
- l'acquisition de camions et de composantes allégées visant l'augmentation de la charge utile. L'utilisation de composantes aujourd'hui en acier et qui demain seront offertes en aluminium, en matériaux composites ou en magnésium permettra une réduction de la masse nette du véhicule et l'augmentation de la charge transportée.

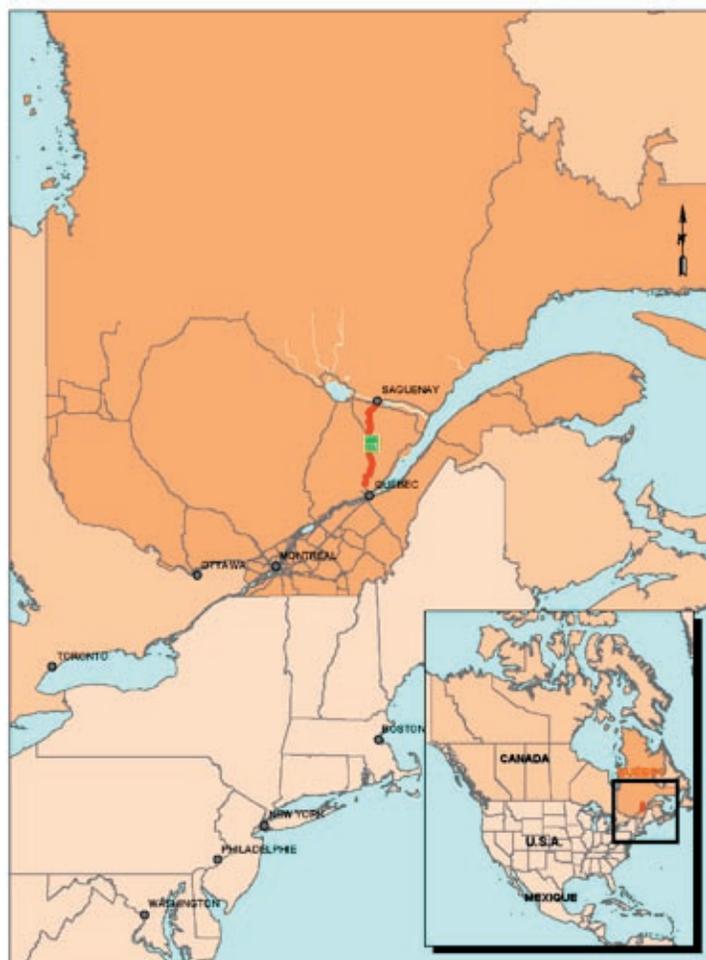
## Plan de gestion des sels de voirie de la route 175

Roger A. Tremblay et Alain Guay, Bureau de gestion du projet de l'axe 73/175

### 1.0 LE PLAN DE GESTION DES SELS DE VOIRIE DE LA ROUTE 175, UN DÉFI À LA MESURE DE CETTE ROUTE PARTICULIÈRE

Par le maintien d'infrastructures de transport efficaces et sécuritaires, le ministère des Transports du Québec contribue au développement économique de chacune des régions du Québec dans une perspective de développement durable. L'entretien adéquat du réseau routier revêt à cet égard une importance primordiale. C'est pourquoi le Ministère a vu dans le projet de la route 175 l'occasion de concevoir un plan de gestion des sels de voirie adapté à cette route particulière.

Sur le plan social et économique, la route 175 est le principal lien qui unit les régions du Saguenay–Lac-Saint-Jean et de la Capitale-Nationale. Le relief de la route 175, qui traverse la réserve faunique des Laurentides, est un des plus accidentés. Couvrant une distance de 167 kilomètres, cette route est bordée de nombreux lacs, de rivières et d'habitats fauniques. C'est une route isolée, située en majeure partie en forêt et qui ne possède aucune voie de contournement. Le débit journalier moyen en hiver (DJMH) est de 4000 véhicules comportant un fort pourcentage de véhicules lourds (24 %). La circulation se concentre parfois sur de courtes périodes (longues fins de semaine, congés fériés, période des fêtes) pour atteindre alors près de 10 000 véhicules par jour.



### Situation de la route 175

#### Schéma 1 – La route 175 est le principal lien qui unit les villes de Saguenay et de Québec.

Les conditions climatiques sont très rigoureuses dans la réserve faunique des Laurentides. La saison hivernale s'amorce dès le début de septembre et se termine souvent à la fin de mai. Au centre de la réserve faunique, l'hiver est caractérisé par des chutes de neige de près de 6 mètres. Dans ce secteur, la période sans gel est de moins de 40 jours. La route 175 est fermée à toute circulation en moyenne six fois par année en raison de la neige, du verglas, d'un accident ou par perte de visibilité attribuable à l'abondance des précipitations.

L'importance de la route, son isolement, le climat rigoureux et le relief accidenté (l'altitude variant de 150 mètres aux extrémités nord et sud pour atteindre plus de 800 mètres dans la zone centrale) obligent le ministère des Transports du Québec à épandre une importante quantité de sels de voirie (plus de 100 tonnes par kilomètre) comme produit antiverglaçant et déglaçant afin d'assurer la sécurité des usagers. Les effets nocifs de l'utilisation des sels sur les sols, les végétaux, la faune et les écosystèmes d'eau douce dans un milieu aussi sensible qu'une réserve faunique, s'avèrent une préoccupation constante et de première importance pour les gestionnaires responsables de l'exploitation du réseau routier.

Avec le projet de réaménagement de la route 175, qui consiste à construire une route à quatre voies et à chaussées séparées pour une mise en service en 2009, l'utilisation des sels de voirie augmentera de façon importante. Cette augmentation est l'un des éléments déclencheurs de l'élaboration du plan de gestion des sels de voirie de la route 175. Ce plan s'applique depuis le début du projet, dès la conception de la route. Il s'appliquera par la suite à sa réalisation et à son entretien.

## 2.0 ORGANISATION DE LA VIABILITÉ HIVERNALE

Dans la partie sud de la route (entre les kilomètres 60 et 144), l'entretien hivernal est exécuté par un entrepreneur sous la surveillance du ministère des Transports du Québec. Pour la partie nord (entre les kilomètres 144 et 227), les travaux sont exécutés en régie, par les employés du Ministère. Les normes d'entretien sont les mêmes sur toute la longueur de la route. Les parcs d'entretien routier sont situés aux kilomètres 110 et 182.

Pour réaliser les travaux, le Ministère et l'entrepreneur utilisent sept camions bivalents qui sont équipés de régulateurs électroniques d'épandage et d'un système de préhumidification du sel. Pour le déneigement et le déglçage mécaniques, les camions possèdent des chasse-neige avant de type sens unique droit et des ailes de côté. Un véhicule est doté d'une lame interressieux. Des niveleuses, des chargeuses et des souffleuses sont utilisées au besoin.

En ce qui concerne la surveillance et la prise de décision, le Ministère utilise une station météorologique au kilomètre 103. De plus, les véhicules de patrouille sont équipés de thermomètres pour mesurer la température de la surface de roulement et l'air ambiant. Deux nouvelles stations météo seront ajoutées dans la partie nord.

## 3.0 PLAN DE GESTION DES SELS DE VOIRIE POUR LA ROUTE 175

### 3.1 Définition

Le Plan de gestion des sels de voirie de la route 175 est un document administratif par lequel le ministère des Transports du Québec indique les moyens à prendre pour utiliser la quantité exacte de sel, éviter les pertes et minimiser les impacts sur l'environnement.

### 3.2 Démarche

Le plan a été préparé par un comité regroupant des personnes du ministère des Transports du Québec des domaines de l'entretien routier, de l'environnement, de la construction routière et de l'administration.

### 3.3 Objectifs

Le plan de gestion a pour objet d'assurer la sécurité routière tout en diminuant l'impact de l'usage des sels sur l'environnement.

Tout en garantissant un niveau de service adéquat à la population, l'objectif principal du plan de gestion est d'améliorer les façons de faire par un meilleur encadrement dans l'utilisation des fondants et des abrasifs de même que par la conception de routes où l'entretien d'hiver est facilité.

Pour atteindre cet objectif, le plan a été élaboré selon les normes en usage au ministère des Transports du Québec, selon l'avis de divers experts en viabilité hivernale et en environnement, ainsi que par la consultation de documents spécialisés. L'information recueillie sert à déterminer les activités et les actions qui ont un effet sur l'utilisation du sel et les impacts environnementaux qui en découlent dans le respect de la mission du Ministère et dans l'esprit d'un développement durable.

### **3.4 Responsabilité et mise en œuvre**

La mise en œuvre du plan, qui a débuté en 2004-2005 et se poursuivra jusqu'en 2009-2010, sera révisée sur une base annuelle. Ce plan s'applique aux travaux effectués par un entrepreneur et à ceux exécutés en régie.

Le plan de gestion des sels de voirie de la route 175 s'accompagne d'un constat de situation permettant de concevoir un plan d'action qui cible les objectifs à atteindre et précise la mesure des résultats.

## **4.0 PRINCIPES DIRECTEURS DU PLAN DE GESTION**

### **4.1 Sécurité**

La sécurité des usagers de la route 175 est l'objectif premier du ministère des Transports du Québec. Toutes les mises à jour et les modifications apportées au plan se feront dans le respect de cet objectif afin de maintenir un réseau routier sécuritaire.

### **4.2 Protection de l'environnement**

Les effets de l'utilisation des sels de voirie sur l'environnement sont connus. De plus, il n'y a présentement aucun produit de remplacement efficace et viable économiquement. Le plan de gestion permettra une amélioration des façons de faire actuelles et, conséquemment, une réduction des impacts négatifs de l'utilisation des sels de voirie.

### **4.3 Amélioration continue**

Les techniques de déneigement et de déglçage, les matériaux, l'équipement, les systèmes d'aide à la prise de décision en viabilité hivernale sont en constante évolution. Le plan de gestion suivra cette évolution.

### **4.4 Responsabilité financière**

Les changements proposés par le plan de gestion tiennent compte des disponibilités financières et de la capacité de l'industrie à s'adapter à l'évolution et aux façons de faire qui émergent du plan.

### **4.5 Le développement durable**

La mise en œuvre du plan de gestion des points de vue environnemental, social et économique s'accomplira dans le contexte d'un développement durable.

### **4.6 Rendement mesurable**

Le plan d'action contiendra des indicateurs de mesure pour évaluer la progression et les résultats obtenus.

#### **4.7 Respect du plan**

L'entrepreneur qui exécute le contrat d'entretien hivernal de la route 175 est tenu de respecter les mêmes exigences que le ministère des Transports du Québec pour les travaux en régie, et ce, dans toutes les facettes de la gestion des sels de voirie.

#### **4.8 Communication**

Le plan de gestion contiendra un plan de communication qui véhiculera l'information pertinente aux personnes concernées à l'intérieur du Ministère, ainsi qu'à ses partenaires et à ses clients.

#### **4.9 Documentation**

Les documents touchant les étapes du plan de gestion, du plan d'action ainsi que les résultats obtenus seront conservés, mis à jour et accessibles.

### **5.0 ACTIVITÉS**

Les activités auront un effet direct sur la quantité de sel utilisé et les impacts environnementaux.

#### **5.1 Activité : Conception des routes et des structures**

Cette activité a pour objet de sensibiliser le concepteur à l'importance de penser « entretien d'hiver » à toutes les étapes de la préparation du projet.

La chaussée sera construite pour permettre un déneigement optimal. La surface de roulement favorisera un raclage efficace de la neige. Un bon déneigement diminue l'usage des fondants.

L'utilisation de critères de configuration et de conception géométriques tenant compte des problématiques hivernales permettra de réduire l'accumulation de neige ou de glace causée par la poudrierie sur la route et sur les structures.

Dans la préparation du projet, la participation des gestionnaires et des experts en viabilité hivernale est requise à chaque point de contrôle. Les responsables de l'entretien actuel de la route 175 sont mis à contribution pour la détermination et l'analyse des problématiques, de façon à apporter des solutions au moment de la conception/préparation du nouveau tracé.

Les principaux éléments à considérer pour la conception des routes et des structures sont : l'élimination des effets de la poudrierie, l'espace suffisant pour l'utilisation de l'équipement, le drainage adéquat de la chaussée et la suppression des endroits pouvant retenir la saumure sur les structures.

#### **5.2 Activité : Gestion du drainage et des eaux pluviales**

Cette activité comporte deux volets. En premier lieu, la conception du drainage permettra l'écoulement de l'eau, peu importe sa provenance, de façon efficace de la surface de roulement. Dans un deuxième temps, le drainage tiendra compte de l'impact du ruissellement de l'eau chargée de sel sur l'environnement.

Pour éviter la formation de glacières sur la chaussée, on identifiera et on éliminera les risques d'arrivée d'eau sur la chaussée en période de dégel et de crue.

On s'assurera que l'eau de fonte provenant de la route 175 ne se déverse pas directement dans l'environnement. Plusieurs moyens permettront une meilleure protection de l'environnement, tels que l'introduction de végétation résistante au sel ainsi que la construction de marais épurateurs, de fossés avec fosses à sédiments et de bermes filtrantes ou de rétention.

Les mares salines attirent la grande faune et, indirectement, sont souvent la cause d'accidents avec les orignaux sur la route 175. Un bon écoulement des fossés longitudinaux empêche la formation de mares salines résiduelles et réduit ainsi les risques de collisions. L'empierrement des mares salines et la construction de mares compensatoires éloignées de la route sont également des moyens efficaces pour éloigner les orignaux de la route et augmenter la sécurité des usagers.

### **5.3 Activité : Conception des parcs d'entretien routier**

Il y a sur la route 175 deux parcs d'entretien routier : un premier dans la partie nord, utilisé par les employés du ministère des Transports du Québec, et un second dans la partie sud, utilisé par l'entrepreneur responsable de l'entretien hivernal.

Les parcs sont conçus pour limiter les sources de dispersion du sel dans l'environnement, spécialement dans les cas de déversement, lessivage, chargement et déchargement des véhicules, de fabrication de mélanges sels-abrasifs et de lavage de véhicules.

L'emplacement des parcs est très important. Il respecte plusieurs critères, dont l'optimisation des trajets, la protection environnementale, les besoins administratifs et l'équipement disponible. Quant au choix du site, il est fonction de l'éloignement des cours d'eau sensibles, de la facilité de drainage du terrain et de l'imperméabilité du sol.

En plus de s'avérer économique, l'installation d'un parc d'entretien routier doit inclure des sorties et des entrées sécuritaires, un bon éclairage, l'espace suffisant pour le déplacement de l'équipement; des voies de circulation asphaltées, délimitées et éclairées adéquatement, ainsi que des aires de stockage des sels et abrasifs protégées et bien situées. Le drainage sera dirigé vers des fosses ou d'autres systèmes permettant de récupérer les saumures.

À toutes les étapes de manutention du sel et des abrasifs, on évitera les déversements et, le cas échéant, on les récupérera immédiatement. La propreté du site est indispensable.

### **5.4 Activité : Disposition et entreposage des neiges usées**

Dans les endroits où l'espace est insuffisant pour pousser la neige et aussi où les bancs de neige peuvent nuire à la visibilité, le ramassage de la neige, son transport et sa disposition deviennent inévitables. Ces neiges usées contiennent toutes sortes de polluants : sel ou autres produits de fonte, huiles, graisses ou pièces de métal provenant des véhicules routiers, débris divers et même certains polluants transportés par le vent.

Plusieurs étapes sont indispensables pour cette opération : éviter la dispersion au moment du chargement et du transport par camion; choisir un site et des installations conformes aux politiques et règlements en vigueur et approuvés par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs; maintenir des accès sécuritaires; délimiter le site, qui doit être suffisamment vaste et ne doit pas détériorer le paysage; prévoir un deuxième site si le premier ne peut suffire à la demande.

### 5.5 Activité : Matériel d'entretien hivernal

Que ce soit pour le déneigement et le déglçage chimique ou mécanique, le matériel utilisé en entretien hivernal est en constante évolution. Le ministère des Transports du Québec est continuellement à la recherche de matériel plus performant et effectue de nombreux essais à cet effet.

Un déblaiement mécanique efficace de la neige et de la glace diminue l'utilisation des fondants chimiques. Pour ce faire, le Ministère utilise et perfectionne plusieurs types d'équipement : camions bivalents, chasse-neige avec sens unique droit ou gauche, lames réversibles, ailes de côté, droit ou gauche, lames interressieux, niveleuses, lames aux carbures, lames mobiles et, aux endroits où elles sont requises, chargeuses et souffleuses à neige.

Pour le déglçage chimique, le Ministère se trouve à la fine pointe de la technologie. Les épanduses doivent fonctionner dans les pires conditions météorologiques. Elles doivent être faciles à charger, à utiliser et à vidanger, anticorrosives, bien calibrées et conçues de façon à conserver leur chargement. Les épanduses comportent des régulateurs électroniques d'épandage et un système de préhumidification du sel.

### 5.6 Activité : Gestion interne du sel

Le ministère des Transports du Québec assure une démarche de qualité pour l'ensemble du processus de gestion du sel, depuis le chargement aux installations portuaires jusqu'à l'épandage sur la route. Le Ministère favorise l'encadrement des méthodes de travail relatives, notamment, à la qualité du sel, à la réduction des pertes, à son entreposage, au chargement des camions, au transport du sel et à son épandage.

Ces pratiques internes sont connues et mises en application par tous les employés.

La gestion interne du sel exige des efforts. Toutefois, elle nécessite un faible investissement et elle rapporte beaucoup.

### 5.7 Activité : Systèmes d'aide à la prise de décision en viabilité hivernale

Les systèmes d'aide à la prise de décision en viabilité hivernale (SADVH) assistent les responsables de l'entretien d'hiver dans leurs prises de décisions. Les principaux systèmes utilisés au ministère des Transports du Québec sont :

- les bulletins météo : qu'ils soient à court, à moyen ou à long terme, les bulletins météo aident le décideur en viabilité hivernale à faire un choix éclairé pour la gestion du personnel et de l'équipement;
- les thermomètres : installés dans les véhicules de patrouille, les thermomètres permettent de connaître la température de la surface de roulement et de l'air ambiant;
- les stations météorologiques : elles sont utilisées pour l'évaluation de plusieurs paramètres grâce aux nombreux capteurs qu'on peut y installer, tels que : anémomètre, radiomètre, pluviomètre, mesure de la salinité, de la hauteur de la neige, de la température et de l'humidité. De plus, jumelées à un point de prévision de météo d'Environnement Canada, les stations météorologiques produisent des graphiques d'aide à la décision;
- les caméras de surveillance : placées à des endroits stratégiques, les caméras facilitent une surveillance en temps réel.

Comme ces technologies sont en constante évolution, le Ministère en effectue une veille technologique.

### **5.8 Activité : Produits de remplacement des sels de voirie**

Il existe très peu de produits de remplacement efficaces et ils sont très onéreux. De plus, le sel est de manutention facile et ses comportements sont connus.

Le ministère des Transports du Québec poursuivra les recherches afin de trouver une solution orientée dans le sens du développement durable pour ce qui a trait à la gestion globale du sel de voirie, c'est-à-dire la recherche de solutions qui soient acceptables sur le plan environnemental, économique et social, à savoir :

- Rechercher ou participer à la recherche de produits de remplacement du sel de voirie comme déglaçant et antiverglaçant.
- Réduire, voire éliminer, tous les contaminants dans les sels de voirie, tels que les ferrocyanures qui servent d'agent antiagglomérant pour le sel.
- Trouver une substance plus acceptable sur le plan environnemental.

### **5.9 Activité : Gestion des zones vulnérables aux sels de voirie**

Le sel, même utilisé de façon judicieuse, en quantité exacte et en évitant les pertes, se retrouve dans l'environnement. Considérant son efficacité et son coût, le sel demeure encore le meilleur produit de fonte de la neige et de la glace. Puisqu'il sera encore employé, les utilisateurs doivent protéger les zones vulnérables.

Le ministère des Transports du Québec a déterminé les milieux environnementaux les plus vulnérables aux sels de voirie le long de la route 175. Des mesures d'atténuation seront appliquées. En voici quelques-unes à titre d'exemple : aménagement de bassins de captation des sédiments fins en aval du réseau de drainage, vidange de ces bassins et aménagement des fossés pour diriger l'eau vers la forêt afin d'éviter la sédimentation dans les cours d'eau.

Des suivis seront effectués, notamment celui de la qualité de l'habitat du poisson. Les puits d'eau potable à risque feront l'objet d'un suivi annuel. En phase d'exploitation, le Ministère procède déjà à des inspections régulières des nouveaux ouvrages afin d'intervenir immédiatement si des problèmes surgissent. Ce suivi n'a pas de limite de temps.

### **5.10 Activité : Formation**

La connaissance des processus, des pratiques, du matériel et des matériaux est indispensable pour obtenir l'appui des employés de tous les niveaux. Le Ministère dispensera à l'interne et à l'externe de la formation ponctuelle à son personnel et à ses entrepreneurs.

Une formation de qualité tient compte de l'expérience et de la résistance aux changements des personnes. C'est la compréhension des actions à entreprendre qui assure la collaboration des intervenants.

La nouvelle procédure ou les approches seront accompagnées de la formation appropriée. Tous les nouveaux employés et entrepreneurs recevront la formation nécessaire à l'exécution de leurs tâches.

### **5.11 Activité : Communication**

Cette activité comprend deux volets : un premier sur la sensibilisation des usagers de la route et du public à la viabilité hivernale et un second sur les communications internes.

Le ministère des Transports du Québec réalisera chaque automne une campagne de sensibilisation auprès des usagers de la route 175 afin de les inviter à préparer leurs véhicules pour l'hiver, de les inciter à une plus grande vigilance dans leurs déplacements et de leur rappeler leurs responsabilités.

Par affichage électronique, messages radiophoniques et télévisuels ou d'autres moyens, le Ministère informera le public et ses partenaires sur l'état des routes, le niveau de service offert et ses façons de faire.

À l'interne, on rencontrera chaque automne les intervenants (entrepreneurs et employés du Ministère) afin de les informer des objectifs, des résultats visés, des réalisations et des résultats antérieurs, tout en leur permettant de s'exprimer sur le sujet. Un suivi permanent de cette information sera conservé.

### **5.12 Activité : Archivage des documents**

Les documents qui touchent chacune des activités incluses dans ce plan de gestion seront conservés et accessibles en tout temps.

## Références

ASSOCIATION DES TRANSPORTS DU CANADA (1999). Guide de gestion des sels de voirie. Traduit en français par l'Association québécoise du transport et des routes (2002).

DIRECTION DU SOUTIEN À L'EXPLOITATION DES INFRASTRUCTURES (2003). Ministère des Transports du Québec. Devis général 190.

DIRECTION DU SOUTIEN À L'EXPLOITATION DES INFRASTRUCTURES (2003). Ministère des Transports du Québec. Devis spécial type 101.

MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS DU QUÉBEC (2004). Loi sur la qualité de l'environnement (L.R.Q.G.Q-2).

MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC (1997). Cahier des charges de viabilité hivernale. Infrastructures routières, déneigement et déglçage.

MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC (2002). Plan de gestion financière.

MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC (2003). Projet d'amélioration de la route 175 à 4 voies divisées du kilomètre 84 au kilomètre 227 (143 km) par le ministère des Transports du Québec. Réserve faunique des Laurentides et Ville de Saguenay. Étude d'impact sur l'environnement déposée au ministre de l'Environnement du Québec. Étude approfondie déposée au ministre des Transports du Canada.