

# **DES SOLUTIONS INNOVATRICES POUR LA GESTION DE LA VIABILITÉ HIVERNALE**

S. Hamel  
Ministère des Transports du Québec, Canada  
serge.hamel@mtq.gouv.qc.ca

## **RÉSUMÉ**

Le ministère des Transports du Québec (MTQ) est continuellement à la recherche de solutions innovatrices pour améliorer sa prestation de service dans un contexte de développement et de mobilité durable.

Depuis quelques années, le Ministère a mis en œuvre des projets de systèmes de transport intelligent (STI) visant une collecte de données opérationnelles en temps réel sur une partie de sa flotte de véhicules, grâce à l'utilisation des dernières technologies d'instrumentation, de communication et de géomatique.

Il dispose ainsi de données constituant une nouvelle base de connaissances opérationnelle qu'il peut exploiter et consulter en temps réel et/ou en temps différé pour optimiser la gestion des ressources affectées aux activités d'entretien hivernal.

Les efforts de développement portent actuellement sur le traitement optimal des nombreuses données enregistrées afin de disposer d'outils pour améliorer chacune des phases du processus opérationnel, soit la veille (météo ou opérationnelle), l'élaboration de la stratégie du déploiement et du déroulement des opérations d'entretien hivernal ainsi que l'uniformité des résultats à atteindre.

L'ensemble de ces projets novateurs aboutira à de nouveaux modes de gestion en fonction de critères organisationnels tels qu'une gestion efficace et efficiente des ressources (pro activité plutôt que réactivité) tout en maintenant un réseau fluide et sécuritaire. L'objectif ultime est de capitaliser au maximum l'apport des données à travers l'ensemble du processus de gestion de la viabilité hivernale.

## **MOTS CLEFS**

ENTRETIEN HIVERNAL / EXPLOITATION DES DONNÉES / SYSTÈMES D'INFORMATION

## **1. INTRODUCTION**

L'avènement de nouvelles technologies pour la collecte de données, leur transmission et leur traitement apportent de réels bénéfices dans le domaine des transports. Les systèmes de transport intelligent (STI) portent sur des applications dans plusieurs domaines tels que la gestion de la circulation, la prévention des accidents de la route, la gestion des urgences, l'optimisation des opérations d'entretien routier et d'autres champs d'intervention encore plus particuliers.

La viabilité hivernale est un des domaines qui a beaucoup de bénéfices à tirer des différents types d'initiatives en matière de transport intelligent. La complexité des réalités en période de viabilité hivernale se doit d'être maîtrisée pour en améliorer la gestion.

Ainsi, et depuis plusieurs années déjà, le ministère des Transports du Québec (MTQ) a lancé une série de projets de STI afin d'effectuer une collecte de données opérationnelles, en temps réel, sur le réseau routier pour optimiser la gestion de l'entretien hivernal. Cette approche dynamique s'articule autour de plusieurs actions ayant toutes en commun la volonté d'améliorer la qualité des services fournis aux usagers, d'être une organisation proactive et ainsi apporter une réponse rapide aux situations nécessitant des prises de décision.

La première partie de cette communication passera en revue les différentes initiatives qui ont eu pour but, et dans bien des cas à l'occasion de projets pilotes, de trouver des solutions en ayant recours à plusieurs types de technologies et de stratégies de gestion avant-gardistes.

Dans un second temps, seront présentés les différents moyens d'exploiter les données et plus particulièrement les domaines d'application pour lesquels les STI peuvent apporter une valeur ajoutée à l'exploitation d'un réseau routier.

Enfin, plusieurs réflexions préciseront les raisons, pour lesquelles ces initiatives en matière de transport intelligent sont maintenant nécessaires et quels bénéfices il est possible d'en tirer.

## **2. LES DIFFÉRENTES INITIATIVES DU MINISTÈRE DES TRANSPORTS DU QUÉBEC EN MATIÈRE DE STI**

### **2.1. Les stations météo routières et le suivi de la flotte de véhicules**

Comme dans bien des organisations routières, des stations météo routières ont progressivement été implantées pour disposer d'un ensemble de points d'observation (pour une certaine partie du réseau routier stratégique, tous les 30 kilomètres). Ces stations procurent de nombreuses informations tant sur le plan de l'observation météorologique dans un contexte routier que sur le plan de la chaussée (température et humidité de l'air, pression atmosphérique, informations sur les vents et les précipitations, température de la chaussée en surface et à diverses profondeurs).

Deux types de stations météo routières ont été installés : un modèle offrant l'intégralité des informations mentionnées ci-dessus, puis un modèle moins coûteux pour en multiplier le déploiement, dont l'information se limite à la température de l'air, à l'humidité de l'air, à la température de la surface de la chaussée et en profondeur dans le sol.

Les stations météo routières sont reliées à un réseau de communication permettant de fournir les données en temps réel.

Les mesures sont enregistrées dans une base de données qui est intégrée dans les prévisions météorologiques pour en améliorer la précision et fournir les éléments pour la prévision immédiate (now-casting). Ces données sont également utilisées pour illustrer les bilans de chacun des événements climatiques significatifs et fournir prochainement des intrants pour l'élaboration d'un indice permettant d'évaluer la difficulté de l'entretien hivernal. En effet, ce type d'indicateur fournira des éléments de comparaison pour l'analyse des efforts consentis pour l'entretien du réseau routier d'un circuit à l'autre, d'un centre opérationnel à l'autre, ou encore, d'une région à l'autre.

Depuis 2000, le MTQ a également pris l'initiative d'instrumenter des véhicules de patrouille en installant un ensemble prêt-à-monter grâce auquel il est possible de connaître :

- la température de l'air;
- l'humidité de l'air (température du point de rosée);
- la température de surface de la chaussée.

Une nouvelle version permet d'avoir en plus l'altitude et ainsi offre la possibilité à l'utilisateur de prendre en compte les différences des paramètres météo routiers liés à l'élévation comme la variation de la température de l'air ou encore les types de précipitations différents d'un endroit à l'autre.

Les données sont enregistrées dans une unité portable robuste qui gère l'ensemble des mesures effectuées et est directement reliée à un routeur véhiculaire pour la lecture des données en temps réel à distance. Ces équipements, qui sont maintenant couramment utilisés par le personnel opérationnel, fournissent des informations pour mieux anticiper les phénomènes de glaces routières (glace noire et glace blanche). Ils permettront également à l'avenir d'alimenter des bases de données pour des secteurs particuliers dans le but de mieux comprendre le comportement de la température de surface de la chaussée sur un itinéraire donné. Des outils d'anticipation du refroidissement de la chaussée sont actuellement en développement.

L'apport de ces nouvelles technologies de collecte de données contribue donc à une meilleure compréhension du comportement des paramètres météo routiers en temps réel pour évaluer de façon plus précise les situations météo routières. Ces données constituent également une banque de connaissance, lorsqu'elles sont traitées, se rapportant à des événements ciblés pour des secteurs particuliers.

Un ensemble de mesures est également réalisé à bord de plusieurs centaines de véhicules opérationnels actuellement au MTQ. Il s'agit de données permettant de suivre à distance les activités des véhicules de déneigement et de déglçage du MTQ, ou des entreprises privées à contrat avec le Ministère.

Toutes ces informations sont collectées en temps réel et sont accessibles à partir d'une application intranet du MTQ. La position des véhicules est connue grâce à des récepteurs GPS ce qui permet de suivre leur évolution sur une carte thématique. Celle-ci procure une vue d'ensemble aux centres de surveillance qui centralisent l'information météo routière à l'échelle de la région.

## 2.2. Les systèmes de traitement de l'information

Les applications qui donnent la possibilité de visualiser les données et de créer des requêtes sont placées sur le site intranet du MTQ.

Les données opérationnelles relevées dans le cadre de la communication véhiculaire de données (CVD) sont accessibles sur une interface cartographique. Plusieurs éléments de la carte peuvent être personnalisés par l'utilisateur et ainsi mieux répondre aux besoins du moment. Il est donc possible de suivre le déplacement et les activités des véhicules en temps réel, mais des événements peuvent aussi être recréés pour en analyser les différentes étapes a posteriori.

Les couches d'information superposables sont variées et paramétrables. Le réseau routier, les limites administratives et les circuits d'entretien peuvent être activés ou désactivés selon les préférences de l'utilisateur. Une bulle avec des informations détaillées apparaît lorsqu'un clic est effectué sur un véhicule représenté. La figure 1 illustre une vue de l'interface utilisateur.

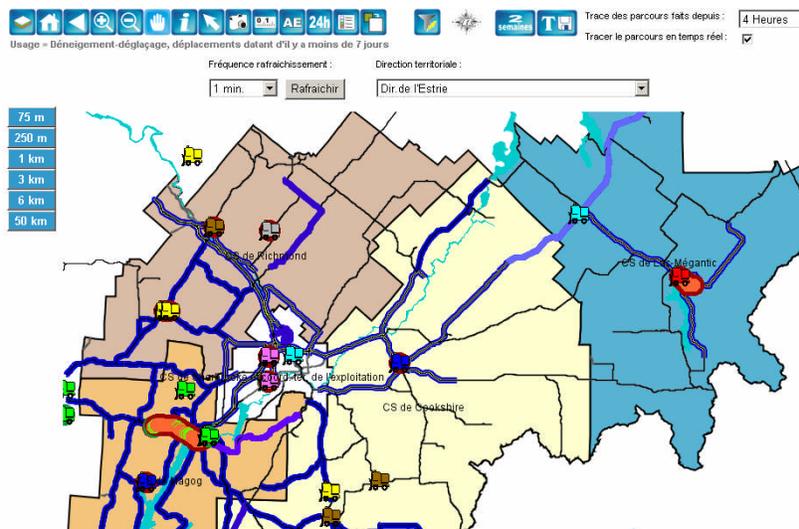


Figure 1 – Interface utilisateur (CVD)

Les requêtes peuvent être réalisées grâce à la présence de tableaux croisés dynamiques. De plus, des rapports préprogrammés sont émis périodiquement.

Il est prévu de bonifier ce système de traitement de l'information avec des possibilités de plus en plus étendues en terme de capacité à croiser les différents types d'informations en temps réel : données opérationnelles, mesures météo routières, contexte géographique, etc.

### 2.3. Un nouveau type de collecte de données d'états de surface et d'adhérence

Depuis peu, le MTQ se tourne vers des technologies sans fil, et plus particulièrement vers des instruments basés sur le principe de télédétection. Tout en offrant une information complète (température et humidité de l'air, température de la surface de la chaussée, état de surface et estimation du niveau d'adhérence de la chaussée), ces unités de mesure sont peu encombrantes. Elles ne requièrent pas d'installations lourdes et peuvent être occasionnellement déplacées d'un point à un autre lorsque l'organisation routière le souhaite.

Une application permet d'avoir accès aux données en temps réel, tout en disposant d'une image de la chaussée visée, grâce à la présence d'une caméra de qualité. Des alarmes sont également configurables pour prévenir l'utilisateur, par courriel par exemple, lorsque des seuils sont atteints.

Une version de ce type d'instrument a également été fixée sur un véhicule, offrant ainsi le même type d'information sur un itinéraire. Cette formule fournit de précieux renseignements à l'occasion des patrouilles de surveillance, et permet d'identifier et de caractériser des sections de routes plus propices à la dégradation des conditions de circulation.

### 3. LES DOMAINES D'APPLICATION POUR L'EXPLOITATION DE L'INFORMATION ISSUE DES STI

Le Centre intégré de monitoring (CIM) est le centre nerveux météo routier vers lequel converge l'ensemble des informations au niveau régional. Une première entité a été créée en 2002 pour répondre aux besoins exprimés en termes de veille météorologique, surveillance météo routière et coordination des situations d'urgence. Deux postes de travail y sont disponibles (voir la figure 2) et chacun dispose de plusieurs écrans pour l'optimisation de la gestion des informations. Un grand écran panoramique permet d'y placer les fenêtres les plus pertinentes telles que celle des radars météorologiques, de l'interface des stations météo routières du MTQ, de l'interface de communication véhiculaire de données, ou encore des caméras de surveillance du réseau routier.



Figure 2 – Centre intégré de monitoring

C'est à partir de ce centre que sont activés les panneaux à messages variables répartis sur le territoire régional et destinés à informer les usagers de la route dans un langage normalisé et visant à rendre les messages efficaces.

L'apport du CIM est stratégique et crucial tout au long du processus de gestion des événements météo routiers, quelle que soit leur importance. Son intervention se situe à plusieurs niveaux :

- la veille météo routière;
- la mobilisation des ressources;
- l'élaboration de stratégies;
- la veille des opérations et les ajustements;
- la gestion des communications;
- l'appréciation de l'atteinte des objectifs.

Le CIM est au centre de chacune des actions portées sur le réseau routier (Figure 3). Il gère les événements avec recul grâce aux outils dont il dispose pour avoir une perspective globale de l'événement météo routier, et fournit des informations appréciées par le personnel opérationnel confronté aux réalités sur le terrain. Le suivi météo routier est effectué pour valider la cohésion des bulletins de prévisions météorologiques et évaluer les impacts sur la chaussée du réseau routier. Ce sont les observations recueillies sur la route et rassemblées au CIM qui procurent une meilleure vision des conditions à très court terme.

Le personnel opérationnel a besoin d'une information très fiable jusqu'à deux heures avant une situation anticipée pour lui donner l'opportunité de rassembler ses ressources et de préparer les interventions avant même que les conditions météo routières ne se dégradent.

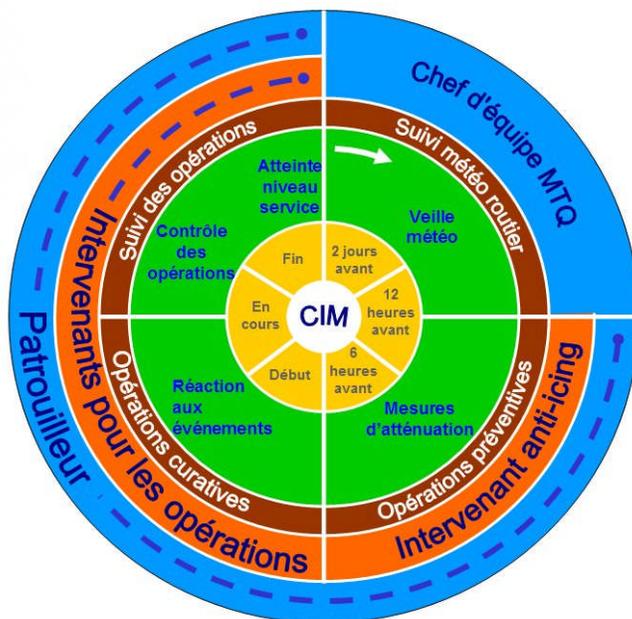


Figure 3 – Processus d'activité en entretien hivernal

La gestion des activités d'entretien hivernal, plus globale, s'articule quant à elle autour de trois axes principaux dans l'optique d'offrir des services de qualité :

- la démarche de collecte des informations visant à évaluer et à anticiper les activités d'entretien hivernal;
- les informations permettant d'élaborer les stratégies, de mettre en œuvre et d'ajuster les activités;
- les corrections apportées au processus de décision pour l'amélioration des services.

### 3.1. L'amélioration de l'aide à la décision

Depuis la mise en place de cette structure, la prise de décision est facilitée pour le personnel opérationnel. Le suivi s'effectue de façon plus ou moins approfondie en fonction de l'échéance de l'événement météo routier, mais évolue également en cours d'événement, et après l'événement, de façon à réévaluer continuellement la situation et les risques associés aux phénomènes météo routiers.

Cette nouvelle approche de suivi d'événements météo routier a permis d'instaurer certaines mesures préventives et d'avoir recours à des techniques d'antiglaçage (anti-icing). Des matériaux liquides sont épandus sur la chaussée avant l'événement météo routier, et leur action, dans des conditions météo routières prédéterminées, assure le maintien du niveau de sécurité sur les voies de circulation avant l'arrivée des ressources pour effectuer les opérations curatives traditionnelles.

La mise en place d'un tel processus de décision contribue largement à augmenter la part des mesures préventives, pour lesquelles un suivi météo routier particulièrement rigoureux et régulier est nécessaire.

De plus, un processus de pré alerte et d'alerte est déclenché et conditionné par les bulletins de prévisions météorologiques ou les informations disponibles grâce aux moyens d'observations. Lorsque les niveaux d'alerte sont atteints, le personnel du CIM diffuse l'information par l'envoi de messages électroniques ou de messages texte sur les pagettes concernées afin de passer à la phase de mobilisation des ressources.

À ce niveau, une composante importante à considérer est la disparité de l'intensité de l'événement météo routier sur l'ensemble du réseau routier. Certains secteurs sont en effet affectés en premier ou de façon plus prononcée. Le CIM aide alors le personnel opérationnel à identifier ces zones particulières par les alertes qui peuvent s'activer à certains endroits du territoire, et par la consultation d'outils d'anticipation qui prennent en compte les variations spatiales des phénomènes météo routiers.

Le personnel opérationnel consulte régulièrement le CIM et de façon plus prononcée à l'occasion de perspectives d'événements météo routiers pour en suivre l'évolution. Les informations relevées par les stations météo routières fixes, les activités opérationnelles pour d'autres secteurs et les mesures auxquelles il a accès dans son véhicule (station météo routière mobile) lui offrent différents outils d'aide à la décision.

L'ensemble de ces données est très apprécié notamment pour les moments de la journée où le responsable des opérations d'entretien hivernal doit entre autres élaborer une stratégie de déploiement de ses ressources, libérer du personnel pour le repos ou encore gérer les changements de faction en cours d'événement météo routier.

Par exemple, le responsable doit prévoir un délai d'au moins 2 heures pour réquisitionner et disposer du personnel sur place, car celui-ci doit faire les vérifications des véhicules d'entretien avant leur départ, procéder au chargement des matériaux d'épandage, et se déplacer avec les équipements sur leur circuit d'entretien.

### 3.2. Le suivi du déploiement de la mobilisation des ressources

Le suivi du déploiement des ressources est très important pour l'optimisation des opérations d'entretien et pour avoir une approche pro active plutôt que réactive.

La consultation de l'interface cartographique en temps réel apporte des éléments d'information notamment sur les décalages d'intervention des véhicules d'entretien. Cette veille s'avère particulièrement efficace, par exemple, lorsqu'une absence d'intervention pour un circuit de déneigement est détectée. Le personnel du CIM entre alors en contact avec le responsable des opérations pour s'informer des motifs justifiant cette situation et tenter de lui venir en aide. L'objectif de ce type d'intervention est d'offrir aux usagers de la route un niveau de service uniforme sur l'ensemble du réseau routier.

Le contrôle du temps de rotation des véhicules d'entretien, variable sur l'ensemble des circuits d'entretien, permet de ne pas oublier certains secteurs pour le déneigement ou le déglacage. En effet, lorsque les événements météo routiers ont des impacts importants sur le réseau routier et se déroulent sur une longue durée, le personnel opérationnel peut apprécier ce support pour continuer à maîtriser la situation grâce à cette vue d'ensemble. Des parties de circuits peuvent avoir été oubliées pour le déneigement ou le déglacage et occasionner un retard dans l'atteinte des niveaux de services. L'utilisation de l'interface cartographique de suivi des opérations aide à détecter ce type d'anomalie et ainsi à être proactif.

### 3.3. La plus-value des STI pour les opérations d'entretien hivernal

La collecte des données portant sur les conditions météorologiques, météo routière et opérationnelle donne l'opportunité d'assurer une meilleure qualité des activités de déneigement et de déglacage. Le responsable des opérations d'entretien peut avoir recours aux données collectées pour identifier des paramètres météo routiers qui vont soit lui compliquer la tâche pour l'entretien hivernal ou au contraire lui permettre de fournir des efforts moins importants pour revenir au niveau de service requis.

La veille météo routière qui s'effectue avant l'événement, mais aussi pendant l'événement, permet de suivre l'évolution de certains paramètres tels que le vent qui accélère l'assèchement de la route, mais qui risquent également d'engendrer des situations de poudrierie dans certaines circonstances. Si les conditions s'améliorent et deviennent plus favorables, la connaissance des bonnes informations peut aboutir à un épandage moins important de sel sur la chaussée, ou encore à une stratégie permettant d'atteindre le niveau de service requis avec plus de chance de succès.

Il est également possible d'avoir accès aux quantités exactes de matériaux épandus au cours d'une tempête grâce à l'interface de la CVD. Le responsable des opérations peut alors s'y référer et mieux évaluer le besoin d'effectuer un épandage supplémentaire ou décider d'attendre encore. Un outil a été mis au point pour offrir un support à l'évaluation de l'épandage de matériau à effectuer, tant sur le plan de la quantité que sur la proportion de fondants et d'abrasifs. Basée sur un programme d'intelligence artificielle (réseau de neurones artificiels), l'application a effectué son apprentissage en assimilant une multitude de cas réels et propose en fonction de nombreux paramètres météo routiers préalablement spécifiés, la proportion des types de matériaux, la quantité à épandre en tonnes par kilomètre et associe un indice de confiance à sa suggestion.

Il existe trois échéances de bilans opérationnels qui procurent des données intéressantes pour l'amélioration de la gestion en entretien hivernal. Les bilans effectués en temps réel renseignent sur l'état de situation pendant un événement météo routier et donnent ainsi des éléments d'aide à la décision. Le bilan post-tempête permet de faire le point sur la situation, mais juste après l'événement et procure ainsi des informations qui peuvent être communiquées au personnel pendant que l'événement est encore bien présent dans leur mémoire. Le bilan post-saison quant à lui, fait une rétrospective en soulignant les principaux événements de la saison hivernale et tente de déterminer la rigueur de l'hiver en termes de fréquence des interventions, de leur type, et des efforts consentis pour retrouver des conditions routières dégagées de tout risque de glissance. Le but recherché par ces bilans est de procurer une base de connaissance pour l'amélioration continue des pratiques d'entretien hivernal, et assurer une pérennité dans l'expertise du personnel opérationnel.

## **4. LES PERSPECTIVES DE DÉVELOPPEMENT ET DE L'IMPLANTATION DE SOLUTIONS EN STI POUR LA VIABILITÉ HIVERNALE**

### 4.1. Les considérations budgétaires et environnementales

Il est plus que jamais nécessaire de mieux contrôler les dépenses compte tenu de la conjoncture qui évolue et rend les activités d'entretien hivernal de plus en plus coûteuses. Les exigences pour les niveaux de services ont été plus fortes ces dernières années, le prix de l'exploitation de la machinerie et les coûts des matériaux d'épandage ont également augmenté. La relève n'est plus assurée comme auparavant, phénomène probablement en lien avec des contraintes économiques et sociales plus nombreuses que

dans d'autres secteurs du transport routier. Le prix des contrats ne cesse donc d'augmenter depuis les dernières années, et le nombre de réponses aux appels d'offres diminue. Bref, l'entretien hivernal coûte de plus en plus cher.

Parallèlement, les investissements en matière de STI peuvent paraître importants faisant appel à de nouvelles technologies pour lesquelles il est nécessaire de consacrer des budgets de développement. Cependant, des institutions se penchent davantage sur la récupération des investissements et démontrent une rentabilité de ce type d'engagement financier.

Outre les préoccupations purement économiques, les matériaux d'épandage se retrouvent dans l'environnement et ont un impact variable selon le type de milieu naturel à proximité. Plusieurs études ont mis en valeur le fait que les chlorures contenus dans les fondants routiers se propagent de différentes façons après l'épandage : par le vent, par infiltration dans les sols et les nappes phréatiques ou par ruissellement. De plus, des tronçons routiers localisés dans des secteurs qualifiés de particulièrement fragiles par la proximité d'un lac, d'un cours d'eau ou d'un écosystème menacé, font l'objet de restrictions pour l'entretien hivernal.

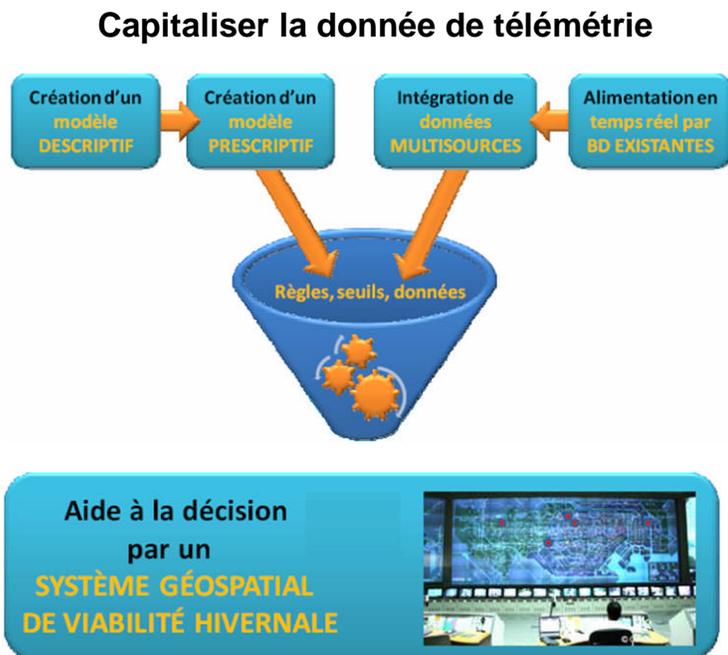
Il est maintenant nécessaire au Canada, de préparer un plan de gestion des sels de voirie pour mieux contrôler les rejets de contaminants dans les lieux de stockage des matériaux ou de décharge de neige usée. Ces plans recommandent l'utilisation des nouvelles technologies pour être en mesure d'améliorer les opérations d'entretien hivernal en ayant recours aux pratiques d'épandage au bon moment, en bonne quantité, avec la bonne proportion (abrasif / fondant), et au bon endroit dans une perspective de développement durable.

#### 4.2. La recherche de nouveaux modes de gestion

Le MTQ, les municipalités ainsi que les organismes responsables de gérer le réseau routier doivent maintenant considérer de nouvelles approches, utiliser des modes de gestion différents pour pallier à l'accroissement des coûts et continuer à offrir de bonnes conditions pour la circulation routière. La collecte et la gestion des données générées dans le cadre des STI permettent d'aboutir à des systèmes d'aide à la décision, mais elles permettent également d'offrir une série d'indicateurs s'intégrant dans l'amélioration de la gestion de l'entretien hivernal à moyen et long terme. C'est donc à travers une analyse plus technique des phénomènes météo routiers, mais aussi à une gestion efficace de l'information et à son intégration dans chacun des éléments du processus de l'entretien hivernal que la rentabilité des STI sera optimale.

Une réflexion en ce sens a alors été lancée récemment au MTQ pour rassembler les gestionnaires et innover tant sur l'ensemble des démarches pour assurer la viabilité dans les conditions hivernales que sur le rapport contractuel entre le MTQ et les entreprises privées auxquelles il a recours pour l'entretien de l'ensemble du territoire. Les STI, en plus de fournir de l'information au personnel opérationnel ou à l'utilisateur de la route, structurent l'architecture de décision et de gestion des organismes ayant la responsabilité du réseau routier.

Il est primordial pour les modes de gestion actuels de chercher à capitaliser l'ensemble des données collectées par le MTQ dans le cadre des activités d'entretien hivernal. Dans ses prochaines orientations, le MTQ compte améliorer la complémentarité de l'ensemble de ses systèmes de collectes de données et assurer ainsi une meilleure cohérence de l'information en viabilité hivernale. Ce souhait répond à de récentes préoccupations de ne pas créer d'énormes bases de données qui ne seront jamais mises à profit. Le but est de tirer profit des dernières approches en géomatique afin de passer d'un mode descriptif pour lequel l'ensemble des données fournissent des informations sur les activités du MTQ, vers un modèle prescriptif qui intègre les composantes spécifiques au MTQ et optimise la prise de décision pour les opérations d'entretien.



## 5. CONCLUSION

Depuis plusieurs années, le MTQ a pris plusieurs actions pour mieux connaître les caractéristiques des phénomènes météo routiers sur l'ensemble de son territoire. Le traitement de l'information par des systèmes d'aide à la décision ou d'analyse permet à son personnel d'être proactif et de mieux maîtriser la détérioration des conditions routières. Le déploiement des centres de surveillance, les CIM, centralisent quant à eux l'information et assurent une veille d'ensemble et continue sur le déroulement des événements et des activités d'entretien hivernal.

Ces multiples initiatives, même s'il n'est pas évident d'en chiffrer les bénéfices, ont amélioré la gestion des opérations hivernales. Le MTQ a pris le virage de la modernité et consolide son approche de gestion proactive. Cette démarche basée sur une meilleure connaissance de l'exploitation du réseau routier est avant tout entreprise pour que les décisions puissent se prendre en temps réel, en anticipant l'évolution et la dégradation d'un événement climatique. Il est alors plus facile d'ajuster les stratégies opérationnelles en fonction de l'évolution des événements en déployant les ressources au bon moment, en augmentant la proportion des interventions préventives offrant ainsi une qualité optimale des services, dès le début des événements météo routiers.

De plus, ces technologies ont apporté une meilleure connaissance du comportement du territoire en fonction des types d'événements météo routiers ce qui a pour conséquence de bonifier les pratiques opérationnelles et les modes de gestion. La question du transfert des connaissances à la suite des départs à la retraite des employés expérimentés s'inscrit également dans ce contexte, à l'intérieur duquel les STI peuvent offrir des perspectives d'avenir intéressantes grâce à l'optimisation des bilans et à l'élaboration d'indicateurs.

En plus, d'une meilleure gestion de ses activités, la possibilité de mieux renseigner l'utilisateur de la route sur la qualité des services offerts et favoriser une circulation routière en toute sécurité, tout en optimisant les coûts d'entretien dans le respect de l'environnement. En effet, l'implantation des STI relatifs à l'entretien hivernal rejoint de plus en plus le concept très prometteur de route intelligente qui consiste à établir un ensemble de communication entre les véhicules et les infrastructures, et à fournir à l'utilisateur de la route une dimension supérieure à celle d'aujourd'hui en termes de services, de sécurité et de fluidité du trafic.

Les avantages de ces nouveaux modes de gestion sont importants. Ils consistent fondamentalement en l'amélioration de la sécurité et de la fluidité des transports ainsi que des usagers de la route. De plus, une valeur ajoutée découlant de ce projet a trait aux bénéfices sur le plan économique, engendrés par une meilleure fluidité des transports. Finalement, une importante valeur ajoutée existe également sur le plan écologique, soit une diminution de temps de moteur au ralenti donc moins de production de gaz à effet de serre (GES).