

9.0 – MATÉRIEL ET TECHNOLOGIES D’ENTRETIEN HIVERNAL DES ROUTES

Ce document fait partie d’une série de synthèses des meilleures pratiques liées à la gestion efficace des sels de voirie dans les opérations d’entretien hivernal. Cette synthèse sert de guide lors de l’élaboration de plans de gestion des sels de voirie. Elle n’a donc pas de nature normative mais a plutôt été conçue pour être utilisée de concert avec les lois et les règlements, les manuels, les directives et les procédures opérationnelles des administrations routières et des divers organismes. Des synthèses des meilleures pratiques ont été élaborées sur :

1. Plans de gestion des sels de voirie
 2. Formation
 3. Conception des routes, des ponts et installations
 4. Drainage
 5. Gestion des chaussées et sels de voirie
 6. Gestion de la végétation
 7. Conception et exploitation des centres d’entretien
 8. Stockage et élimination de la neige
 9. Matériel et technologies d’entretien hivernal des routes
 10. Utilisation des sels sur les routes privées, les stationnements et les allées
 11. Réussites en matière de gestion des sels de voirie : études de cas
- Pour obtenir de plus amples renseignements, veuillez consulter le Guide de gestion des sels de voirie de l’Association des transports du Canada de 2013.

INTRODUCTION

Dans diverses régions du monde, les préposés à l’exploitation et à la recherche sur l’entretien hivernal développent de nouvelles méthodes et technologies permettant d’améliorer le travail de déneigement et de réduire de manière significative la quantité de sels de voirie nécessaire à l’entretien des routes, des autoroutes, des trottoirs et des stationnements en hiver. Le matériel moderne comporte ces améliorations permettant de réduire l’utilisation des sels de voirie, de gérer l’impact environnemental, d’améliorer la conduite en hiver, la sécurité et la mobilité et de réduire les coûts de façon générale.

Lorsqu’on choisit le matériel déployé, on doit disposer d’informations adéquates et à jour pour prendre de meilleures décisions. Afin de pouvoir combiner le matériel et les services pour assurer le meilleur entretien hivernal possible, le personnel d’entretien doit comprendre :

- les stratégies de déneigement et de déglacage et les méthodes applicables;
- l’état des chaussées et les conditions météorologiques actuelles et prévues nécessitant une intervention;

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
LIENS AVEC LA GESTION DES SELS DE VOIRIE	2
PRATIQUES DE GESTION DES SELS DE VOIRIE	2
ZONES VULNÉRABLES AUX SELS DE VOIRIE	22
SURVEILLANCE ET TENUE DE REGISTRES	23
FORMATION	23
CONCLUSION	24

- la disponibilité, la capacité et les restrictions d'utilisation de l'équipement et du matériel.

Dans un programme d'entretien hivernal, le matériel occasionne une large part des coûts (tout comme la main-d'œuvre et les produits d'épandage). Certes, il faut du temps pour intégrer à un budget d'exploitation une stratégie efficace d'acquisition et pour se doter progressivement du meilleur parc de véhicules et équipements d'entretien hivernal. Il est également important qu'une administration routière ne cesse jamais de rechercher et d'évaluer les technologies nouvelles et novatrices favorisant de meilleures pratiques. En outre, lorsqu'on évalue les coûts de renouvellement d'un parc de véhicules et équipements, il importe de tenir compte de la fréquence et de la saisonnalité des utilisations ainsi que des aspects multifonctionnels du matériel. La gestion doit permettre de satisfaire aux diverses exigences d'exploitation et cela doit se refléter dans le choix des caractéristiques du matériel et d'une stratégie de mise en service ou hors service des véhicules ou équipements, tout en tenant compte bien sûr des exigences associées à l'utilisation de sels de voirie.

LIENS AVEC LA GESTION DES SELS DE VOIRIE

Le matériel d'entretien hivernal sert surtout à prévenir sinon à enlever les accumulations de neige et de glace. Les accumulations importantes peuvent être enlevées par des moyens mécaniques tels que les chasse-neige. Quand les méthodes mécaniques ne suffisent pas, on doit utiliser des déglaçants. Ainsi lorsque la situation se prête à l'épandage de sels de voirie, on appliquera une certaine quantité de ceux-ci pour empêcher la neige et la glace d'adhérer à la chaussée, pour prévenir l'accumulation de neige et de glace et pour que la chaussée soit dégagée et humide pour devenir peu à peu dégagée et sèche, le tout en conformité avec les normes établies.

Le matériel d'entretien hivernal, s'il est judicieusement choisi, peut aider une organisation à respecter les 4 B de la gestion des sels de voirie:

- le **Bon** produit;
- la **Bonne** quantité;
- le **Bon** emplacement;
- le **Bon** moment.

Outre les 4 B, on ne doit pas omettre la clé d'une bonne gestion des sels :

- **les laisser agir sur la chaussée.**

Chaque administration routière doit évaluer les quantités de produits à sa disposition et les taux d'épandage dans une situation donnée. Elle doit ensuite déterminer les périodes d'épandage les plus appropriées pour assurer le niveau de service requis.

En partant du principe qu'une administration routière recherche les « bonnes » solutions, les 4 B ne manqueront pas d'aider celle-ci à optimiser l'utilisation des sels de voirie. On assurera ainsi la sécurité routière tout en contrôlant l'impact des sels de voirie sur l'environnement.

PRATIQUES DE GESTION DES SELS DE VOIRIE

Pour optimiser l'utilisation des sels de voirie, il est important de se renseigner régulièrement sur les technologies nouvelles et novatrices puisqu'elles représentent des options intéressantes. Certains des « facteurs d'optimisation » de l'utilisation des sels de voirie dont il serait avisé de tenir compte dans le contexte du choix du matériel sont entre autres :

- les outils améliorés d'information et décisionnels contribuent à une utilisation plus judicieuse du matériel, du personnel et des sels de voirie ainsi qu'à une meilleure planification des épandages;
- l'enlèvement mécanique de la neige et de la glace restreindra le recours aux produits chimiques;
- le bon choix de matériel aidera les opérateurs à épandre les bonnes quantités de sels de voirie aux endroits voulus, au moment opportun;
- les épandages de produits chimiques faits en temps opportun préviennent l'accumulation de neige ou de glace sur la chaussée;
- une tenue efficace de dossiers sur les mesures de déneigement et de déglacage, sur l'utilisation de produits chimiques ainsi que sur les changements de l'état des routes facilitera la planification et l'établissement des budgets, en plus de limiter la responsabilité d'une organisation;
- l'utilisation sûre et efficace de tout matériel nécessite une formation adéquate des conducteurs et opérateurs, surtout quand on

adopte du nouveau matériel et de nouvelles techniques.

Outils d'information et outils décisionnels

Pour optimiser l'utilisation du matériel et du personnel disponibles et respecter les 4 B de la gestion des sels de voirie, les décideurs experts en entretien hivernal doivent se baser sur des renseignements exacts.

Ces renseignements essentiels se divisent en trois catégories :

- prévisions météorologiques et prévisions sur l'état de la chaussée (ce qui se produira), pour prévoir les tempêtes de neige et les risques de givrage;
- informations à jour (ce qui se produit) sur les températures et les conditions de la surface des chaussées;
- bilan de la situation (ce qui a eu lieu), consignation aux dossiers de ce qui a été fait et le niveau de service assuré.

Divers outils, dont ceux ci-dessous, permettent d'obtenir l'information nécessaire. Ci-dessous sont présentés quelques exemples d'outils.

SYSTÈMES D'INFORMATION MÉTÉOROUTIERS (SIMR)

Le SIMR fait appel à des capteurs et est utilisé depuis le milieu des années 70 par les administrations routières et aéroportuaires du monde entier. Le réseau canadien de stations SIMR a connu une forte croissance dans la dernière décennie. En plus de donner de l'information sur l'état actuel et prévisible des routes, les sites et réseaux de SIMR fournissent les données requises pour établir des prévisions spécifiques et documenter certains aspects des services à assurer.

Les SIMR interviennent de diverses façons dans la prestation des services d'entretien hivernal des routes, notamment comme suit :

- une bonne compréhension des prévisions et des tendances des températures à la surface de la chaussée peut aider les spécialistes à prendre des décisions plus éclairées;
- les capteurs intégrés à la chaussée, qu'ils soient encastrés ou enfouis, fournissent des données transmises à des postes centraux qui établissent les tendances et les prévisions;

- les capteurs de chaussée enregistrent la température, l'état sec ou humide, le point de congélation du produit épandu sur la chaussée, la présence de produits chimiques et leur concentration (pour certains d'entre eux) et la température sous la surface de la chaussée;
- les capteurs installés dans des tours fournissent de l'information en temps réel sur les conditions atmosphériques types, telles que les précipitations, l'humidité relative, le point de rosée, la température ambiante ainsi que la vitesse et la direction des vents;
- les services de prévision météorologique peuvent utiliser les données de SIMR pour établir les prévisions routières et aider les préposés à l'entretien des routes à prendre des décisions sur le déneigement et le déglacage;
- l'optimisation de l'utilisation des sels de voirie se fait grâce à un déploiement plus précis du matériel et à un épandage mieux contrôlé des agents chimiques;
- on peut greffer aux SIMR d'autres types de capteurs et de systèmes pour offrir un soutien accru aux préposés à l'entretien des routes (p. ex., un système automatisé d'application de déglacant liquide ou système automatisé de pulvérisateurs fixes (SAPF), des caméras, des capteurs de chaussée et de friction, etc.).

THERMOMÈTRES À INFRAROUGES (TIR)

On améliore les décisions sur l'épandage de produits quand on connaît la température actuelle et prévisible à la surface d'une chaussée. Il est maintenant possible de se procurer un thermomètre à infrarouges portatif ou fixe qui permet de mesurer la température à la surface de la chaussée.

- Des modèles portatifs et montés sur camion sont disponibles; ces derniers permettent également de déterminer la température de l'air ambiant. Certains modèles comprennent aussi des capteurs d'humidité qui permettent à l'utilisateur de mesurer l'humidité relative et la température au point de rosée.
- Les modèles installés sur camion assurent une surveillance continue de la chaussée pendant que le véhicule circule sur la route.
- Les données peuvent être enregistrées et transmises avec celles d'un système GPS/AVL (voir

la section « Matériel de soutien à l'exploitation » du présent document).

- Des capteurs fixes de température de surface sur poteau peuvent aussi être utilisés. Ces capteurs indiquent la température à la surface, la température au point de rosée et l'humidité relative à un emplacement précis. Puisqu'ils sont installés sur le côté de la chaussée, ils ne perturbent pas les conducteurs comme ceux qui sont encastrés dans la chaussée.
- Comme pour tout équipement, on doit vérifier et étalonner les thermomètres à infrarouges pour qu'ils donnent des lectures précises et fiables.
- Les TIR disponibles sur le marché ne sont pas tous être étalonnés à nouveau. On peut facilement vérifier l'exactitude d'un TIR en créant un mélange eau-glace et en mesurant la température de la surface du mélange avec le TIR. Pour que le TIR soit précis, il devrait indiquer une température de 0 °C. L'écart entre la lecture effectuée et 0 °C indiquera le niveau de précision du thermomètre. Il n'est pas rare que l'écart d'un TIR portatif soit de un ou deux degrés.

MESURE DE L'ADHÉRENCE DE LA CHAUSSÉE

L'humidité, la neige et la glace diminuent l'adhérence à la chaussée et rendent les routes glissantes. Les sels de voirie et parfois certains abrasifs comme le sable y sont épandus pour accroître l'adhérence, c'est-à-dire le coefficient de friction. On peut améliorer les décisions sur l'épandage de produits grâce à des données plus précises sur le niveau d'adhérence à la surface de la chaussée.

- Les précipitations ou les produits d'entretien hivernal, tels que les liquides d'antigivrage, le sable ou le sel, rendent inégale l'adhérence à la chaussée.
- Partout dans le monde, des administrations routières travaillent avec leurs fournisseurs à la mise au point de matériel précis et fiable pour mesurer le coefficient de friction sur les chaussées.
- Des capteurs d'adhérence sont utilisés très couramment sur les pistes d'aéroport, mais leur coût élevé limite leur implantation généralisée sur les routes. On espère en arriver à mettre au point des appareils moins onéreux.
- Dans certains cas, des capteurs d'adhérence sont placés sur les épanduses. Ils sont utilisés avec l'équipement de mesure de la température à la

surface de la chaussée installé sur le véhicule pour contrôler automatiquement le taux nécessaire d'épandage de produits chimiques sur la glace ou la neige.

- Un capteur peut aussi être posé sur un camion de surveillance avec d'autres outils d'entretien hivernal.
- Des capteurs fixes peuvent aussi être installés sur des poteaux. Ces capteurs utilisent des rayons à infrarouges pour déterminer l'état de la chaussée (p. ex., sèche, humide, mouillée, glacée, enneigée ou gelée, recouverte de neige fondante). Ces capteurs peuvent aussi mesurer l'adhérence.
- Techniquement, cet équipement peut être précis et fiable et peut prévenir l'épandage inutile de sel sur les routes où l'adhérence est suffisante.

MESURE DES PRODUITS CHIMIQUES RÉSIDUELS

Après une tempête, quand la route est dégagée et sèche, il reste parfois des résidus de produits chimiques sur la chaussée. Cette fine couche de produits chimiques est activée par la précipitation suivante; elle contribue à empêcher la formation de gel et elle peut même faire fondre une petite quantité de neige. De même, la concentration des sels de voirie dans la gadoue qui est présente sur la chaussée détermine le point de congélation de cette gadoue. Les responsables peuvent plus facilement prendre des décisions s'ils connaissent la concentration des sels de voirie résiduels sur la chaussée. Un capteur de SIMR sur la chaussée leur fournira cette information. Des salinomètres portatifs existent, mais leur coût et le fait qu'une personne doit se tenir sur la chaussée pour prendre la mesure rendent leur utilisation difficile. Des essais sont toutefois en cours sur un détecteur de produits chimiques pouvant mesurer la teneur en chlorure de la saumure résiduelle projetée dans les bandes de roulement d'une route par le passage des roues des véhicules.

Utilisation de moyens mécaniques pour le déneigement et le déglçage

Le déneigement et le déglçage mécaniques des chaussées sont généralement les méthodes les plus appropriées et peuvent être facilités par des épandages préventifs de sels de voirie. Ces épandages, avant les tempêtes ou au tout début de celles-ci, réduisent les quantités totales de sel nécessaires pour maintenir une adhérence adéquate à la chaussée. L'épandage de sel

sur des chaussées enneigées ou glacées nécessite une plus grande quantité de ces derniers; un traitement préventif de la chaussée juste avant la précipitation ou tout au début de celle-ci peut réduire les accumulations.

Certaines organisations préfèrent laisser une petite quantité de neige et de glace ou de neige fondante sur la chaussée avant d'y épandre du sel afin d'empêcher le sel de rebondir ou d'être éjecté à l'extérieur de la chaussée par le vent ou les véhicules.

Les amoncellements de neige, de glace ou de neige fondante peuvent être enlevés mécaniquement à l'aide de chasse-neige fixés à des camions, de niveleuses ou de chargeuses. On utilise aussi parfois des souffleuses ou des balais mécaniques. Les opérations répétées de déneigement sur des routes où on ne peut pas stocker de grandes quantités de neige requièrent que les amoncellements de neige soient enlevés et transportés ailleurs. Le texte qui suit offre un aperçu de l'équipement de déneigement utilisé dans ce contexte, des avantages et des inconvénients liés à l'utilisation de cet équipement.

DÉNEIGEMENT

Il existe une foule d'outils de déneigement, y compris le type de véhicule transportant le chasse-neige, le type de chasse-neige lui-même, le versoir et même le type d'arête ou de lame.

VÉHICULES

On doit bien choisir le type et la taille du véhicule ainsi que le matériel transporté et utilisé, selon le secteur où on travaille, le tout en tenant compte aussi de la sécurité et du confort du conducteur. Il peut notamment s'agir de véhicules à usages multiples qu'on utilise pour d'autres travaux entre les tempêtes et pendant les mois d'été.

Les considérations ci-après sont certes dignes de mention au regard du choix des équipements.

Camions

- Les camions ont diverses capacités de chargement et dimensions, par exemple les camions à essieu simple, à essieu tandem ou à essieu tridem.
- Les véhicules plus petits et plus maniables sont mieux adaptés aux secteurs urbains, aux stationnements et aux trottoirs, tandis que les

camions plus puissants et plus gros sont préférables sur les routes et les grands terrains de stationnement.

- Des chasse-neige ventraux peuvent également être fixés à des camions et utilisés en exerçant une pression vers le bas.
- Les camions avec chasse-neige et ailerons frontaux constituent la meilleure solution sur les routes, car ils permettent un travail plus rapide. Les routes sont alors dégagées plus rapidement et les camions peuvent circuler à des vitesses plus sécuritaires.
- Les camions qui circulent à des vitesses semblables à celles de la circulation générale posent un moins grand risque pour la sécurité.
- Les camions qui roulent plus vite rejettent la neige suffisamment loin de l'accotement des routes et minimisent ainsi les amoncellements de neige.
- Les vitesses plus élevées peuvent être contre-indiquées en milieu urbain et à proximité des zones écologiquement vulnérables, puisque la neige rejetée sur les côtés de la chaussée risque d'endommager les aménagements et l'environnement à proximité de la route.
- On peut munir les camions d'une trémie ou d'un réservoir. Ils servent alors à la fois à l'épandage et au déneigement.
- On doit bien lire les spécifications du camion utilisé avant d'en renforcer le châssis pour y adapter un circuit hydraulique d'un appareil de déneigement, plutôt que de simplement l'utiliser tel qu'il a été construit.
- Afin de s'assurer qu'un camion possède une traction et une portance adéquates, il importe de choisir soigneusement les pneus avant et arrière et de vérifier que les matériaux qui les composent, les cannelures des semelles et leur limite de charge sont appropriés au matériel et au chasse-neige que devra transporter le véhicule.
- La capacité de l'essieu avant est un élément important à vérifier, d'autant plus que le véhicule pourrait devoir respecter certaines limitations réglementaires de charge.
- Les camions nécessitent un différentiel blocable ou un système de traction asservie pour prévenir la perte de traction due à la rotation libre d'une roue.

Niveleuses

- Les niveleuses sont souvent munies de chasse-neige et d'ailerons qui leur permettent de faire du déneigement.
 - Les niveleuses sont souvent déjà prêtes à servir quand arrive le temps de l'entretien hivernal des routes, car elles sont largement utilisées par les municipalités et les entrepreneurs pendant l'été, pour les travaux de construction et l'entretien des routes; et elles sont peu utilisées en hiver.
 - Les niveleuses sont utiles dans les aires restreintes, les rues urbaines avec culs-de-sac, les voies de circulation anguleuses, près des arrêts d'autobus et sur les routes de largeur inégale.
 - Elles circulent plus lentement et elles rendent les opérations plus sécuritaires en présence de piétons et de circulation dense puisque les conducteurs ont une meilleure visibilité.
 - Elles peuvent transporter des chasse-neige frontaux, réversibles ou non, en V et à aileron unique, avec ou sans lames inférieures réglables.
 - Les niveleuses peuvent également être munies de lames à dents ou à disques pour scarifier la glace et offrir temporairement une meilleure adhérence.
 - Les niveleuses modernes roulent plus vite que les anciens modèles, mais elles demeurent toutefois limitées à des vitesses allant de 30 à 35 km/h. Elles sont plus lentes que les camions avec chasse-neige.
 - Les niveleuses sont utiles pour les premiers gels de l'automne et le dégel printanier, alors que les routes sont plus susceptibles d'être déformées par les camions avec chasse-neige.
- Elles peuvent également servir à ramasser la neige sur les terrains de stationnement, dans les culs-de-sac, sur les ponts et dans les autres endroits restreints offrant peu d'espace pour le rejet de la neige.
 - Les chargeuses sont souvent déjà prêtes à servir quand arrive le temps de l'entretien hivernal des routes, car elles sont largement utilisées par les municipalités et les entrepreneurs pendant l'été, pour les travaux de construction et l'entretien des routes; d'ailleurs, elles servent souvent à remplir les épanduses de sable et d'agents chimiques dans les centres de voirie.
 - Les chargeuses sont un outil important pour le chargement de matériaux dans les épanduses. Les godets doivent être adaptés aux épanduses chargées afin de limiter le déversement de matériaux.

CHASSE-NEIGE

Chargeuses

- On équipe parfois les chargeuses de chasse-neige, d'ailerons et de souffleuses pour le déneigement.
 - Les chargeuses modernes, pourvues de grandes vitres sur le devant et les côtés, ainsi que d'une cabine de conduite surélevée, offrent au conducteur une excellente vision périphérique.
 - Les chargeuses (surtout les chargeuses articulées) sont pratiques en territoire urbain, dans les espaces étroits et les culs-de-sac, les voies de circulation anguleuses, près des arrêts d'autobus et sur les routes de largeur inégale.
- On doit bien choisir le type de chasse-neige et de lames qui seront installés sur un véhicule et utilisés dans un secteur donné pour obtenir la capacité de déblaiement recherchée.
 - Le choix d'un chasse-neige approprié et son bon réglage permettront de réduire les coûts de déblaiement des routes et les quantités de sel de voirie requises pour dégager la chaussée.
 - Une pression suffisante doit être appliquée sur la lame du chasse-neige pour bien trancher la neige compacte et la glace et dégager presque entièrement la chaussée, ce qui minimisera l'utilisation subséquente de sels de voirie.
 - Les chasse-neige utilisés à haute vitesse doivent être pourvus de patins qui les empêcheront de s'enfoncer dans les trous ou de buter contre les obstacles. À vitesse peu élevée (p. ex., sur les stationnements), les patins sont habituellement retirés pour que la plus grande quantité de neige possible puisse être enlevée.
 - Les patins des chasse-neige doivent être réglés pour supporter une masse minimale tout en demeurant le plus près possible de la chaussée, de manière à absorber le poids du chasse-neige au cas où ce dernier heurterait un objet. On remplace parfois les patins par des roulettes, ces dernières s'usant moins rapidement.
 - Le chasse-neige doit être muni d'un mécanisme de déclenchement qui réduit les dommages quand il

heurte un puisard, un couvercle de trou d'homme ou tout autre objet obstruant son passage. En outre, ce mécanisme empêchera le camion d'être violemment déporté.

- Différents angles sont utilisés pour les chasse-neige et ces angles dépendent de l'objectif des opérations. Un angle d'environ 75° de la lame par rapport à la chaussée offre le meilleur angle d'attaque dans la neige compacte ou la glace. Un angle de 55° de la lame par rapport à la chaussée est plus efficace pour enlever de grosses quantités de neige et réduit l'amoncellement de neige devant le véhicule. Une administration routière utilise un angle de 40° pour améliorer le ramassage de la neige.
- Diverses innovations et améliorations ont été effectuées à la conception aérodynamique afin d'accroître la visibilité du conducteur, notamment en retenant en partie le nuage de neige soulevé par l'arête.

Chasse-neige frontal non réversible poussant la neige vers la droite

Les chasse-neige non réversibles sont conçus pour pousser la neige vers le côté droit de la route. Les caractéristiques de ces chasse-neige sont indiquées ci-dessous.

- Ces chasse-neige sont ceux qui ont la lame de déneigement la plus efficace pour le déneigement.
- La neige n'est pas poussée aussi loin à l'extrémité du chasse-neige et une plus grande quantité de neige demeure sur l'accotement.
- La forme standard fait en sorte qu'une plus grande quantité de neige s'échappe du versoir pour former un nuage qui entoure le camion. De nouveaux modèles de ce type de chasse-neige améliorent la sécurité de la conduite en minimisant le nuage de neige soulevé au point d'impact.
- Ces chasse-neige sont généralement utilisés pour le déblaiement à haute vitesse de neige, de neige fondante ou de neige compacte.
- Ils peuvent servir à enlever de petites quantités de neige, jusqu'à 50 cm d'épaisseur, à des vitesses normales de circulation sur les routes.
- Les chasse-neige non réversibles en acier peuvent être gros et lourds. Les camions doivent donc avoir un essieu frontal de grande capacité ainsi que des roues et des pneus ultra-robustes.

- Par contre, la taille de ce véhicule peut constituer un inconvénient pour le déneigement dans des zones urbaines congestionnées et dans des subdivisions avec culs-de-sac, etc.
- Des coussinets de type piston peuvent réduire le martèlement et le tressautement de la lame sur la chaussée, donc les impacts pour le camion et son conducteur.
- Ces chasse-neige doivent être munis de pointes qui les empêchent de s'accrocher dans les joints d'expansion des ponts et les fissures transversales.
- Un programme approfondi de formation doit être élaboré à l'intention des opérateurs, de manière que ceux-ci acquièrent une connaissance détaillée des réglages à apporter à chasse-neige pour optimiser le déneigement et assurer le parfait état de fonctionnement tous les dispositifs de sécurité.
- On utilise généralement des charrues gauches ou droites pour accroître la largeur de déblaiement (voir la rubrique Charrue).

Chasse-neige frontal réversible

Les chasse-neige réversibles servent à pousser la neige à gauche ou à droite du camion. Les caractéristiques de ces chasse-neige sont indiquées ci-dessous.

- Ils sont utiles pour le déneigement des voies de gauche (surtout quand il y a une voie médiane) et des bretelles.
- En raison de leur polyvalence, ils sont largement utilisés en zone urbaine.
- Certains constructeurs offrent maintenant des chasse-neige réversibles possédant des versoirs adaptables à la forme des chasse-neige non réversibles, c'est-à-dire avec inclinaison du versoir dans l'un ou l'autre sens. Ces chasse-neige sont très appréciés des conducteurs, mais coûtent beaucoup plus cher.
- L'unique variante de chasse-neige réversible est un chasse-neige réversible à articulation centrale qui peut propulser la neige vers la droite ou vers la gauche et qui peut aussi être utilisé comme chasse-neige frontal en V.
- Ces chasse-neige peuvent être munis de pointes qui les empêchent de s'accrocher dans de petits obstacles routiers, des joints de dilatation pour pont, etc.

Chasse-neige frontal en V

- Les chasse-neige frontaux en V déblaient efficacement de plus grandes quantités de neige.
- Ces chasse-neige sont conçus pour soulever la neige par-dessus l'andain de côté et envoyer une quantité égale de neige de part et d'autre de la route.
- On ne les utilise maintenant que dans les endroits très enneigés et comme appareils de secours pour rouvrir les routes pendant les grosses tempêtes
- Une version plus petite des chasse-neige en V est souvent utilisée pour dégager les trottoirs.

Charrue

- Les charrues sont de plus petits chasse-neige latéraux pouvant être fixés à une tour ou à un mât, à l'avant du camion, ou plus à l'arrière derrière la cabine.
- Les charrues peuvent également être fixées aux niveleuses.
- Elles peuvent être fixées d'un côté ou de l'autre du chasse-neige en vue d'élargir la surface déblayée.
- Toutefois, les charrues possèdent un inconvénient : elles peuvent réduire la visibilité du conducteur.
- Les charrues augmentent l'efficacité et la capacité de déneigement. Elles sont particulièrement utiles pour le déneigement des routes à plusieurs voies et les formations en diagonale, car elles ne laissent aucun andain de neige sur la chaussée.
- Les charrues peuvent être contre-indiquées en milieu urbain où la neige rejetée sur le bord de la chaussée risque d'endommager les aménagements et structures s'y trouvant.
- Généralement, l'angle vertical de la charrue est réglable au moyen d'un câble ou d'une chaîne ou par système hydraulique, ce qui permet de déblayer les accotements ou de réduire les amoncellements de neige le long de la route.

Chasse-neige ventral

- Les chasse-neige ventraux sont idéaux pour les voies urbaines achalandées, les allées, les ruelles et certains aménagements ruraux.
- Ils sont réversibles et normalement stables.

- Ils sont efficaces pour enlever la glace ou la neige compacte. Pour maximiser l'efficacité, on peut régler la pression appliquée à l'aide du circuit pneumatique ou du circuit hydraulique et des ressorts du camion.
- Ces chasse-neige ne peuvent déblayer des accumulations de plus de 30 cm de neige.
- Les chasse-neige ventraux ne sont généralement pas utilisés avec des charrues. Le déblaiement se limite donc à leur largeur et un andain de neige se forme à la limite de la voie déblayée.
- Une charrue arrière peut être ajoutée aux camions munis d'un chasse-neige ventral. Sa largeur de déneigement est toutefois plus étroite que celle de la charrue frontale. Le véhicule ainsi équipé est moins stable qu'avec une charrue, car le déportement latéral de la charrue arrière est plus éloigné du centre de gravité du camion.
- Dans certains cas, le véhicule sera moins stable à cause de la trop forte pression exercée vers le bas sur le chasse-neige.

Chasse-neige vertical

- On a récemment lancé une lame verticale plate avec deux articulations (aux points tiers) qui pousse la neige latéralement ou la propulse encore plus loin.
- Ce chasse-neige vertical est généralement fixé à une chargeuse ou à un tracteur. Utilisé à vitesse réduite, ce chasse-neige/tracteur permet d'enlever les accumulations excessives de neige, vers l'avant ou l'arrière.
- Le chasse-neige vertical est le meilleur choix dans certains secteurs où la configuration est particulière ou dans les endroits à accès réduit.

Charrue remorquée

- Les charrues remorquées sont des charrues secondaires tirées sur une remorque derrière un chasse-neige.
- Elles sont utilisées pour dégager plusieurs voies à l'aide d'un seul véhicule sur les routes urbaines à plusieurs voies, les routes rurales à vitesse élevée, les voies de dépassement et pour véhicules lents ainsi que les accotements ruraux.
- Le conducteur peut soulever ou abaisser la lame de la charrue remorquée et déplacer la charrue

sur la voie adjacente, ce qui permet à un seul camion de dégager une largeur de plus de 7,3 mètres (24 pieds) – soit l'équivalent de 2,5 camions habituels. Cette méthode permet des économies de plus de 30 % sur l'équipement, le carburant et la main-d'œuvre.

- Lorsqu'elle n'est pas requise, le conducteur peut soulever la lame de la charrue remorquée et rediriger la charrue à l'arrière du camion.
- Les charrues remorquées peuvent aussi être adaptées pour l'épandage de produits conventionnels ou être munies de réservoirs de liquides pour l'application de liquides en même temps que la route est déneigée. .

Arête ou lame

- Les arêtes ou lames de déneigement sont disponibles en différentes formes et configurations, selon l'utilisation souhaitée.
- Les lames courantes sont faites d'acier trempé ou munies de pièces en carbure de tungstène qui en augmentent la durabilité (jusqu'à 80 fois à haute vitesse).
- On teste des lames de caoutchouc et de polymère-plastique pour déterminer dans quelle mesure elles réduisent les dommages causés aux puisards, aux joints de dilatation pour pont, aux marques sur les voies centrales, aux bandes rugueuses réfléchissantes, etc. Ces lames permettent de bien racler la neige fondante des surfaces dont la température grimpe au-dessus du point de congélation pendant le jour, après une tempête. Là où les températures sont plus basses, elles se révèlent peu utiles.
- Les lames à glace servent à trancher la neige compacte ou la glace que les lames classiques ne peuvent attaquer.
- Les lames spéciales de chasse-neige avec segments coulissants à déplacement vertical facilitent le déneigement des chaussées inégales et endommagées et réduisent ainsi l'utilisation des sels de voirie pour les dégager complètement. Les constructeurs allègent en outre que ces lames réduisent les dommages au chasse-neige et au camion quand elles heurtent un obstacle tel qu'un puisard et qu'elles nécessitent moins de puissance pour escamoter un segment dans le but d'éviter un obstacle. Ces lames sont appropriées pour le déneigement à haute vitesse et en milieu rural.

ENLÈVEMENT ET ÉLIMINATION DE LA NEIGE

Au cours de l'hiver, après plusieurs déneigements, la neige s'amoncelle aux abords des routes. Les zones offrant peu d'espace au rejet de la neige peuvent obstruer la vue des conducteurs et entraîner la formation de barrières de neige qui s'étendent sur la chaussée, restreignent l'utilisation des installations et nuisent aux opérations ultérieures de déneigement, l'accumulation de neige y étant trop importante. En outre, les accumulations aux abords des garde-fous, des parois et des approches de pont risquent de geler et d'occasionner des conditions de passage dangereuses.

On devra peut-être ramasser et transporter dans un endroit approprié la neige entassée qui contient des sels de voirie et d'autres contaminants provenant de la route. Se reporter sur cette question à la synthèse des meilleures pratiques sur le stockage et l'élimination de la neige.

Le déneigement est généralement considéré comme une opération de beau temps ou de nettoyage pouvant nécessiter une régulation de la circulation routière. La plupart des opérations de déneigement laissent souvent sur la chaussée de la neige qui doit être éliminée au moyen d'abrasifs ou d'agents chimiques expressément conçus pour la neige et la glace afin que la route ne présente aucun danger de circulation.

Diverses méthodes et différents équipements de déneigement sont disponibles. On doit les choisir selon les besoins locaux. Le texte qui suit offre un aperçu des méthodes et du matériel utilisés pour l'enlèvement et l'élimination de la neige, avec les avantages et les inconvénients qu'ils comportent.

DÉPLACEMENT DE LA NEIGE

- Les amoncellements de neige peuvent simplement être repoussés des abords de la route et de l'accotement par un chasse-neige classique.
- On utilise généralement une charrue haute ou à redan pour réduire la hauteur de l'amoncellement de neige.
- En milieu rural ou urbain, on peut utiliser une niveleuse avec ou sans charrue pour repousser la neige et faire de la place pour la prochaine neige ou pour former une barrière (une crête de neige) qui remplace la clôture à neige.

- Autrement, on peut couper l'amoncellement plus avant, vers la chaussée, un chasse-neige non réversible suivant immédiatement à haute vitesse pour propulser la neige restante vers la clôture.

Chargement, transport et déchargement

- Dans les endroits isolés, le mode de déneigement le plus économique et le plus simple consiste à utiliser une chargeuse qui remplit des camions à benne classiques de chantier. Ces véhicules transportent ensuite la neige vers un site approprié.
- La capacité de la chargeuse et des camions déterminera la cadence et le coût réel du travail.
- Du matériel auxiliaire peut s'avérer nécessaire pour accroître l'efficacité de l'opération. Par exemple, une niveleuse peut déplacer un amoncellement de neige et reformer un andain plus convenable pour la chargeuse et le camion.
- Étant donné qu'une opération ralentit inévitablement la circulation automobile dans un secteur, on doit prévoir une régulation ou une protection de cette circulation et tenter de mener l'opération de nuit.

Convoyeur mobile

- Les convoyeurs mobiles sont utilisés pour charger les andains de neige des accotements directement dans les camions de transport.
- On les installe sur l'accotement, et alignés avec les camions de telle sorte qu'ils entravent peu la circulation automobile.
- Ils sont utiles dans les secteurs à circulation dense ou à accès limité.

FONTE DE LA NEIGE

- Les fondeuses à neige font fondre la neige ramassée et mise dans une boîte chauffante. L'eau de fonte est généralement vidangée directement dans le réseau d'égouts pluvial.
- Dans certains secteurs, les fondeuses constituent parfois l'unique solution, surtout dans les zones urbaines où les emprises routières offrent peu d'espace pour le rejet de la neige. Elles sont également utilisées pour faire fondre la neige sur les terrains de stationnement où les volumes de neige réduisent le nombre d'espaces de stationnement utilisables nuisent et où l'eau de fonte cause la formation de glace.

- Les fondeuses peuvent constituer une solution économique quand les coûts de transport sont élevés (quand les sites d'élimination sont loin des zones déneigées).
- Les fondeuses peuvent être mobiles ou fixes.
- Les fondeuses mobiles se déplacent par leurs propres moyens et la neige est ramassée par un convoyeur et placée dans un réservoir de fonte. L'eau de fonte est ensuite vidangée dans le réseau d'égouts. La production des fondeuses mobiles peut être relativement lente.
- Les fondeuses fixes sont des réservoirs de fonte qui sont transportés et installés aux emplacements requis. La neige est transportée par camion jusqu'à la fondeuse. Dans certains cas, cette installation est temporaire et lorsque les opérations de fonte sont terminées, le réservoir est ramené à son emplacement d'origine. Dans d'autres cas, cette installation est permanente.
- Si l'épandage de sable occupe une place importante dans l'entretien hivernal, les fondeuses risquent d'être colmatées plus fréquemment par la neige fondante chargée de sable.
- Les fondeuses à neige peuvent engendrer des problèmes de traitement des eaux usées, de bruit et d'émissions atmosphériques (se reporter à la synthèse des meilleures pratiques sur le stockage et l'élimination de la neige.).

SOUFFLEUSES

- On peut utiliser des souffleuses pendant une tempête, mais elles travaillent moins vite que les chasse-neige et sont normalement employées après les tempêtes.
- Les souffleuses servent également à remplir les camions de neige en zones urbaines, le long des routes et sur les terrains de stationnement où les espaces de rejet de la neige sont limités.
- Elles appartiennent souvent à des entrepreneurs ou font partie du parc de véhicules d'entretien d'un réseau de routes où les chutes de neige sont très fréquentes.
- Tous les conducteurs de souffleuse doivent tenir compte de la direction du vent et de la perte de visibilité que leur travail peut occasionner pour la circulation automobile.
- Les souffleuses sont généralement fixées à des camions ou tracteurs spéciaux ou à de grosses chargeuses frontales.

- Elles sont munies de volets hydrauliques qui permettent de les orienter dans les amoncellements de neige.
- Leur cheminée, également mue par pression hydraulique, permet de diriger la neige dans les camions de transport.

Les souffleuses peuvent simplement servir à élargir les amoncellements de neige et à déplacer la neige en la soufflant vers les fossés (lorsque l'espace le permet).

Déneigement et déglacage à l'aide des sels de voirie

La prévention des accumulations de neige et de glace sur la chaussée doit être la priorité absolue. Si les efforts de prévention en début de tempête ne suffisent pas et si une adhérence se forme, l'élimination de cette adhérence doit se faire dans les plus brefs délais. Plusieurs produits chimiques peuvent être utilisés, dont les sels de voirie, pour prévenir et faire fondre cette adhérence, ce qui facilite le travail des chasse-neige et fait fondre la couche gelée qui ne peut être enlevée mécaniquement. La solution est d'épandre le bon produit en quantité appropriée, au bon endroit et au bon moment. Il existe diverses stratégies de contrôle chimique.

Le texte qui suit offre un aperçu des méthodes et du matériel utilisés pour l'épandage des sels de voirie et de sable, avec les avantages et les inconvénients qu'ils comportent.

MÉTHODES D'ANTIGIVRAGE ET DE DÉGLAÇAGE

- L'antigivrage est l'utilisation préventive de tout produit de fonte utilisé pour empêcher la neige ou la glace d'adhérer à la chaussée.
- Pour prévenir la formation de glace sur la chaussée, on peut y épandre des liquides, des granulés solides prétraités ou préhumidifiés ou des granulés secs. L'antigivrage ne se limite donc pas à l'utilisation de liquides.
- Le déglacage est une stratégie d'intervention proactive par laquelle on détruit l'adhérence existante entre la neige ou la glace et la chaussée et par laquelle un produit chimique est appliqué une fois cette adhérence formée entre la neige et la chaussée. Le produit chimique doit alors

s'infiltrer dans la neige damée à la surface de la chaussée et briser l'adhérence pour que la neige puisse être enlevée mécaniquement.

- Les efforts d'antigivrage créent des conditions plus sécuritaires, plus rapidement et avec moins de produits chimiques que les efforts de déglacage.

Déglaçants liquides

Les produits chimiques solides doivent d'abord se dissoudre dans l'eau pour créer de la saumure avant de faire fondre la neige ou la glace. Le temps requis pour que les produits solides se dissolvent retarde l'effet produit par l'application de produits chimiques.

Les déglaçants liquides sont populaires puisqu'ils sont déjà à l'état requis pour faire fondre la neige et la glace. Ainsi, ils améliorent le rendement de fonte des produits chimiques déglaçants. Ils contribuent également à maintenir plus longtemps les matériaux solides à la surface. C'est l'une des raisons pour lesquelles les déglaçants liquides sont appliqués lors de l'épandage direct de liquides (EDL) ou pour épandre du sable ou du sel solide – soit par le prétraitement des dépôts de matériau, soit par l'arrosage préventif à bord des véhicules. Des renseignements détaillés sont fournis ci-dessous sur ces techniques.

Plusieurs déglaçants liquides peuvent être utilisés. La plupart de ces liquides sont à base de chlorure et sont fabriqués. La saumure à base de chlorure de sodium est fréquemment utilisée puisqu'elle peut être fabriquée à partir de sel par l'utilisateur, et ce, à faible coût. De plus, son rendement est bien compris. Des saumures naturelles contenant un mélange de chlorures peuvent aussi être utilisées.

De nouveaux produits liquides ont aussi fait leur apparition, notamment les sous-produits organiques comme le jus de betterave et les hydrates de carbone (condensés solubles). On prétend que ces produits peuvent réduire la quantité de sel requise, réduire la température d'utilisation du mélange, réduire la corrosion visible et empêcher le processus de regel.

Certains sels de voirie liquides comme le chlorure de calcium et le chlorure de magnésium sont exothermiques (produisent de la chaleur) et peuvent donc agir en synergie avec le chlorure de sodium, qui est endothermique et qui requiert de la chaleur pour créer la saumure.

Épandage direct de liquides (EDL)

- L'épandage direct de liquides (EDL) correspond à l'application de déglaçants liquides directement à la surface de la chaussée.
- L'EDL est efficace car il provoque une fonte immédiate et ne requiert pas le temps requis par les produits chimiques solides pour se dissoudre et former une saumure. En outre, les liquides n'ont pas besoin de la chaleur du sol, du soleil ou des véhicules pour se dissoudre (réaction endothermique).
- En général, une masse équivalente de sel appliqué à l'état liquide (p. ex., dissous dans l'eau) est plus efficace que le sel granulé sec puisque le liquide reste entièrement à la surface de la chaussée.
- Le coût au gramme est peut-être plus élevé avec des épandages liquides seulement (selon le liquide utilisé), mais on doit également considérer l'aspect de la sécurité accrue qu'offre l'EDL.
- Le moment de l'EDL n'est pas aussi critique que pour les granulés. Un des principaux avantages offerts par l'utilisation d'un liquide est que le liquide peut être appliqué sur une chaussée sèche avant le début d'une tempête, sous réserve que les conditions soient se prêtent à l'utilisation de l'EDL. Le produit chimique résiduel sera alors présent lorsque l'événement (gel ou neige) se produira. Les routes, les terrains de stationnement et les trottoirs peuvent donc être traités lorsque la circulation automobile est faible ou lorsque les terrains de stationnement sont vides.
- Si l'épandage se fait avant le début de la tempête, l'eau dans la saumure de NaCl s'évaporerait et les sels de voirie se cristalliseraient dans les pores de la chaussée. Ce produit résiduel se dissoudra plus tard et produira une saumure lorsque l'humidité se présentera (sous forme de précipitations ou de rosée).
- À l'inverse, les saumures hygroscopiques (de CaCl_2 et de MgCl_2) retiennent l'humidité et humidifient la route jusqu'à ce qu'elles soient dissipées.
- Il a été démontré que lorsqu'un produit chimique passe de l'état liquide à l'état solide ou de l'état solide à l'état liquide, il peut être à l'état boueux pendant une courte période. Pour certains produits chimiques, cet état boueux peut réduire le frottement sur la chaussée et ainsi rendre la chaussée glissante à court terme. L'humidité est le facteur le plus important qui contribue à rendre la chaussée glissante. La température joue aussi un rôle important. Lorsque la température est élevée et que l'humidité est basse, la solution peut s'assécher, ce qui crée la transition liquide-solide. D'autre part, lorsque l'humidité est élevée, un résidu chimique sec peut se réhydrater, ce qui crée la transition solide-liquide. Ce problème est plus souvent associé aux produits chimiques hygroscopiques.
- Les liquides peuvent aussi lessiver les huiles des pores de la chaussée, surtout lorsque l'application est effectuée après une période sèche prolongée. La boue qui en résulte peut être glissante. Il n'est pas nécessaire d'appliquer une grande quantité de liquide pour obtenir l'effet d'antigivrage voulu. L'épandage excessif de liquide peut rendre la chaussée glissante. Cet effet temporaire peut être atténué par l'utilisation de buses qui laissent des bandes sèches et humides sur la chaussée.
- Il ne s'agit pas de préhumidifier la chaussée pour empêcher l'accumulation, mais simplement d'y répandre suffisamment d'agents chimiques qui, en demeurant à la surface de la chaussée au début de la tempête, augmenteront la sécurité routière. Dans la plupart des cas, on ne veut pas « laver » ni même préhumidifier entièrement la chaussée avec un agent chimique, ce qui diffère de l'épandage des granulés.
- Il est admis que le liquide appliqué directement reste moins longtemps sur la chaussée que le sel granulé. Toutefois, cette méthode réduit l'utilisation des chlorures à chaque tempête et permet de dégager la chaussée plus rapidement.
- L'épandage de liquide peut être déclenché par des capteurs. Le liquide est alors pulvérisé à la surface de la chaussée, par exemple sur le tablier d'un pont, grâce à la technologie des systèmes automatisés de pulvérisateurs fixes (SAPF).
- L'EDL peut être fait sur plusieurs voies à la fois, par des camions roulant à une vitesse plus élevée que pour l'épandage des sels de voirie, en tenant compte de la circulation automobile.
- Les dimensions des camions utilisés pour l'EDL peuvent varier selon le réservoir fixé au châssis du camion ou glissé sur celui-ci. On peut utiliser :

- de petits camions dont le format varie de la camionnette jusqu'au camion de deux tonnes munis d'un réservoir pliant ou d'un véhicule servant à l'arrosage des plantes ou au lavage des ponts en période hors saison;
- de plus gros camions servant au lavage ou au nettoyage des rues en période hors saison;
- de gros camions à remorque ou des camions-citernes utilisés pour le transport sur de longues distances en période hors saison.
- Les réservoirs montés sur remorque peuvent aussi être utilisés.
- Des véhicules construits spécialement pour les besoins peuvent s'avérer nécessaires pour les épandages spécialisés à haute vitesse, sur plusieurs voies et sur de grandes distances, ou alors pour des épandages à petite échelle, tels que sur des trottoirs et des plateformes de transport en commun.
- Les camions intermédiaires servant à l'EDL peuvent aussi être munis d'un chasse-neige et d'un mât à charrue et être utilisés pendant les tempêtes.
- Le réservoir, la pompe, les buses et le contrôleur déterminent la meilleure utilisation possible et la distance franchissable.
- Le liquide est appliqué sur la chaussée par des pompes ou des buses d'épandage par gravité. Les épandages les plus courants sont ceux dont les jets de la grosseur d'un crayon sont espacés de 200 à 300 mm. On évite ainsi de pulvériser un liquide qui s'envole sous la forme d'un brouillard plutôt que de rester sur la chaussée.
- Outre l'utilisation de buses, on peut également utiliser des tubes qui relient chaque buse à la surface de la chaussée. Le liquide est ainsi déposé directement à la surface et non pulvérisé dans les airs. Bien que les tubes doivent être solidement fixés et qu'ils s'usent sur la chaussée, l'épandage est plus précis.

MÉTHODES DE PRÉHUMIDIFICATION

- La préhumidification est une méthode répandue qui améliore l'efficacité et garde le sel et le sable sur la chaussée en les empêchant de gicler, de s'envoler sous l'effet du vent ou de se déplacer sur la surface. Cette technique sert à appliquer un produit liquide pour préhumidifier le sable ou le sel à mesure qu'il est appliqué sur la chaussée.
- La préhumidification augmente la capacité de fonte du produit chimique en accélérant la dissolution du sel de voirie et la formation de saumure.
- On doit bien sûr tenir compte de la granularité du sel de voirie préhumidifié, du ratio maximal liquide/solide, du phénomène de mélange, des phénomènes d'agglutination et d'agglomération, etc.
- Le réglage des buses est extrêmement important. Des essais menés par un département d'État des transports ont révélé que le sel de voirie n'est jamais recouvert par plus de 60 % du liquide de préhumidification. Les 40 % restants du liquide s'écoulent directement sur la chaussée.
- Les agents de préhumidification étant corrosifs, il est important d'utiliser des buses résistant à la corrosion et des pompes sans contact pour obtenir un rendement fiable.
- La préhumidification permet de réduire de façon significative l'utilisation des sels de voirie; elle peut cependant accroître la complexité du matériel et du régulateur d'épandage.
- La préhumidification nécessite du matériel additionnel. Des réservoirs pour le ou les liquides ou du matériel pour la préparation de saumure sont nécessaires, y compris des pompes pour remplir les épandouses.
- On doit aussi tenir compte des délais et des capacités de chargement de liquide.
- Les pompes d'application des épandouses devraient être contrôlées par des régulateurs de vitesse qui assurent le bon dosage en tout temps.
- La préhumidification nécessite de l'entretien supplémentaire. Il faut vidanger les filtres de liquide, les conduites et les buses et nettoyer le matériel à la fin d'une tempête pour empêcher le colmatage des conduites et le grippage du matériel.

Prétraitement

- Le prétraitement consiste en l'ajout d'un liquide aux stocks existants de sel solide.
- Le sel prétraité peut offrir les mêmes avantages que le sel préhumidifié sans qu'il soit nécessaire d'investir dans du nouvel équipement, ce qui facilite l'accès aux nouvelles technologies d'utilisation de liquides.

Épanduses

- La quantité totale de sels de voirie utilisés durant un hiver varie énormément selon la nature du matériel d'épandage.
- Les systèmes de régulation de l'épanduse doivent pouvoir contrôler plusieurs différents taux d'épandage avec précision.
- Le taux d'épandage doit demeurer le même, que l'épanduse soit pleine ou presque vide, peu importe les écarts du produit ou de la température.
- À l'achat de nouveau matériel, les administrations routières devraient exiger les résultats d'essai des fournisseurs leur confirmant que le matériel assurera des taux d'épandage précis, peu importe les conditions.
- Les épanduses sont utilisées dans des conditions difficiles telles que de basses températures, une humidité élevée, une mauvaise visibilité, et elles sont soumises à la corrosion.
- Les épanduses doivent être faciles à programmer et simples à utiliser.
- Idéalement, une épanduse doit pouvoir servir à d'autres tâches ou sa trémie doit pouvoir s'enlever facilement pour qu'on puisse affecter le camion à d'autres travaux durant l'été.
- Les trémies doivent être conçues pour qu'on puisse les enlever facilement du camion.
- Les épanduses doivent être munies de crépines pour éviter que des mottes gelées de produit ou tout autre contaminant risquant de bloquer la chaîne et le convoyeur soient chargés dans la trémie.
- Les épanduses doivent être munies de protège-cabine qui empêche les sels de voirie ou tout autre produit chargé dans la trémie de déborder sur le camion ou sur le sol.
- Les épanduses doivent être faites de matériaux résistant à la corrosion. Des apprêts au caoutchouc chloré et époxydes augmenteront leur durée de vie. Des carrosseries en acier inoxydable et galvanisé ou en fibres de verre sont offertes, mais elles peuvent être relativement coûteuses. L'acier à haute résistance faiblement allié à un revêtement autonome, avec une bonne préparation de surface et des apprêts spéciaux, offre une durée de vie rentable allant jusqu'à 15 ans.

Les constructeurs proposent également des carrosseries en fibres de verre. Celles-ci sont plus légères et permettent donc des charges utiles plus élevées, mais elles sont plus coûteuses que l'acier.

- Le câblage des organes de commande et de conditions l'éclairage ainsi que les composants hydrauliques doivent être protégés par des éléments étanches aux vapeurs ou scellés.
- Des roulettes de néoprène sont fréquemment utilisées pour une durabilité accrue et un meilleur épandage.

Types d'épandage

- Les méthodes d'épandage de sable et des sels de voirie peuvent varier selon les besoins.
- Habituellement, un des deux types d'épandage suivants est utilisé : i) placer un andain sur le sommet ou le côté haut de la chaussée; ii) épandre le produit à la volée de manière uniforme sur la chaussée.
- La plupart du temps, il est préférable d'épandre les sels de voirie solides ou préhumidifiés en un andain étroit et continu au centre de la chaussée. La masse ainsi concentrée des sels de voirie réduit le risque qu'ils giclent ou qu'ils soient soufflés hors de la chaussée au passage des véhicules. Les sels de voirie fondants s'écoulent le long de la pente transversale de la route et peuvent s'insérer sous la glace ou la neige compacte; le centre de la route est alors dégagé en premier, et offre aux véhicules une prise stable pour deux roues. On réduit ainsi les pertes de sel non nécessaires attribuables à l'épandage à la volée.
- L'épandage en andain se fait sans la roulette. On laisse tout simplement les sels de voirie s'écouler d'une goulotte. Dans certains cas, le sel s'écoule lentement d'une roulette au centre du sommet.
- La mise en andain au centre de la chaussée sera inefficace si le sommet ne suit pas constamment le centre de la chaussée ou si la chaussée est endommagée au point que la saumure des sels de voirie forme des flaques à certains endroits.
- L'épandage au centre de la chaussée ne convient pas si toute la surface de cette dernière est glissante. Il faut alors procéder immédiatement au déglacage. Dans de tels cas, on doit effectuer des épandages plus importants dans toutes les voies de circulation à l'aide d'une roulette.

- Certaines épanduses à éjection arrière peuvent effectuer différents types d'épandage (largeur et symétrie), ce qui permet au conducteur d'ajuster l'épandage aux conditions du réseau routier, par exemple, pour traiter une voie d'accélération-décélération, un arrêt d'autobus ou un dévers.
- L'épandage devant les roues frontales peut améliorer la traction des roues motrices de l'épanduse. L'épandage près de la cabine permet également au conducteur de mieux contrôler l'opération et de s'assurer que rien ne l'entrave.
- Un argument en faveur de l'épanduse à éjection arrière : les roues motrices ne doivent pas profiter d'un meilleur frottement que les roues directrices. Si c'est le cas, le conducteur peut avoir de la difficulté à contrôler le glissement des roues directrices provoqué par la poussée des roues motrices. Cela ne pose généralement pas de problème sur les routes dégagées, à moins d'une inclinaison importante.
- Les épanduses à éjection arrière peuvent recevoir des trémies sur glissières qui s'installent et s'enlèvent rapidement.
- L'éjection au centre arrière du véhicule est simple, mais peut restreindre l'épandage à la voie où circule l'épanduse. Certaines roulettes projettent les sels de voirie ou le sable de manière à couvrir une surface plus large que le véhicule.
- Les types d'épandage à la volée sont appropriés lorsqu'un épandage général est requis immédiatement, par exemple, sur les terrains de stationnement et les trottoirs.
- L'épandage à la volée est aussi approprié sur les routes lorsqu'une adhérence immédiate ou la fonte sur la totalité de la surface est requise, par exemple, lorsqu'il tombe de la pluie verglaçante, lorsqu'il y a de la glace noire sur la chaussée ou lorsqu'on applique du sable.
- Les épandeurs par gravité sont appropriés pour les trottoirs puisque le produit peut être confiné au trottoir et non être épandu involontairement sur les plantes adjacentes.

TYPES D'ÉPANDEUSES

Les constructeurs offrent différents types d'épanduses répondant à divers besoins. Celles-ci présentent

différentes caractéristiques dont on doit tenir compte avant de faire un choix. Il y a les épanduses avec trémie, les épanduses de hayon, les épanduses inversées et certaines variantes de ces trois types.

Épanduse à trémie

- Les épanduses à trémie ont toujours offert des performances et une durabilité optimales.
- Ces épanduses sont généralement montées sur des camions durant l'hiver, puis enlevées et remplacées par des bennes basculantes standard ou d'autres accessoires durant l'été (comme des réservoirs d'eau, des mélangeurs à béton, etc.).
- Elles ont des côtés en pente pour que la totalité du produit s'en écoule.
- Une chaîne, une courroie ou une vis sans fin transporte le produit vers l'ouverture d'éjection. Les chaînes transporteuses ont démontré au fil des ans qu'elles subissaient moins de problèmes que les courroies. Il est à noter que les chaînes et les courroies se règlent avec plus de précision que les vis sans fin.
- Les vis sans fin s'usent rapidement et ne permettent pas de contrôler avec précision le débit du produit.
- On contrôle le taux d'épandage en réglant la vitesse de la chaîne qui transporte le produit à la goulotte ou à la roulette et à l'ouverture de la trappe.
- Auparavant, l'alimentation de la pompe hydraulique était assurée par un moteur diesel ou à essence intégré. Certains moteurs sont encore en service, mais ils posent des problèmes, retardent souvent le travail et nécessitent beaucoup d'entretien. On utilise surtout maintenant des pompes hydrauliques entraînées par le moteur du camion.
- Les épanduses à trémie classiques permettent de bien contrôler l'épandage et sont fiables. Toutefois, elles sont les moins polyvalentes pour d'autres usages durant la période hors saison.
- Les nouvelles épanduses, dont celles à éjection à l'arrière, à glissières avec agitateur longitudinal et courroie transporteuse, sont de plus en plus utilisées, surtout pour l'épandage de produits préhumidifiés.

Épandeuse de hayon

- Les épanduses de hayon s'installent à l'arrière de la benne basculante des camions. Pour les remplir, on soulève la benne et on verse le sable dans la trémie. Les sels de voirie sont épandus au centre de la chaussée par une chaîne ou une vis sans fin, appliqués en andain ou dispersés sur la chaussée à l'aide d'une roulette.
- Ces épanduses sont simples et fiables. Elles sont beaucoup utilisées dans les zones où les tempêtes sont moins fréquentes. Les camions peuvent alors servir à d'autres travaux ou servir de véhicules de secours pour les épanduses à trémie.
- Leur principal défaut est qu'il faut soulever la benne; si celle-ci ne peut être soulevée assez haut, on ne pourra verser suffisamment de produit dans la trémie et l'épandage risque d'être inégal.
- L'épandage arrière empêche le conducteur de voir si le produit est déversé au bon endroit.
- La hauteur libre et le déplacement vers le haut et vers l'arrière du centre de gravité, quand la benne est soulevée, risquent de rendre le camion plus instable et suscitent certains problèmes de sécurité.

Épandeuse inversée ou à double injection

- Ces épanduses ont été conçues pour éviter les problèmes des épanduses de hayon et servir à d'autres usages toute l'année.
- Quand elles ne sont pas utilisées pour l'entretien hivernal, elles fonctionnent comme des bennes basculantes.
- On peut déplacer les axes de pivotement et utiliser le treuil pour soulever l'arrière de la benne. Les sels de voirie ou le sable sont ainsi poussés vers l'avant de la benne, au moyen de la chaîne convoyeuse, jusqu'au point d'éjection devant les roues arrière.
- Ces épanduses ont l'avantage de pouvoir être utilisées toute l'année. Elles peuvent tout aussi bien servir au transport de matériaux de construction qu'à l'entretien hivernal, et ce, sans modification.
- Ces épanduses ont toutefois l'inconvénient d'être lourdes comparativement aux camions à benne réguliers. En outre, on doit conduire avec une benne soulevée pour que les sels de voirie ou le

sable s'écoulent vers l'avant du camion. Cela réduit la stabilité du camion et le conducteur doit veiller à ce que le devant de la benne soit toujours rempli de produit pour assurer un taux d'épandage précis. Il arrive que les axes de pivotement cassent et leur remplacement coûte cher.

- Une variante de l'épanduse inversée est la benne basculante latérale. Le plancher et le côté passager de la benne sont soulevés pour que le sable ou les sels de voirie s'écoulent du côté du conducteur; un convoyeur longitudinal transporte le produit utilisé vers le devant de la benne où il est éjecté, devant les roues arrière. Cette configuration élimine le transfert de poids vers le devant du véhicule. En outre, les sels de voirie ou le sable sont épandus devant les roues arrière, ce qui permet au conducteur de contrôler facilement le taux d'épandage. Toutefois, la complexité qu'implique le réglage de la benne pour que son inclinaison couvre le convoyeur est un inconvénient. Ce genre de réglage peut cependant engendrer des problèmes d'intégrité structurale puisque le cas échéant, on ne peut compter sur le plein soutien de la benne. Le véhicule est en outre plus lourdement chargé du côté du conducteur et le freinage sur une chaussée glissante peut s'avérer délicat.

Épanduse polyvalente

- Les épanduses polyvalentes offrent la plupart des avantages des autres types d'épanduses.
- Elles sont munies d'un convoyeur longitudinal qui achemine les sels de voirie ou le sable à l'avant d'une grosse benne de chantier moderne.
- On utilise depuis peu une benne en U pour qu'aucun produit ne reste collé aux parois et pour faciliter la vidange des sels de voirie ou du sable au terme du quart de travail.
- Un convoyeur latéral, sur le devant, transporte les sels de voirie ou le sable à gauche ou à droite de la benne; le produit utilisé est déversé devant les roues arrière.
- Le produit (sable ou sels de voirie) est épandu en andain concentré par une goulotte ou éjecté par des roulettes sur toute la largeur de la chaussée.
- L'épanduse assure des taux d'épandage précis et possède l'avantage de répandre les produits devant les roues arrière.

- Les convoyeurs transversaux peuvent facilement être retirés du camion pendant l'été pour retirer toute charge non utile.
- Ces épanduses sont légères et peuvent être utilisées toute l'année.
- Par ailleurs, la benne peut aussi servir au transport de matériaux de construction. Il suffit d'installer une plaque ou un treillis disposé en travers du convoyeur de plancher.
- Elles peuvent transporter d'importantes charges. Il faut donc s'assurer que certaines pièces du camion telles que les essieux, les ressorts et les roues sont suffisamment robustes, surtout lorsqu'il s'agit d'épanduses combinées munies de chasse-neige.

Épanduse à écoulement arrière (p. ex., à vitesse nulle)

- Avec les épanduses ordinaires, un pourcentage élevé des sels de voirie secs épandus rebondit hors de la chaussée. Ceci est causé, d'une part, par l'impact des granules sur la chaussée et, d'autre part, par la vitesse de l'épanduse. Ce problème peut être atténué par la préhumidification ou le prétraitement des matériaux.
- La plupart des organisations réduisent, en théorie, la vitesse d'épandage pour prévenir le gaspillage des sels de voirie causé par l'effet de dispersion à vitesse élevée. Dans la réalité toutefois, des vitesses de 40 km/h et plus sont pratiquées couramment. Si on pouvait épandre les sels de voirie à des vitesses plus élevées, les unités combinées seraient beaucoup plus productives car elles pourraient épandre à des vitesses de déneigement. Le travail serait moins dangereux, car les camions rouleraient à la même vitesse que la circulation automobile.
- Le matériel d'écoulement arrière offre la possibilité de réduire l'utilisation des sels de voirie en augmentant, à l'endroit voulu, leur pourcentage d'adhérence à la chaussée.
- Les sels de voirie s'écoulent à l'arrière, à la vitesse exacte de l'épanduse. Les deux vitesses s'annulant, le dépôt des sels de voirie sur la chaussée se fait comme si le véhicule était immobile.
- Jusqu'à présent, ce type d'équipement offert sur le marché a toujours posé certains problèmes

d'exploitation, notamment l'agglomération des sels de voirie, un écoulement inégal et des difficultés mécaniques (ventilateur) dans certaines conditions. Il n'est donc pas utilisé à grande échelle.

- Un constructeur offre une roulette blindée montée au centre de la carrosserie, tout juste derrière les roues arrière, où les sels de voirie sont projetés.
- Un autre constructeur utilise un ventilateur haute vitesse pour éjection à l'arrière. Cela crée un important nuage de sels de voirie qui peut être difficile à contrôler, surtout en présence de vents latéraux.
- En outre, de telles épanduses risquent de ne pas convenir pour les sels de voirie préhumidifiés ou les sables plus fins.
- Bien qu'utiles pour l'épandage des sels de voirie, ces machines ne permettent pas un bon épandage du sable.

Épanduse à éjection arrière

- En se basant sur la prémisse qu'aucune particule de sels de voirie secs ne devrait être épandue sur la chaussée et que les sels de voirie fins sont le meilleur choix pour une dissolution et une fonte rapide, certaines épanduses conviennent mieux à l'utilisation de liquides et sels de voirie fins et préhumidifiés.
- Les granules des sels de voirie doivent être fins afin de retenir l'humidité de la saumure. Par contre, les sels de voirie fins ne se transportent pas aussi bien sur certains types de convoyeurs.
- Une plus grande utilisation de liquide peut nuire au fonctionnement de l'équipement lorsque les points d'éjection sont ailleurs qu'à l'arrière.
- Ces épanduses permettent un ratio élevé des taux d'épandage des sels de voirie (jusqu'à 255 litres par tonne de sels de voirie, ou un ratio proportionnel liquide/solide de 30:70). Elles nécessitent une grande contenance de liquide et un système de pompage adéquat qui risque de ne pouvoir être installé sur les véhicules classiques convertis.
- Les trémies en V à éjection arrière sont fixées au châssis du camion ou sont à glissières. Elles s'entreposent sur des trépieds et sont recouvertes

d'une bache dans les centres d'entretien lorsqu'elles ne sont pas utilisées.

- Sur un modèle, un agitateur longitudinal dose les sels de voirie de la trémie tout en cassant les gros morceaux. Les sels de voirie se déplacent sur une courroie qui les transporte vers son point d'écoulement, à l'arrière.
- L'étalonnage à la masse peut se faire avec précision sur la courroie arrière.
- Le liquide préhumidifié peut s'écouler directement sur la roulette, qui est réglée pour l'éjecter sur une superficie prédéterminée de la chaussée.
- Certaines unités sont aussi conçues pour effectuer un EDL à l'aide d'une roulette ou d'une rampe d'épandage.
- Certaines épanduses sont mieux construites, mais elles coûtent aussi plus cher que les épanduses classiques.
- Dans certains secteurs où on ne peut se procurer que des sels plus grossiers, il importe de réduire la dose liquide, car la saturation se fait plus rapidement.
- Dans l'ensemble, la conception des épanduses évolue et il est rentable de poursuivre les efforts en ce sens.

Régulateur électronique d'épandage

- Toutes les épanduses doivent être pourvues d'un régulateur électronique précis qui contrôle adéquatement le taux d'épandage.
- De nombreuses administrations routières et la plupart des entrepreneurs privés qui déblaient les terrains de stationnement utilisent encore des systèmes hydrauliques pour la régulation d'un taux d'épandage uniforme. Le taux d'épandage devient toutefois excessif dès que la vitesse du camion est réduite en deçà de la vitesse prévue. Une trop grande quantité de sels de voirie est alors déversée sur la route.
- Les premiers modèles de régulateurs électroniques n'étaient pas fiables et nécessitaient beaucoup d'entretien. Les modèles plus récents sont certes améliorés, mais il y a certes encore place à l'amélioration.
- Les épanduses modernes sont munies de régulateurs d'épandage selon la vitesse-sol pour assurer des taux d'épandage uniformes et précis.

La vitesse est celle du tachymètre du camion et le débit de l'épanduse est réglé et maintenu au taux calculé par kilomètre. On peut se procurer des systèmes en circuit ouvert ou fermé pour réguler le débit et obtenir une précision accrue du taux d'épandage (les systèmes en circuit ouvert indiquent même le taux réel d'épandage).

- Les régulateurs électroniques augmentent automatiquement le débit quand une deuxième roulette est activée (s'il y a lieu) dans les montées et les courbes.
- Certains régulateurs électroniques peuvent être étalonnés électroniquement à l'aide de boîtes de contrôle à rayons infrarouges.
- Ainsi, on peut enregistrer la quantité et le type de produit épandu, la position de la goulotte, la durée du parcours, des données sur la fonte, la vitesse moyenne, la largeur et la symétrie de l'épandage, etc.
- Les constructeurs offrent maintenant des appareils qui enregistrent des données sur la quantité des sels de voirie utilisée, à quel moment ils ont été utilisés et leur taux d'épandage. Ces données pourront, par la suite, être imprimées, analysées et évaluées par l'organisation.
- Les régulateurs modernes comportent un système mondial de localisation (GPS) pour la localisation automatique des véhicules (AVL) et l'identification des endroits où sont utilisés les produits. Ces appareils produisent un historique ou des données à diffusion directe.

ÉTALONNAGE

- Peu importe l'épanduse, le prestataire de services doit être sûr que les réglages des taux d'épandage sont précis. Il convient d'adopter une politique d'étalonnage pour garantir la justesse des réglages. Si l'épandage se fait selon le poids, l'étalonnage se fera de préférence selon le poids également. Toutes les épanduses devraient être étalonnées avant le début de la saison et les mesures devraient être enregistrées. Des vérifications d'étalonnage ou des réétalonnages doivent se faire à plusieurs reprises au cours de la saison, y compris :
 - après des réparations;
 - quand les calculs d'épandage révèlent un écart entre la théorie et la réalité;

- à l'occasion des vérifications ponctuelles des véhicules, tout au long de la saison.

Matériel de soutien à l'exploitation

Divers outils de soutien peuvent servir aux fins du programme d'entretien hivernal. Par exemple, il peut s'agir d'un dispositif qui aide à gérer l'exploitation du programme de l'administration routière en fournissant des données utiles. Il peut aussi s'agir d'outils de soutien à la prestation des services. De plus amples renseignements sont fournis sur le matériel de soutien dans les sections ci-dessous.

Surveillance de l'utilisation du matériel

On dit souvent qu'**on ne peut gérer ce qu'on ne peut mesurer!** Les examens effectués au cours des cinq dernières années sur les pratiques de gestion des sels de voirie démontrent que la plupart des organisations disposent d'un grand nombre d'outils ou de tous les outils requis pour gérer adéquatement leur utilisation de sels de voirie, mais qu'elles ne font pas toujours une utilisation optimale de ces produits.

Souvent, les pratiques de gestion des sels de voirie ne comprennent pas de suivi actif de l'utilisation de ces produits par rapport aux objectifs établis et ne donnent pas lieu à un effort concerté visant à modifier les pratiques excessives.

Les sections suivantes traitent du matériel qu'elles peuvent utiliser pour mettre en place un processus de surveillance.

POINTS DE RÉFÉRENCE

Il est important de connaître la quantité de matériaux qui doit être appliquée dans un secteur donné en fonction du type de précipitations et de la température de la chaussée.

- Les organisations de déneigement utilisent divers taux d'épandage (faible, moyen, élevé) selon le matériau épandu et en fonction des conditions météorologiques et de l'état de la chaussée.
- Les dimensions des secteurs desservis (p. ex., les routes, les terrains de stationnement, les plateformes, etc.) devraient être déterminées.
- Pour desservir un secteur donné, on peut déterminer la quantité requise de matériaux pour

chaque taux d'épandage en multipliant le secteur par le taux d'épandage.

- Ces points de référence peuvent être établis une fois seulement et revus lorsque des changements sont apportés aux taux ou au secteur desservi.
- Certaines administrations routières impriment la quantité de sels de voirie requise pour desservir un secteur (route ou terrain) sur les cartes de secteurs ou d'itinéraires fournies aux conducteurs.
- Ce sont ces points de référence et leur système de surveillance et de signalement qui permettent aux organisations d'épandre la quantité adéquate de sels de voirie et d'atteindre leurs objectifs.

MATÉRIEL DE PESAGE ÉLECTRONIQUE MONTÉ SUR LES CHARGEUSES

- L'installation de matériel supplémentaire sur une épandeuse peut occasionner une surcharge ou susciter la tentation d'appliquer trop de sels de voirie. Dans le passé, les conducteurs avaient tendance à charger un excédent de sels de voirie. La raison est simple : il n'existait aucun dispositif précis de mesure du chargement et les opérateurs voulaient avoir suffisamment de sels de voirie pour effectuer tout leur parcours.
- Les camions surchargés contribuaient en outre à la contamination près des entrepôts et les sels de voirie tombaient hors du camion dans les courbes et à la sortie des centres de voirie.
- Grâce aux balances électroniques, les conducteurs peuvent maintenant charger une quantité plus précise de sels de voirie.
- Ces appareils de pesage sont relativement bon marché, durables et précis. Il s'agit d'un transducteur fixé à la cellule de pesage sur le bras du godet de la chargeuse.
- Ces appareils peuvent mesurer une charge prédéterminée pour un parcours précis (longueur du parcours X taux d'épandage + une certaine quantité de réserve pour les tabliers de pont, les intersections, etc.), c'est-à-dire la quantité établie en fonction des conditions existantes.
- Certains modèles enregistrent les données pendant le déplacement de la chargeuse pour ne pas nuire à son travail.

- Ces appareils enregistrent les quantités chargées et peuvent télécharger ou imprimer un billet aux fins de suivi.
- Même si on peut se passer de ce type d'appareils, ils permettent néanmoins au conducteur de mesurer et de contrôler avec précision la quantité chargée dans l'épandeuse.

Bascule de camion

- Le pesage des camions à leur entrée et à leur sortie du centre d'entretien est une façon de confirmer la quantité de matériaux chargée et la quantité épandue sur le secteur desservi.
- Cette fonction peut être automatisée au moyen d'une bascule de pesage mobile qui suit le mouvement de matériel et qui peut servir à comparer les données du régulateur de l'épandeuse à celles d'autres documents.

Compteur de liquide

- Des volucompteurs devraient être utilisés à la station de chargement de la saumure pour mesurer la quantité de saumure chargée dans chaque camion, et ce, afin d'assurer le suivi des heures de chargement et des quantités chargées.
- On devrait tenir des registres sur les quantités de liquide chargées dans les unités de préhumidification et d'EDL, ainsi que sur les quantités de liquide utilisées pour chaque ronde. Il serait ainsi plus facile de confirmer les quantités totales utilisées et les taux d'épandage adéquats aux fins de gestion et de respect des lois.
- Il est également important d'établir des méthodes de vérification afin de confirmer que les liquides ont la concentration optimale. Certaines unités de production de liquide mesurent les concentrations de façon continue pendant le processus de production et ne livrent la saumure produite aux installations de stockage que lorsque la concentration voulue est obtenue. On devrait mesurer les concentrations de saumure à l'aide d'autres méthodes pour vérifier si le processus de production livre le produit voulu.

Localisation automatique des véhicules (LAV)

- Grâce à la LAV, on peut suivre les déplacements du matériel et les services fournis à l'aide d'émetteurs-récepteurs GPS et d'un logiciel approprié.

- Ce processus est habituellement mis en place à l'aide d'un tiers fournisseur qui reçoit et assemble les données sur la position d'un véhicule fournies par le GPS et les données opérationnelles fournies par le contrôleur du véhicule à l'aide d'un téléphone cellulaire. Ensuite le fournisseur fournit ces données au client par Internet.
- De nombreuses organisations ont de la difficulté à obtenir des données et des rapports de gestion de qualité de leur tiers fournisseur. Habituellement, les problèmes connus sont associés à la défaillance de l'équipement, au sabotage effectué par les conducteurs, aux secteurs non couverts par la téléphonie cellulaire et aux décalages des logiciels.
- Ces données électroniques peuvent être activement suivies en temps réel ou être enregistrées aux fins d'analyse ultérieure. Elles sont également archivées aux fins de consultation ultérieure advenant un incident ou aux fins d'examen et de gestion. Le stockage des données à bord des véhicules facilite la gestion des coûts de transmission, le traitement des problèmes de communication et le maintien de l'intégrité des données.
- Le fournisseur de LAV doit pouvoir recueillir et interpréter adéquatement les données provenant des contrôleurs pour pouvoir ensuite transmettre ces données au client. Puisque les contrôleurs n'utilisent pas tous le même protocole d'échange des données, la LAV doit fournir une interface qui traduit les données produites par chaque contrôleur en langage courant. Des problèmes surviennent lorsque le logiciel de traduction et le contrôleur ne concordent pas. Ces problèmes peuvent survenir lorsqu'on change le contrôleur et que le logiciel de traduction ne concorde pas avec le nouveau contrôleur. Les données deviennent alors inutiles. Les clients qui achètent de tels services doivent donc insister pour que le fournisseur de LAV utilise un système de contrôle de la qualité pouvant détecter et signaler les problèmes liés aux données, sinon des données erronées peuvent être recueillies.
- Ces données électroniques peuvent être activement suivies en temps réel ou être enregistrées aux fins d'analyse ultérieure. Elles sont également archivées aux fins de consultation ultérieure advenant un incident ou aux fins d'examen et de gestion. Les dossiers électroniques.

- Ces outils peuvent assurer un soutien à l'exploitation en améliorant grandement la surveillance de l'utilisation des sels de voirie, en démontrant la nécessité d'une utilisation prudente et en permettant d'effectuer une comparaison avec le niveau de service visé. Ils permettent également aux organisations de prouver que certains services en particulier ont été fournis, ce qui peut être utile lorsqu'elles doivent se défendre lors de poursuites judiciaires.
- La LAV peut être utilisée à l'appui d'un certain nombre de besoins de gestion, notamment comme suit :
 - optimisation des trajets afin de rationaliser le nombre de camions requis, donc des sels de voirie qu'on prévoit utiliser sur les routes desservies;
 - cartographie thermographique grâce à laquelle on peut établir la température de la chaussée d'un emplacement à partir de capteurs installés à bord des véhicules;
 - modification de l'épandage automatique en fonction de l'emplacement;
 - établissement des quantités de sels de voirie chargées pour les segments desservis ou dans les secteurs vulnérables aux sels de voirie.

CHARGEMENT ET MANIPULATION DES PRODUITS

Manipulation des sels de voirie en vrac avec les chargeuses

- On a décelé une contamination excessive de l'environnement à proximité des sites d'entreposage des sels de voirie. Une bonne part de cette contamination résulte de mauvaises pratiques de manipulation des sels de voirie.
- Les remorques de sels de voirie peuvent maintenant être déchargées directement sur des convoyeurs qui transportent les sels dans l'entrepôt.
- Les chargeuses servant à remplir les épanduses sont souvent munies de bennes plus larges que les trémies, ce qui occasionne des déversements.
- Même si leur cadence de travail est plus lente, de plus petites bennes sont disponibles pour la plupart des chargeuses. On peut aussi utiliser des bennes à déchargement latéral qui assurent un chargement précis et rapide.

Convoyeurs de produits en vrac

- Diverses installations de produits en vrac sont utilisées (voir les explications plus détaillées figurant dans les Synthèses des meilleures pratiques intitulées *Conception et exploitation des centres d'entretien des routes*).
 - Des chargeuses préalablement chargées à benne basculante calculent les quantités de sels de voirie déposées dans les épanduses.
 - Des silos aériens, préalablement remplis, calculent les quantités de sels de voirie déposées dans les épanduses.
 - De l'équipement pneumatique peut être utilisé pour manipuler les sels de voirie fins qui seront appliqués directement sur la chaussée ou qui seront mélangés à du sable.
- Peu importe l'équipement utilisé pour déplacer les sels de voirie, on doit pouvoir en faire le suivi pour un éventuel réajustement des quantités.

Mélangeur sels de voirie et sable

- Les sels de voirie sont habituellement mélangés dans le sable entassé pour l'entretien hivernal. La raison principale en est qu'ils empêchent ce dernier de se répandre et aussi de geler.
- On mélange rarement de grandes quantités de sels de voirie et de sable, sauf quand on prévoit d'importantes variations de température.
- Idéalement, le mélange entassé pour l'hiver de sels de voirie/sable est entreposé à l'abri, dans un endroit sec.
- Le sable relativement sec conservé à l'intérieur ne nécessite qu'entre 1 et 2 % de sels de voirie; un taux plus élevé d'humidité peut nécessiter plus de sels de voirie (jusqu'à 5 %). L'objectif premier est de faire en sorte que le sable demeure fluide et non de favoriser la fonte.
- Traditionnellement, le mélange se faisait sur le plancher de l'entrepôt. On versait plusieurs seaux de sable qu'on aplanissait de façon égale. On étalait ensuite sur ce sable un seau de sels de voirie, en une mince couche. Le mélange terminé, on l'entreposait dans le dôme de l'entrepôt, puis on recommençait toute la séquence des opérations.

- Non seulement cette façon de faire était-elle inefficace, mais elle était également imprécise et les résultats sur la chaussée étaient inégaux.
- L'équipement de préparation de grandes quantités uniformes de mélange comporte aujourd'hui un agitateur à deux vis sans fin ou un système de convoyage double. Dans les deux cas, deux conduites d'alimentation acheminent les produits dosés avec précision et un convoyeur transporte le mélange final dans l'entrepôt.

MATÉRIEL D'ALIMENTATION EN SAUMURE

Les deux sections suivantes traitent de la production et de l'épandage de la saumure. Les Synthèses des meilleures pratiques intitulées *Conception et exploitation des centres d'entretien des routes* traitent plus à fond de l'alimentation en saumure et du stockage de liquide.

Matériel de production de saumure

- Plusieurs fabricants vendent du matériel de production de saumure pour la préhumidification et l'épandage direct de liquide.
- Des centrales de dosage et des centrales à débit continu sont disponibles sur le marché.
- L'eau est ajoutée au chlorure de sodium dans les centrales de dosage pour l'obtention d'une saumure saturée.
- Dans les centrales à débit continu, l'eau est normalement injectée sous pression dans les sels de voirie. La densité de la solution est contrôlée automatiquement.
- Des trémies aériennes versent lentement les sels de voirie dans l'eau, où ils se dissolvent plus rapidement.
- Dans tous les cas, on vérifie la concentration à l'aide d'un hygromètre ou d'un réfractomètre. L'hygromètre mesure la densité de la solution. Le taux de saturation est comparé à des tableaux de densité pour des températures précises de solution. Les réfractomètres sont étalonnés à une température précise et peuvent fournir différentes lectures à des températures différentes. Les réfractomètres peuvent être plus fiables.
- Le débit d'alimentation en eau est un facteur critique. Les établissements de production

peuvent nécessiter des citernes d'eau si leur puits n'a pas un débit suffisant.

- La plupart des spécifications autorisent la présence de contaminants dans les sels de voirie – jusqu'à 100 kg de poussière dans des sels de voirie purs à 96 % dans une benne (2m³) ou par 10 000 litres de saumure. On doit tenir compte des périodes de nettoyage dans les cadences de production.
- La saumure préparée peut être composée directement dans les réservoirs installés sur les épanduses ou transférée dans des réservoirs de stockage, au centre d'entretien.
- La saumure demeure sous forme de solution aussi longtemps qu'elle n'est pas soumise à l'évaporation ou à une chute de température sous son point eutectique.
- Les additifs tels que les inhibiteurs peuvent compliquer l'entreposage à long terme. On devra peut-être prévoir des traitements d'agitation et de recirculation.

Matériel d'épandage de saumure

- Contrairement à la production de saumure, aucun matériel spécial n'est requis pour l'épandage des liquides.
- Lorsque des liquides sont achetés, les données des tests en laboratoire devraient être fournies pour que l'on puisse vérifier si les concentrations sont adéquates pour les températures auxquelles le liquide sera stocké et utilisé.
- La saumure livrée devrait être vérifiée pour déterminer si elle répond aux spécifications requises avant d'être utilisée ou mélangée à d'autres stocks de saumure.
- Des contenants d'échantillonnage et un réfractomètre ou hygromètre adéquatement étalonné doivent être disponibles pour l'échantillonnage des liquides et la vérification des concentrations.

ZONES VULNÉRABLES AUX SELS DE VOIRIE

Un équipement approprié et une utilisation adéquate sont les meilleures façons de veiller à ce que les bonnes quantités de sels de voirie soient épandues au bon endroit et au bon moment. Les organisations devraient tenter d'améliorer leur parc de véhicules le plus

rapidement possible, tout en tenant compte des réalités financières.

Lorsque du nouveau matériel est mis en service, ce matériel devrait être affecté aux routes situées à proximité des zones les plus sensibles aux sels de voirie. Dans un même ordre d'idées, il faudrait réserver le matériel le moins efficace aux zones les moins sensibles.

Les technologies telles que l'utilisation de liquides devraient être mises en œuvre afin de réduire les quantités de sels de voirie utilisées et améliorer la sécurité.

SURVEILLANCE ET TENUE DE REGISTRES

Les systèmes de tenue de registres et de données des bascules de chargeuse, des régulateurs électroniques et des systèmes GPS/LAV peuvent aider les administrations routières à faire un meilleur suivi de l'utilisation des sels de voirie. Les progrès dans la mise en œuvre de meilleures pratiques de gestion des sels peuvent se mesurer par les améliorations apportées au parc de véhicules, ainsi que le type et la quantité de produits utilisés. La surveillance et la tenue de registres devraient couvrir :

- le type et la quantité de produits d'entretien hivernal utilisés par secteur;
- le pourcentage de véhicules équipés de régulateurs électroniques d'épandage;
- le pourcentage de véhicules équipés de matériel de préhumidification;
- le pourcentage de véhicules équipés de matériel d'épandage direct de liquide;
- le pourcentage de véhicules faisant l'objet de réglages annuels;
- le pourcentage de l'effectif formé à l'utilisation du matériel.

FORMATION

Traditionnellement, la formation à l'utilisation du matériel portait avant tout sur l'entretien et l'exploitation sécuritaire des véhicules. On enchaînait avec une formation spécifique sur les différences entre les véhicules d'entretien hivernal qui traitait, entre autres, des diverses fonctions des régulateurs d'épandage, des réglages, etc.

Ces aspects de la formation du personnel demeurent certes indispensables à l'utilisation sécuritaire et efficace du matériel. Une formation plus poussée à l'égard de l'équipement et du matériel d'entretien hivernal devrait en outre mettre l'accent sur les différents réglages et les nouvelles méthodologies accessibles et relier ces apprentissages à l'importance du rôle de l'opérateur en tant que « déneigeur » et « décideur ». La formation sur le matériel s'intègre à d'autres thèmes de l'entretien hivernal, tels que la science des sels de voirie et la tenue de registres.

Dans le passé, un conducteur de chasse-neige n'avait qu'à déblayer la neige tout comme le conducteur d'épanduse n'avait qu'à épandre. Après tout, ils faisaient leur travail. De nos jours, avec notre compréhension des meilleures pratiques de déneigement et de déglacage, et grâce au matériel perfectionné disponible, les conducteurs doivent comprendre que leur prise de décisions signifie de choisir le taux d'épandage et, fait tout aussi important, de choisir de ne rien épandre s'il n'y a pas lieu de le faire. Il est également important de décider de déblayer la neige et la gadoue accumulées que de ne pas dégager la neige fondante chargée de sels de voirie avant que ces derniers aient fait leur effet.

Pour s'acquitter de leurs tâches en toute confiance avec le matériel approprié, les conducteurs doivent recevoir une formation concernant divers aspects, dont les suivants :

- familiarisation avec les parcours et emplacements (préférentiellement durant le jour);
- formation d'avant-saison à la conduite;
- réglage d'épanduse (spécialement pour les responsables de l'étalonnage);
- procédures de vérification sommaire;
- fonctionnement du régulateur d'épandage;
- fonctionnement du matériel à saumure;
- procédures de nettoyage du matériel;
- réparations mineures du matériel;
- bonnes pratiques de gestion interne;
- tenue de registres;
- utilisation efficace de la chargeuse (spécialement pour les opérateurs de chargeuse);

- utilisation et interprétation des données du capteur de chaussée et des prévisions;
- utilisation du thermomètre à infrarouges;
- politiques de l'administration routière.

Le programme de formation devrait comporter les objectifs suivants à l'égard de l'équipement :

- comprendre l'importance du principe suivant : épandre la bonne quantité du bon produit au bon moment et le laisser agir assez longtemps pour obtenir le résultat souhaité;
- comprendre comment régler le régulateur électronique et la goulotte de chaque épandeuse pour obtenir les taux d'épandage voulu;
- comprendre comment régler chaque épandeuse pour épandre la bonne quantité de produits. L'équipement devrait être étalonné en fonction de plusieurs taux d'épandage : faible, moyen, élevé;
- comprendre à quel moment il faut effectuer un nouveau réglage de l'épandeuse;
- comprendre l'importance du déblaiement en temps opportun;
- comprendre comment déblayer efficacement chaque parcours, route, terrain, trottoir, etc.;
- comprendre le rôle et l'utilisation efficace des structures et aires de contrôle des amoncellements de neige (pare-neige structuraux, amoncellements protecteurs, terres chaumées, clôture végétale);
- comprendre comment charger des agents chimiques dans les épandeuses et les camions de déglacage;
- comprendre les mesures de sécurité requises en matière d'environnement et de santé; comprendre aussi les mesures de sécurité à prendre quand il faut manipuler des produits chimiques liquides;
- comprendre comment doser la saumure;
- comprendre les composants et les objectifs des installations du système de prévisions météorologiques pour l'entretien routier;
- comprendre comment installer un thermomètre à infrarouges sur un camion pour obtenir des lectures exactes;
- comprendre que le thermomètre à infrarouges sert à suivre les tendances de la température et non à prendre des températures précises;
- comprendre les précautions liées à la manipulation et à l'utilisation d'un thermomètre à infrarouges;
- comprendre l'importance de la tenue adéquate des registres et de l'établissement des documents nécessaires à l'entretien du matériel et à l'utilisation des sels de voirie.

CONCLUSION

Le matériel moderne de déneigement et de déglacage utilisé, dont les chasse-neige et les épandeuses, s'est nettement amélioré ces dernières années. Grâce à de nouvelles technologies, au perfectionnement de l'antigivrage et à une utilisation accrue des agents liquides, l'entretien hivernal des routes est aussi efficace sinon meilleur qu'avant, et ce, moyennant une quantité substantiellement moindre de sels de voirie.

Le matériel moderne d'entretien hivernal permet de mieux gérer l'épandage de produits selon de nouveaux taux réduits, qui sont l'aboutissement de recherches et d'essais poussés. Le matériel est beaucoup plus perfectionné et facile à utiliser, mais les avantages qu'on peut en tirer ne seront possibles que par une formation adéquate du personnel et un contrôle efficace du matériel.

Les activités de déneigement peuvent être couplées aux systèmes d'information à capteurs, y compris aux renseignements en temps réel, aux différentes prévisions, aux mesures de frottement de la chaussée, à la température à la surface de la chaussée et aux données du système mondial de localisation. Avec les progrès technologiques, on doit prévoir une plus large part de planification, d'organisation et d'évaluation pour optimiser l'utilisation du matériel disponible.

Il conviendra d'adopter une stratégie de transition en faveur des nouvelles technologies. Cette transition ne s'effectuera pas du jour au lendemain, mais elle peut se faire stratégiquement. Par exemple, les épandeuses utilisées sur les routes qui nécessitent le plus de sels de voirie, ou sur les routes à proximité des zones les plus sensibles aux sels de voirie pourraient être les équipements remplacés en premier. De même, le

matériel de déblaiement le plus polyvalent pourrait être entreposé dans les secteurs où il pourrait contribuer à réduire les chargements de sels de voirie. Pour faciliter l'apprentissage des nouvelles technologies, le nouvel équipement pourrait être confié à des opérateurs reconnus comme des chefs de file au sein de l'administration routière. Ces derniers seraient affectés à des parcours de démonstration dans ou à des secteurs

où la circulation est moindre, le temps qu'ils maîtrisent suffisamment les nouvelles pratiques.

Il est important que les organisations examinent régulièrement leurs besoins en nouveau matériel et leur stratégie de gestion de l'équipement et qu'elles soient bien au fait de l'évolution des tendances dans ce domaine.

REMERCIEMENTS

Les présentes *Synthèses des meilleures pratiques de gestion des sels de voirie* ont été produites grâce aux fonds fournis par plusieurs organismes. L'ATC tient à remercier les partenaires de financement ci-dessous d'avoir contribué à ce projet.

- Transports Alberta
- Ministère des Transports de la Colombie-Britannique
- Ville de Burlington
- Ville d'Edmonton
- Ville de Moncton
- Ville d'Ottawa
- Ville de Toronto
- Ville de Winnipeg
- Infrastructures et Transports Manitoba
- Ministère des Transports du Québec
- Ministère des Transports de l'Ontario
- Transports Terre-Neuve
- Transports et Renouvellement de l'infrastructure Nouvelle-Écosse
- Ministère des Transports et de l'Infrastructure du Nouveau-Brunswick
- Municipalité régionale de Halifax
- Municipalité régionale de Waterloo
- Salt Institute
- Voirie Saskatchewan
- Transports Canada

L'expert-conseil principal de la mise à jour était Ecoplans, un membre du Groupe MMM Limité, et Bob Hodgins (anciennement avec Ecoplans et maintenant expert-conseil indépendant).

Le présent document a été produit dans le cadre d'un projet dirigé au nom du Conseil des ingénieurs en chef, sous la supervision d'un comité directeur de projet. L'ATC remercie tous les membres du comité qui ont consacré temps et efforts à la réalisation de ce projet.

Association des transports du Canada

2323, boul. St-Laurent, Ottawa, Canada K1G 4J8

Tél. : (613) 736-1350 ~ Téléc. : (613) 736-1395

www.tac-atc.ca