

5.0 – GESTION DES CHAUSSÉES ET DES SELS DE VOIRIE

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. Réussite en matière de la 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

La présente synthèse des bonnes pratiques de gestion des sels de voirie poursuit deux grands objectifs. Le premier consiste à renseigner les concepteurs de chaussées sur les méthodes qui contribuent à réduire les effets des sels de voirie sur l'environnement et les chaussées elles-mêmes. Le second objectif est d'informer les responsables de l'entretien des routes des points liés aux chaussées dont ils doivent tenir compte dans la gestion des sels de voirie. Pour en savoir davantage sur les éléments abordés dans le présent document, les concepteurs sont invités à consulter le *Guide de gestion des sels de voirie - 2013*.

LIENS AVEC LA GESTION DES SELS DE VOIRIE

La conception des chaussées doit prendre en considération certains facteurs relatifs à la résistance de ces dernières aux produits chimiques utilisés pour le

déneigement et le déglçage des routes. Ces facteurs peuvent influencer sur les méthodes d'entretien hivernal, la capacité déglçante du sel et, par conséquent, les quantités de produits chimiques à utiliser.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION	1
LIENS AVEC LA GESTION DES SELS DE VOIRIE	1
PRATIQUES DE GESTION DES SELS DE VOIRIE	3
ZONES VULNÉRABLES AUX SELS DE VOIRIE	5
SURVEILLANCE ET TENUE DE DOSSIERS	5
FORMATION	5
CONCLUSION	6

Les concepteurs de chaussées devraient s'efforcer de mettre au point des revêtements qui exigeront le moins possible de sels de déglacage, notamment en apportant toute l'attention voulue aux facteurs suivants :

- le type de revêtement de chaussée;
- les propriétés thermiques du revêtement de chaussée et les caractéristiques des matériaux;
- l'environnement et le climat.

Les revêtements surfaciels des chaussées sont généralement faits de béton ou de bitume alors que les structures de chaussées sont faites soit de béton ou de bitume, ou d'un mélange des deux. Les responsables de l'entretien des routes rapportent peu de différences entre ces types de revêtements, même si le comportement de la neige et de la glace peut différer selon le revêtement surfaciel et du fait même exiger une technique particulière d'entretien hivernal. Il demeure important de bien comprendre le comportement des divers types de revêtements de chaussée dans différentes conditions hivernales.

Étant donné leur aspect plus pâle et leur masse thermique supérieure, les chaussées de béton ont tendance à se réchauffer et à se refroidir plus lentement que les revêtements de bitume. Le réchauffement et le refroidissement se produisent différemment pendant l'année, mais aussi en fonction de la température des matériaux des couches inférieures. Il est donc essentiel de faire un suivi de la température des revêtements de chaussée afin de prendre des décisions judicieuses en matière de déneigement et de déglacage. Les revêtements de bitume peuvent atteindre des températures beaucoup plus élevées le jour, mais dès le coucher du soleil, ils se refroidissent beaucoup plus rapidement que les revêtements de béton contigus.

Il faut de la chaleur pour que la neige fonde ou que le sel solide se liquéfie (réaction endothermique). L'action des pneus peut générer une partie de la chaleur nécessaire, mais, dans la plupart des cas, cette chaleur émane de la chaussée.

Les revêtements de béton sont moins perméables que ceux de bitume, et ils se prêtent généralement à une dispersion plus rapide de la saumure que les surfaces bitumineuses plus âgées. Par conséquent, ils ont tendance à regeler plus vite que les revêtements de

bitume plus poreux. Les effets de l'hiver sur les surfaces de béton exigent un suivi serré et peuvent nécessiter soit l'application plus fréquente de produits chimiques pour dissoudre la neige et la glace, soit l'application d'une quantité plus grande de produits, dépendant des fluctuations de la température du revêtement. Une surface de béton peut également être rainurée pour augmenter le drainage, pour accroître la friction par temps humide, et pour réduire le bruit. En outre, ces rainures évacuent plus rapidement la saumure et peuvent réduire la formation de cristaux de résidus chimiques sur la chaussée à mesure qu'elle sèche. Les rainures transversales pratiquées dans les revêtements de béton contribuent à réduire la bruine saline soulevée par le passage des véhicules, ce qui peut s'avérer un avantage notable dans les zones vulnérables aux sels de voirie. Ceci dit, l'usage accru de sel que peut nécessiter le drainage rapide des chaussées de béton pourrait annuler cet avantage.

En raison de la rigidité du béton et des vérifications de leur pente transversale pendant leur construction, les chaussées de béton présentent moins souvent d'imperfections au plan de la pente transversale que les revêtements souples, qui sont plus sujets au compactage et autres ondulations de surface qui peuvent favoriser la création d'ornières. La formation de flaques ou de mares d'eau dans les ornières est donc moins fréquente avec les chaussées de béton. Ce type de chaussée offre à la fois des avantages et des inconvénients. Les avantages sont que le regel dans les ornières est moins probable et que la distribution de la saumure sur la pente transversale peut être plus homogène. Par contre, la rétention des concentrés chimiques empêchant le gel des ornières est moindre.

La porosité des revêtements de bitume peut varier en fonction de leur composition et changer au fil du temps avec l'usure et l'oxydation du bitume. On utilise souvent les revêtements à couche de frottement à texture ouverte (CFTO) en raison de leur capacité de drainage accrue et de la réduction du bruit – ce sont des revêtements plus silencieux. En intensifiant le drainage, la CFTO réduit la bruine saline soulevée par le passage des véhicules, ce qui encore une fois peut s'avérer un avantage notable dans les zones vulnérables aux sels de voirie.

Pour tout revêtement, une bonne pente transversale permettra le dépôt de produits chimiques sur la crête ou le côté élevé de la route, de sorte que l'inclinaison et

la circulation favoriseront la répartition de ces produits sur la surface de route, lesquels auront de fait tendance à rester sur la route et à agir plus longtemps. Puisque les pentes fortes favorisent une dispersion plus rapide de la « saumure » chimique, il est donc préférable d'utiliser un pourcentage d'inclinaison de 2 %, plutôt que de 3 %. Une pente réduite par l'usure de la chaussée exige un épandage centrifuge qui augmente la quantité de produits chimiques déversés à perte dans les fossés.

Les revêtements de béton poreux sont conçus pour acheminer l'eau vers le sol plus rapidement. Ils favorisent l'infiltration et la recharge des eaux souterraines par opposé au ruissellement superficiel. Ils ont aussi pour effet d'atténuer les effets liés au bruit de la circulation sur le voisinage. Cependant, il faut prendre en compte que cette approche peut avoir pour effet de favoriser l'infiltration d'eau à forte teneur de sel dans les bassins d'eau souterraine vulnérables au sel. De plus, puisque ces revêtements évacuent rapidement la saumure de la chaussée, ce qui diminue en même temps la rétention des produits de déglacage, ce qui exige l'application plus fréquente de ces produits.

PRATIQUES DE GESTION DES SELS DE VOIRIE

En général, les sels de voirie n'endommagent pas les revêtements conçus, construits et entretenus selon les règles; toutefois, le chlorure de magnésium peut avoir une réaction chimique avec la pâte de ciment et finir par réduire la résistance structurelle du ciment. L'emploi d'additifs peut diminuer la corrosivité des produits chimiques utilisés pour dissoudre la neige et la glace. Les lignes qui suivent traitent des effets potentiels des sels de voirie sur les revêtements de chaussée ainsi que des meilleures pratiques de conception des chaussées. On y aborde également certains aspects de l'entretien hivernal par type de revêtement surfaciel.

Effets du sel sur les chaussées

Les dommages typiquement causés aux revêtements souples et rigides par les sels de voirie sont énoncés ci-après et décrits plus en détail dans la section suivante :

- Le sel peut accélérer les dommages à certains revêtements de bitume mélangés à chaud qui sont mal conçus ou mal préparés.

- Le sel peut provoquer l'écaillage des revêtements de béton et des pavés de béton de qualité médiocre.
- Le sel peut causer l'écaillage du béton armé lorsque les fissures laissent pénétrer les ions chlorure dans l'acier d'armature et que la corrosion s'en trouve accélérée.
- La saumure formée par liquéfaction des sels de voirie peut endommager certains revêtements souples qui sont minces, fissurés ou mal drainés, en engendrant un soulèvement inégal au bord du revêtement ou des fissures non colmatées.
- Le magnésium qui compose le chlorure de magnésium peut réagir avec la pâte de ciment et affaiblir la structure du revêtement.

Conception des chaussées

La conception et l'évaluation de nouveaux revêtements de chaussée exigent du concepteur qu'il détermine l'état de l'infrastructure, les mécanismes de drainage, les données climatiques, les propriétés des matériaux, les données sur la circulation, la géométrie de la chaussée, la constructibilité et le coût du cycle de vie. Il appartient au concepteur d'étudier les avantages, les inconvénients et les coûts d'une solution adéquate dans chacun des cas. Si les matériaux considérés pour le revêtement n'ont pas fait leurs preuves, leur durabilité doit être soumise à des essais avant le début des travaux.

Parmi les principaux critères à considérer pour réduire les effets du sel sur les chaussées, notons :

- l'amélioration de la résistance des revêtements de bitume à l'humidité :
 - en veillant à ce que le cahier des charges prévoit des mélanges bitumineux obtenus par une méthode standard;
 - en effectuant des essais de résistance au désenrobage sur les matériaux et les mélanges qui serviront aux travaux;
 - en établissant des prescriptions adéquates de compactage et des procédures de vérification;
 - en spécifiant des procédures d'assurance et de contrôle de la qualité afin que les matériaux produits respectent les prescriptions relatives aux proportions du mélange et contiennent les agents de protection nécessaires contre le désenrobage.

- l'amélioration de la résistance des revêtements de bitume à l'humidité :
 - en veillant à ce que le cahier des charges prévoie des mélanges bitumineux obtenus par une méthode standard;
 - en effectuant des essais de résistance au désenrobage sur les matériaux et les mélanges qui serviront aux travaux;
 - en établissant des prescriptions adéquates de compactage et des procédures de vérification;
 - en spécifiant des procédures d'assurance et de contrôle de la qualité afin que les matériaux produits respectent les prescriptions relatives aux proportions du mélange et contiennent les agents de protection nécessaires contre le désenrobage.
- l'amélioration de la résistance à l'écaillage du béton et des pavés de béton :
 - en s'assurant de spécifier un béton durable qui résistera aux effets du gel et du dégel et aux sels de déglacage. Le béton doit être conforme aux prescriptions de la norme CSA-A23.1.
 - en s'assurant que les mélanges sont accompagnés d'un certificat de conformité à la norme CSA-A23.1 des granulats, du ciment et des autres matériaux utilisés.
 - en s'assurant que le réseau de bulles d'air dans le béton durci est conforme aux prescriptions de la norme CSA-A23.1.
- l'amélioration de la résistance à la corrosion de l'acier d'armature enrobé, des fers de liaison et des goudons :
 - en veillant à ce que l'épaisseur minimale du béton d'enrobage satisfasse aux prescriptions de la norme CSA-A23.1. De plus, il est souhaitable de prévoir une épaisseur d'enrobage supplémentaire pour assurer une certaine tolérance lors des travaux;
 - en veillant à ce que la conception des joints des tabliers de ponts, en particulier la forme des réservoirs des joints longitudinaux et transversaux, soit prévue pour prolonger l'étanchéité le plus possible. Le concepteur doit se reporter au guide d'étanchéité des joints et fissures de l'American Concrete Pavement Association (ACPA);
 - en s'assurant que les joints d'étanchéité longitudinaux et transversaux sont faits de matériaux durables;
 - en veillant à ce que les fers de liaison et les goudons résistent à la corrosion en utilisant de l'acier revêtu d'époxyde ou résistant à la corrosion.
- l'atténuation des dommages causée par l'infiltration de saumure dans les revêtements souples :
 - en concevant des revêtements qui résistent à la fissuration grâce à une structure de chaussée qui convient au climat, à l'infrastructure et à la circulation;
 - en concevant des revêtements bitumineux dont l'épaisseur est compatible avec les meilleures pratiques de gestion;
 - en concevant – pour les chaussées rurales avec profil en travers – un revêtement partiel ou complet des accotements qui éloigne la saumure des voies de circulation afin qu'elle soit moins dommageable;
 - en spécifiant des mélanges avec des ciments bitumineux qui résistent à la fissuration thermique et à la fatigue. Les concepteurs doivent choisir une qualité adéquate de ciment bitumineux en s'appuyant sur les normes et directives pertinentes en la matière;
 - en prévoyant, à même la structure de la chaussée, un système de drainage interne adéquat pour évacuer toute infiltration. On peut entre autres atteindre cet objectif en utilisant des couches de fondation et de sous-fondation assez perméables, pour assurer un drainage rapide, et en aménageant des rigoles d'écoulement des eaux de ruissellement;
 - en limitant la teneur en particules fines des matériaux de fondation (traversant le tamis de 75 mm) à environ 8 % au maximum pour le gravier et, au plus, à 10 % pour les matériaux de carrière;
 - en limitant à 5 % la teneur en particules fines, là où le drainage constitue un enjeu très important.

Construction

Les concepteurs devraient préparer des cahiers des charges adéquats afin d'assurer le recours à de bonnes pratiques de construction et l'utilisation de matériaux

de qualité. Les contrats devraient prévoir des dispositions obligeant les entrepreneurs à pratiquer un contrôle de la qualité (CQ) des matériaux, afin de s'assurer du respect des prescriptions des cahiers des charges, et des dispositions concernant l'exécution par le propriétaire de tests d'assurance de la qualité (AQ) des résultats du CQ.

Épandage des sels de voirie

- Les décisions relatives au déneigement et au déglçage des routes devraient prises en se fondant sur la température des revêtements de chaussées et non sur la température de l'air.
- La température d'un revêtement de chaussée peut varier beaucoup dépendant de l'heure du jour, de la couverture nuageuse, de l'état de l'infrastructure (p. ex., pénétration du gel, présence d'humidité et propriétés de rétention thermique) et du type de revêtement. Il importe donc d'effectuer un suivi continu de la température du revêtement de chaussée pour prendre de bonnes décisions.
- Lorsque la route est suffisamment inclinée, les sels de voirie solides sont habituellement déposés sur la crête ou le côté élevé de la route, de manière que la solution saline qui ne manquera pas de se former soit dispersée sur la surface de route par la circulation automobile.
- Des techniques d'épandage à plus grand rayon s'imposent sur les chaussées endommagées dont la surface est ondulée ou dont la faible pente transversale n'assurera pas une bonne répartition des produits chimiques sur toute la surface de la route, du parc de stationnement ou du trottoir, où la circulation ne suffira pas à stimuler la répartition des agents de déglçage.
- L'application d'un agent liquide de déglçage ou de sel préhumidifié peut prévenir ou éliminer le givre plus rapidement que le sel solide. Une solution liquide évitera l'effet de refroidissement endothermique que le sel solide peut avoir sur le revêtement.

ZONES VULNÉRABLES AUX SELS DE VOIRIE

Les chaussées bitumineuses à couche de frottement à texture ouverte et les chaussées de béton à texture

rainurée permettent une répartition plus rapide de la saumure à leur surface. Par conséquent, ces types de chaussées peuvent être avantageux dans les zones vulnérables aux effets de la bruine saline.

Les chaussées de béton poreux peuvent avoir des effets très néfastes sur les eaux souterraines vulnérables; il est déconseillé d'utiliser ces types de chaussées dans les zones vulnérables, car elles favorisent l'infiltration rapide des eaux de ruissellement saturées de sel.

SURVEILLANCE ET TENUE DE DOSSIERS

Un programme de surveillance de la température des chaussées devrait être instauré à l'appui de la prise des décisions d'entretien hivernal des routes. Cette tâche peut être exécutée pendant les déplacements du personnel, à l'aide de thermomètres manuels ou de thermomètres à infrarouge installés sur les camions. Les systèmes d'information météo-routiers (SIMR) peuvent fournir la température de la surface et de la fondation d'une chaussée à un endroit fixe, contribuer à l'établissement de prévisions sur l'état de la chaussée et fournir des renseignements en temps réel sur l'état de cette chaussée. Il est également possible d'employer des sondes noyées dans le revêtement à l'appui des décisions concernant les limites de charge saisonnières.

Les variations de température des chaussées devraient être consignées quotidiennement dans des registres, tout comme les conditions de la chaussée, les conditions météorologiques et la stratégie d'entretien hivernal.

Les équipements de surveillance de la température des chaussées devront être vérifiés au moins une fois l'an, afin de s'assurer de leur bon fonctionnement. Tout appareil imprécis devra être recalibré, réparé ou remplacé.

FORMATION

Le programme de formation à mettre en œuvre dans le contexte de la présente synthèse est décrit en détail dans la synthèse des meilleures pratiques de formation. Les éléments qui suivent et qui se rapportent aux chaussées devraient être intégrés à un programme de formation en gestion des sels de voirie.

- Comprendre le rôle de la pente transversale dans le contexte de l'élimination de la neige et de la glace, et savoir quand recourir à l'épandage en andain ou à l'épandage centrifuge de produits chimiques.
- Comprendre l'importance de la température des chaussées dans le choix des méthodes de déneigement et de déglacage.
- Comprendre les techniques utilisées pour surveiller les variations de la température des chaussées.
- Comprendre les facteurs qui peuvent influencer sur la température des chaussées et la façon dont ces connaissances peuvent servir à prévoir les changements de température.
- Comprendre les traitements à appliquer selon les différents états des chaussées, états qui sont fonction des diverses conditions météorologiques.

CONCLUSION

En général, l'emploi de bonnes pratiques de conception et de construction des chaussées aidera à contrer les effets néfastes, sur la structure de ces dernières, que peuvent avoir les produits chimiques de déneigement et de déglacage.

En outre, une chaussée bien conçue peut contribuer à augmenter l'efficacité des sels de voirie, à en réduire les quantités utilisées pour un niveau de service et de sécurité égal ou supérieur et, donc, à atténuer leurs effets sur l'environnement.

Pour prendre de bonnes décisions sur les méthodes à employer, les responsables de l'entretien des routes doivent savoir interpréter les températures des chaussées et les façons dont elles peuvent varier pendant la journée et au cours de l'hiver.

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