

5.0 CHAUSSÉES ET GESTION DES SELS DE VOIRIE

La présente publication fait partie d'une série de synthèses des meilleures pratiques concernant la gestion efficace des sels de voirie utilisés pour l'entretien hivernal des routes. Cette synthèse a pour seul but de guider les prestataires de services d'entretien routier dans l'élaboration de leurs propres plans de gestion des sels de voirie et de ce fait, elle n'a donc pas valeur de prescription. Elle a plutôt été préparée pour être utilisée de concert avec les lois et règlements, les manuels, les directives et les méthodes propres à chaque administration routière. Des synthèses des meilleures pratiques ont été élaborées sur les sujets suivants : plans de gestion des sels de voirie; formation; conception des routes et des ponts; gestion du drainage et des eaux de ruissellement; chaussées et gestion des sels de voirie; gestion de la végétation; conception et exploitation des centres d'entretien des routes; stockage et élimination de la neige ainsi que matériel et technologies d'entretien hivernal des routes. Pour obtenir de plus amples renseignements sur le sujet, prière de consulter le Guide de gestion des sels de voirie publié par l'ATC en 1999.

INTRODUCTION

La présente synthèse des meilleures 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, publié par l'ATC en 1999.

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 déverglacage des routes. Ces facteurs peuvent influencer sur les méthodes d'entretien hivernal, la capacité déverglaçante du sel et, par conséquent, les quantités de produits chimiques à utiliser. Les concepteurs de chaussées devraient s'efforcer de mettre au point des revêtements qui exigeront le moins possible de sels de déverglacage, notamment

en apportant toute l'attention voulue aux facteurs suivants :

- type de revêtement de chaussée,
- propriétés thermiques du revêtement de chaussée et caractéristiques des matériaux,
- environnement et climat.

TABLE DES MATIÈRES

Introduction	1
Liens avec la gestion des sels de voirie	1
Pratiques de gestion des sels de voirie	3
Effets du sel sur les chaussées	3
Conception des chaussées	3
Travaux	5
Épandage des sels de voirie	5
Zones vulnérables aux sels de voirie	5
Surveillance et tenue des dossiers	5
Formation	5
Conclusion	6

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. L'important demeure de bien comprendre le comportement des divers types de revêtements de chaussée dans différentes conditions hivernales.

Étant donné leur pâleur 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 déverglaçage. Les revêtements de bitume peuvent atteindre des températures beaucoup plus élevées le jour, mais dès que le soleil se couche 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 autorités routières qui ont recours à des capteurs automatisés de chaussée (un élément intégrant des systèmes d'information météorologiques – SIMR) ont établi qu'il se produisait un refroidissement soudain et important de la chaussée dès le début d'une chute de neige ou encore à l'application de sels de voirie solides. Le cas échéant, il peut en résulter un refroidissement du revêtement de chaussée en deçà du point de congélation et de là, un gel rapide de celui-ci. Il en est autrement de l'application de produits chimiques liquides, car aucune chaleur n'est nécessaire pour faire passer le sel de l'état solide à l'état liquide.

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 anciennes surfaces bitumineuses. 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 en 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 favorisera 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.

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'éclatement 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 comme les méthodes MS-2 de l'Asphalt Institute ou « Superpave Mix Design Method » du SHRP ;
 - 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 déverglaçage. Le béton doit être conforme aux prescriptions de la norme CSA-A23.1, décrites dans le tableau 1 ;
 - en s'assurant de spécifier des pavés de béton durables qui résisteront 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 goujons :
 - 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 goujons résistent à la corrosion en utilisant de l'acier revêtu d'époxyde ou résistant à la corrosion;
- l'atténuation des dommages dus à 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 des directives comme celles que l'Asphalt Institute a énoncées dans le manuel *Superpave – Performance Graded Asphalt Binder Specification and Testing*, lequel donne des consignes sur les critères de qualité à appliquer et sur les caractéristiques essentielles pouvant servir à élaborer des procédures d'assurance et de contrôle de la qualité;
 - en prévoyant un système de drainage interne adéquat pour évacuer toute infiltration. On peut entre autres atteindre cet objectif en utilisant

TABLEAU 1 – Prescriptions de durabilité du béton utilisé pour les revêtements

Paramètre	Prescriptions relatives à la classe d'exposition	
Classe	C-1	C-2
Définition	Béton armé exposé aux chlorures, avec ou sans exposition au gel et au dégel	Béton non armé (brut) exposé aux chlorures, au gel et au dégel
Exemples	Tabliers de ponts, planchers de garages et rampes d'accès	Chaussées, trottoirs, bordures et caniveaux
Résistance à la compression minimale à 28 jours, MPa	35	32
Rapport maximal eau/ciment	0,40	0,45
Teneur en air* basée sur la taille nominale maximale des granulats		
10 mm	6 à 9 %	
14 - 20 mm	5 à 8 %	
28 - 40 mm	4 à 7 %	

* Pour le béton exposé au gel et au dégel.

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 grave problème.

Travaux de 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 1) 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 2) 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 déverglaçage des routes devraient être 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. Il en est de même lorsqu'il faut rapidement

couvrir la surface pour empêcher le gel et la formation de glace noire.

- L'application d'un agent liquide de déverglaçage 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 ou les chaussées de béton à texture rainurée permettent une répartition plus rapide de la saumure à leur surface, mais elles peuvent aussi contribuer à réduire la dispersion de la bruine saline soulevée par le passage des véhicules. Par conséquent, ces types de chaussées peuvent être avantageux dans les zones vulnérables aux effets de la bruine saline.

SURVEILLANCE ET TENUE DES 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 météorologiques (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.
- 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 de la méthode de déneigement/de déverglaçage.
- 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 fonctions des diverses circonstances 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 déverglaçage.

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

La présente Synthèse des meilleures pratiques a été préparée grâce au financement fourni par quatorze organismes parrains. L'ATC remercie sincèrement ces parrains pour leurs généreuses contributions au projet.

Transports Alberta
Ville de Calgary
Ville d'Ottawa
Ville de Saskatoon
Ville de Toronto
Ville de Winnipeg
Environnement Canada
Transports et Services gouvernementaux Manitoba
Transports Québec
Transports Nouveau-Brunswick
Transports et Travaux publics Nouvelle-Écosse
Salt Institute
Voirie et Transports Saskatchewan
Transports Canada

Cabinet principal de consultants :
Ecoplans Limited

Ce document est le fruit d'un projet mis en oeuvre pour le compte du Conseil des ingénieurs en chef. L'exécution du projet a été confiée à un comité directeur composé de parrains de ce dernier et de membres bénévoles. L'ATC remercie tous les membres du comité pour le temps et les efforts qu'ils ont consentis à ce projet.

Association des transports du Canada
2323, boul. St-Laurent, Ottawa, Canada K1G 4J8
Tél. (613) 736-1350
Télé. (613) 736-1395
www.tac-atc.ca