

Le Sel de Voirie et notre Environnement



Salt Institute

Publié par l'Institut du Sel comme un guide informationnel destiné aux responsables des règlements publics concernés par le déneigement de nos routes et la sécurité publique la santé et les préoccupations environnementales.

Salt Institute

700 North Fairfax Street
Alexandria, Virginia 22314-2040
Tél. 703.549.4648
Télec. 703.548.2194

Page d'accueil : <http://www.saltinstitute.org>

Pour plus d'information : info@saltinstitute.org

Table des matières

1. Pourquoi on utilise du sel de voirie	5
1.1 Des vies sauvées grâce à l'épandage judicieux du sel	6
1.2 Les tempêtes de neige peuvent perturber l'activité économique	6
1.3 Pourquoi le sel est plus efficace	7
1.4 Les autres matières ont (devraient avoir) une application limitée...	8
1.5 Le sel : le déglaçant raisonnable	11
2. La corrosion des routes, des ponts et des véhicules ..	12
2.1 Les routes	12
2.2 Les ponts	13
2.3 Les véhicules	14
3. Végétation sur les abords de route	16
3.1 Le problème	16
3.2 Traitement des abords de route contre le sel	17
4. Faune et poissons	20
4.1 Les routes salées et les collisions entre voitures et animaux	20
4.2 Tolérance des poissons au sel	21
5. Santé humaine	22
5.1 L' "hypothèse du sel"	22
5.2 L'eau potable et le sodium	22
5.3 L'eau potable et les chlorures	23
5.4 Les ferrocyanures	23
6. Un épandage judicieux de sel pour protéger l'environnement	24
6.1 Juste assez et pas plus	24
6.2 Entreposage adéquat	24
6.3 Lignes directrices pour l'application	25
7. Résumé et conclusion	27

1. Pourquoi on utilise du sel de voirie

Au même titre qu'à la mobilité et la sécurité routières, on attribue une grande priorité publique à la protection de l'environnement, proprement dite. Dans notre société complexe, le public exige que le gouvernement assure la fluidité de la circulation et réduise les tragédies routières attribuables aux collisions entre véhicules. C'est une nécessité, aussi bien sur le plan économique que sur le plan du service à la clientèle des organisations chargées d'entretenir la voirie. On doit pouvoir circuler librement et en toute sécurité sur les routes et les chemins publics, même par mauvais temps l'hiver. Les urgences médicales comme les crises cardiaques et les accidents (p.ex. les incendies au foyer et les collisions routières) se produisent à l'année longue. Dans le cas d'une urgence, la moindre augmentation du délai d'intervention est souvent une question de vie ou de mort.

L'épandage du sel de voirie constitue la méthode la plus rapide, la moins chère, et la plus efficace pour s'attaquer au problème de la neige et de la glace. Dès 1970, le *Highway Research Board* avait conclu qu'il n'existait, dans un avenir prévisible, aucun substitut fiable ou économique au sel.¹ Dans son étude, il avait déterminé que les préoccupations environnementales étaient spécifiques à chaque site et pouvaient être atténuées grâce à l'application de bonnes méthodes de stockage, de manutention, d'épandage, de drainage et d'aménagement du paysage. Depuis lors, les services de voirie se sont concentrés sur ces aspects, et les effets néfastes du sel de déglacage sur l'environnement ont été réduits de façon significative.

Aujourd'hui, des milliers d'agences municipales et provinciales du transport comptent sur le sel de déglacage pour assurer la mobilité et la sécurité hivernales. Elles ont besoin d'une méthode sûre, fiable et économique pour éliminer la neige et la glace car, à défaut d'une législation protectrice spécifique, elles peuvent être tenues responsables d'un manquement (réel ou perçu) à leur devoir exigeant qu'elles assurent la sécurité des rues et des voies publiques. L'Ontario a dû verser 4,5 millions \$ (toute devise en \$US) en règlement d'une seule réclamation, alléguant le défaut de maintenir des routes sûres et carrossables.²

Le *Salt Institute* joue plusieurs rôles importants, dont celui d'aider les états, les provinces, les comtés et les municipalités américaines et canadiennes, ainsi que les entrepreneurs souvent engagés par eux, à développer des programmes avancés de déneigement et de déverglacage. Le *Salt Institute* encourage également une saine gestion du sel par les entrepreneurs privés chargés de débayer les chemins privés, tels que ceux des campus universitaires, de même que les parcs de stationnement des centres commerciaux, des usines et des entreprises.

Cette brochure explique les raisons qui amènent les déneigeurs à utiliser le sel de voirie, le principe de fonctionnement du sel, les effets du sel de voirie sur l'environnement, l'infrastructure et les véhicules à moteur, de même que les techniques d'application visant à atténuer les effets néfastes pour l'environnement.

Les responsables du *Salt Institute* se feront un plaisir de fournir des copies ou des extraits des études, articles et travaux de recherche cités dans cette brochure. Pour de plus amples renseignements, les lecteurs peuvent aussi consulter le site Web de l'Institut à l'adresse suivante: <http://www.saltinstitute.org>.

¹ Highway Research Board 1970 – 49^e congrès annuel, Washington, D.C., 12-16 janvier.

² *Roberts et al. v. Morana et al.* 1997. Cour de l'Ontario (division générale), Canada. 24 juillet 1997, p. 647.

1.1.

Des vies sauvées grâce à l'épandage judicieux du sel

La neige et la glace sur les voies publiques constituent une sérieuse menace de blessures ou de perte de vie humaine. L'incidence des accidents et des mortalités routières augmente à mesure que la neige et la glace réduisent l'adhérence des pneus sur la chaussée. Le prolongement des délais d'intervention fait courir des risques additionnels aux personnes ayant un besoin urgent de soins médicaux, notamment dans les cas de crise cardiaque, de brûlures, d'accouchements et d'empoisonnement.

Au début des années 90, les auteurs d'une étude menée par le *Marquette University Center for Highway and Traffic Engineering* dans quatre États de la ceinture de neige, se sont penchés sur les effets d'un entretien hivernal à base de sel, en ce qui concerne la sécurité. L'étude a documenté le fait que cet entretien réduisait de 85% le nombre d'accidents total, et de 88,3% le nombre de blessures accidentelles.³

1.2.

Les tempêtes de neige peuvent perturber l'activité économique

Comme dans le cas du lien entre l'entretien hivernal et la sécurité routière, des études ont documenté le rôle économique vital du déneigement et du déverglacage des routes. La neige et la glace causent également une surconsommation de carburant du fait que les véhicules perdent de la traction et que leurs roues patinent sur une certaine distance. Une voiture qui consomme habituellement 9.4 litres/100 km en temps normal en consommera peut-être 15.7 litres/100 km sur une chaussée glissante.⁴ Les tempêtes de neige et de verglas ont d'importantes répercussions économiques et sociales qui sont atténuées par des programmes hivernaux visant à maintenir les routes fonctionnelles. Rien qu'en termes de salaires perdus, le fait de ne pas dépêcher les chasse-neige sur les routes et de ne pas épandre le sel de voirie une seule journée pendant une tempête d'hiver coûte presque trois fois plus cher que l'ensemble du budget annuel alloué au déneigement.⁵

Rien que pour deux provinces, cette étude a révélé que si la région était paralysée par des routes impraticables, elle subirait une perte de recettes fiscales de l'ordre de 447 millions \$ par jour au niveau fédéral, au niveau des provinces et au niveau local. Cette somme dépasse les millions \$ que les provinces dépensent en un hiver complet pour assurer la sécurité et la circulation routières. Selon l'étude, les impôts perdus ne constituent pas le plus grand choc économique pour 12 états, car une tempête de neige paralysante entraîne également la perte de 1,4 milliard \$ par jour en termes de revenus non gagnés, et de 600 millions \$ par jour en termes de ventes au détail perdues⁶. Pour illustrer comment ces pertes pourraient se multiplier rapidement au fil des tempêtes de neige, précisons qu'au cours d'un hiver normal, la région de Chicago est touchée par 20 à 30 tempêtes exigeant un entretien hivernal, tandis que l'état de New York subit une quarantaine de tempêtes moyennes sur son territoire.

³ Kuemmel, David A. et Hanball Rashad M. 1992. *Accident Analysis of Ice Control Operations*. Troisième symposium international sur la technologie du déneigement et du déverglacage, du 14 au 18 septembre.

⁴ Hanball, Rashad M. 1994. "Economic Impact of Winter Road Maintenance on Road Users", *Transportation Research Record* 1442.

⁵ *The Economic Costs of Disruption from a Widespread Snowstorm*. Global Insight, 22 mars 2004.

⁶ Sondage des dépenses d'entretien hivernal mené par le Salt Institute auprès des ministères du transport de douze états et des ministres provinciaux du transport, 1998.

Aussi impressionnants soient-ils, ces chiffres sont tout de même conservateurs. L'étude DRI de Global Insight ne tient pas compte de facteurs tels que les collisions de véhicules – décès, blessures et dommages matériels, ainsi que frais de santé et d'assurance accrus. Ces coûts bien réels d'un entretien hivernal inadéquat dépassaient le champ de cette étude.

La nouvelle analyse confirme les résultats d'études antérieures sur la perturbation économique. En 1996, le *Standard & Poor's DRI* estimait que le blizzard qui s'était abattu sur les états de l'Est en 1996 avait entraîné des pertes de production pouvant atteindre 10 milliards \$, ainsi que des ventes perdues évaluées à 7 milliards \$ durant les 4 jours d'inactivité économique résultant du fait que les gens ne pouvaient se rendre ni aux magasins, ni au travail. First Union Corp. avait estimé à 4,8 milliards \$ par jour le coût de ce même blizzard, en mesurant la perte des biens et services produits par les usines, bureaux, commerces et autres entreprises du couloir nord-est des É.-U. qui s'étend de la Virginie au Massachusetts.⁷

Nous ne pouvons pas empêcher la neige et la glace mais nous pouvons atténuer de façon considérable leurs conséquences économiques désastreuses. Les tempêtes hivernales sont uniques et imprévisibles, mais en investissant dans le matériel de déneigement, nous pouvons faire en sorte que les tempêtes de neige ou de verglas ne paralysent pas les économies locales, qu'elles ne retiennent pas les élèves à la maison, et qu'elles n'empêchent pas les véhicules d'urgence de remplir leurs missions de sauvetage. Un bon entretien hivernal assure le dégagement des routes et sauve des vies. Avec un rendement de 60 \$ pour chaque dollar dépensé, c'est peut-être l'investissement routier le plus rentable qui soit pour les dollars des contribuables.

1.3.

Pourquoi le sel est plus efficace

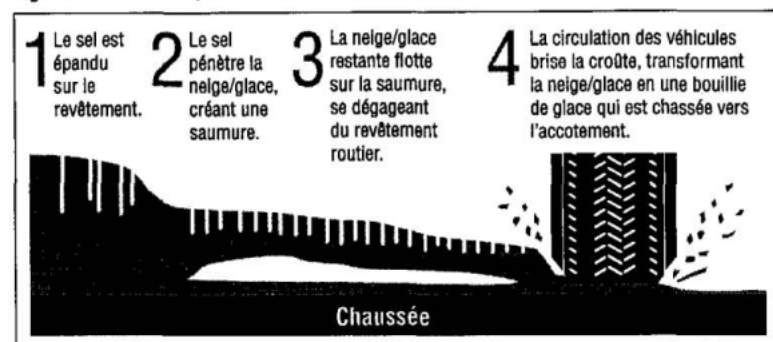
La plupart des tempêtes de verglas ou de neige se produisent entre $-6,6^{\circ}\text{C}$ et 0°C . Souvent, après le passage d'une tempête, des systèmes de haute pression s'installent, et les températures plongent, parfois largement sous le point de congélation. Il est donc important d'épandre du sel dès le début de la tempête, car ce dernier sera alors très efficace comme agent déglacant, empêchant la glace et la neige tassée d'adhérer à la chaussée.

L'action déglacante du sel crée une saumure au point de contact entre la glace et la chaussée. La saumure attaque la liaison entre la glace et la chaussée, empêchant l'eau de se transformer en glace et d'y adhérer. Si cette adhésion se produit, la glace ne peut être éliminée de la chaussée sans endommager le revêtement routier ou les charrues. On utilise du sel parce qu'il réduit le point de congélation de l'eau. Si on n'applique pas le sel avant la tempête à titre de traitement antigivreur pour prévenir la liaison entre la glace et la chaussée, on l'applique habituellement comme déglacant en même temps qu'on racle la neige, car il pénètre la neige et la glace restant sur la chaussée. On doit parfois avoir recours au sel uniquement, lorsque l'accumulation de neige est si négligeable qu'on ne passe pas la charrue. Bien souvent, on applique le sel avec une saumure ou à l'état prétrempé avec d'autres fondants, pour garder le sel sur le revêtement routier et accélérer son action fondante. L'action des pneus des véhicules, en combinaison avec celle du sel, brisera la glace et la neige tassée, les chassant graduellement vers l'accotement.

⁷ Faiola, Anthony et Behr, Pete. Janvier 1996. "All That White is Putting Cities, Businesses in the Red", *Washington Post*

Les autorités de la voirie rapportent que le sel de déglacage est particulièrement efficace à des températures supérieures à 12° F (-11° C), mais qu'il continue à faire fondre la glace et la neige, quoique moins rapidement, jusqu'à des températures se rapprochant de la température eutectique de -6° F (-21° C). Le chlorure de calcium et le chlorure de magnésium, qui font mieux fondre la glace à des températures beaucoup plus basses, peuvent aussi être ajoutées au sel de déglacage, pour accélérer et améliorer la fonte quand la température chute radicalement. Pourquoi n'utilise-t-on pas le chlorure de calcium et le chlorure de magnésium en tout temps? Parce que ces produits coûtent beaucoup plus cher que le chlorure de sodium^{8,9}.

Figure 1: Action du sel/saumure sur le revêtement routier



1.4.

Les autres matières ont (devraient avoir) une application limitée

Les abrasifs

On a utilisé le sable et d'autres abrasifs pour essayer d'éviter les effets perçus du sel sur l'environnement. Toutefois, les abrasifs sont des substances inertes qui procurent une adhérence limitée. Les abrasifs ne sont pas des agents de déglacage. On doit les utiliser en grandes quantités et les appliquer souvent, ce qui les rendent plus dispendieux que le sel en termes de matière et de main-d'oeuvre. On ajoute souvent du sel aux abrasifs pour prévenir le gel. Après plusieurs années d'expériences, par exemple, les autorités de la ville de Milwaukee, au Wisconsin, sont parvenues à la conclusion suivante :

"... Bien que l'utilisation d'abrasifs comme le sable, au lieu du sel, puisse être aussi efficace dans les régions rurales et les petites communautés, la circulation lourde dans les régions urbaines compacte et lie rapidement la neige non traitée, la transformant en une croûte de neige gelée dur qui est très difficile à éliminer. Il faut quatre à sept charges d'abrasifs pour traiter le même nombre de kilomètres de voirie qu'on traiterait avec une seule charge de sel, et les abrasifs doivent être appliqués fréquemment. Qui plus est, le sable s'accumule dans les puisards et les égouts qui coûtent cher à nettoyer ensuite."¹⁰

⁸ *The Use of Selected Deicing Materials on Michigan Roads: Environmental and Economic*. Public Sector Consultants, Inc., ministère des transports du Michigan, décembre 1993.

⁹ *Characteristics of Common Chemicals*, Iowa Winter Training Expo, 8-9 octobre 1997.

¹⁰ Politique d'épandage de Milwaukee, tirée du site Web <http://www.mpw.net/Pages/salt.htm>, téléchargée le 23 juillet 2003.

À la suite d'une tempête, après la fonte naturelle des accumulations, les abrasifs créent des dangers. Sur une surface sèche, les pneus risquent de patiner ou glisser davantage, tant que les équipes de voirie n'auront pas éliminé les matières abrasives sur la chaussée. L'incidence des dommages causés aux pare-brises par les matières particulaires est 365 % plus élevée dans les régions qui ont recours au sable et aux abrasifs, au lieu du sel. Au Colorado, les réclamations se sont élevées à 27,1 millions \$ rien que pour la ville de Denver, et à 59,6 millions \$ pour l'état entier.¹¹ Une accumulation d'abrasifs peut créer des problèmes tels que la poussière malsaine, l'étouffement de la végétation longeant les routes, des voies d'eau boueuses, l'engorgement des conduits pluviaux, et des coûts élevés pour le nettoyage printanier.^{12 13 14} Ceci a amené un groupe d'intervention environnementale à la conclusion suivante :

" Le principal désavantage des abrasifs, c'est leur tendance à ne pas rester en place. Lorsqu'on l'épand sur des routes à grande circulation, le sable tend à se faire chasser vers l'accotement. Il faut donc en épandre plus souvent que le sel de voirie. La sédimentation provoquée par le sable qui fuit vers les cours d'eau et les fossés de drainage peut créer des problèmes d'environnement nécessitant occasionnellement des travaux de dragage. ... "¹⁵

Une autre étude menée par le groupe de recherche de *Marquette University* a établi que le rapport sécurité-coût du sel était 15 fois supérieur à celui des mélanges sel/abrasifs pour l'entretien hivernal de la voirie. En utilisant le sel pour rétablir des conditions de conduite sécuritaires, on couvre ses frais 10 fois plus vite qu'en utilisant un mélange sable/abrasifs. Sur les routes à 2 voies, le sel devient rentable dans les 25 premières minutes suivant l'obtention d'une chaussée nue, tandis que les mélanges sel/abrasifs n'atteignent même pas le seuil de rentabilité dans les 12 heures suivant la période examinée; dans le cas des autoroutes, la récupération se fait en seulement 35 minutes avec le sel, comparativement à six heures avec les mélanges sel/abrasifs.¹⁶

Autres sels déglaçants au chlorure

Pour ceux qui ne voudraient pas utiliser du sel ordinaire (chlorure de sodium), les solutions alternatives les plus populaires sont les autres chlorures. Le chlorure de calcium et le chlorure de magnésium sont utilisés pour faire fondre la neige et la glace plus rapidement à des températures plus basses. On les combine souvent au sel pour produire un mélange déglaçant plus efficace. Ils coûtent plus cher et libèrent des ions chlorure dans l'environnement, mais ils

¹¹ Deicing Salt, Corrosion and Our Environment. *Salt & Highway Deicing Newsletter*, vol. 34, n° 2, automne 1998.

¹² Environmental Protection Agency, "Clean Air Act Approval and Promulgation of State Implementation Plan for Colorado; Denver Nonattainment Area PM10 Contingency Measures", 61 *Federal Register* 185 : 49682-49684 (23 septembre 1996).

¹³ The Contribution of Road Sanding and Salting Material on Ambient PM10 Concentrations. Compte rendu d'une conférence internationale spécialisée, cocommanditée par l'Air and Waste Management Association et par l'Environmental Protection Agency, 1995, pp. 161-188.

¹⁴ Brant, Lynn. "Winter Sanding Operations and Air Pollution". Ministère de la santé et de l'environnement du Montana, Travaux publics, septembre 1972.

¹⁵ "Where Streets Are Paved with Salt", *Lake Michigan Monitor*, Lake Michigan Federation, 59 E. Van Buren St., Suite 2215, Chicago, IL 60605, (312) 939-0838, hiver 1992-93, p. 3.

¹⁶ Kuemmel, David, "Accident Analysis of Ice Control Operations", 4^e symposium international du Transportation Research Board sur le déneigement et le déverglacement, août 1996.

présentent des avantages fonctionnels dans certaines conditions de tempête, comme on peut le voir dans le tableau suivant:

Tableau 1 – Agents chimiques de déverglaçage

Agent déglaçant	Temp. eutectique (C)	Concentration eutectique (%) ¹⁷	Comparaison de coût
Chlorure de calcium			1x
Formiate de calcium et de sodium	-12	32,6	17x
Acétates de calcium et de magnésium	-15-30	44-60	35x
Éthylèneglycol	-51	60	28x
Chlorure de magnésium	-33	21,6	7x
Méthanol	-98	100	10x
Chlorure de potassium	-10	19	4x ou plus
Propylèneglycol	-57	60	28x
Chlorure de sodium			
Urée	-12	32,5	7x

Comme l'indique le Tableau 1, certains produits chimiques organiques ont également été utilisés pour faire fondre la neige et la glace. Les produits organiques font fondre la glace plus lentement et dans une plage de températures d'emploi plus élevée. On les choisit pour éviter d'avoir à utiliser l'ion chlorure, quoique bien des produits alternatifs soient conçus pour être combinés avec des chlorures, de manière à améliorer leur efficacité de fonte. Les produits organiques imposent également différents stress environnementaux et coûtent sensiblement plus cher que le sel.

L'urée, un fertilisant, ajoute des nutriments à l'eau de surface et accélère l'eutrophisation qui l'appauvrit également en oxygène disponible. L'acétate de calcium-magnésium (ACM) peut aussi réduire la quantité d'oxygène disponible.^{18 19 20 21 22} Des études récentes sur l'ACM liquide et quelques autres déglaçants liquides ont révélé des taux élevés d'épuisement

¹⁷ Le point, dans le diagramme de la phase chlorure de sodium-eau, indiquant la composition et la température du point de congélation le plus bas du système. (Voir : Parker, Sybil P. éd. 1989 McGraw-Hill Dictionary of Scientific and Technical Terms, 4^e édition; et Kaufmann, Dale W. éd. 1960. Sodium Chloride, The Production and Properties of Salt and Brine. Reinhold Publishing Corp.)

¹⁸ Ernst, Donald D., Demich, Gary et Wieman, Tom. Calcium Magnesium Acetate Research in Washington State, Transportation Research Record 1019, pp. 8 à 12.

¹⁹ Comparing Salt and Calcium Magnesium Acetate. Transportation Research Board Special Report 235, 1991.

²⁰ Environmental Evaluation of Calcium Magnesium Acetate (CMA), Federal Highway Administration Technical Report RD-84/094, juin 1985, page 2.

²¹ Environmental Monitoring and Evaluation of Calcium Magnesium Acetate (CMA), " ... Effects of CMA on Surface Water Quality", National Cooperative Highway Research Program Report 305, Transportation Research Board, National Research Council 1988, 161 pages, p. 2.

²² McCrum, Ron L. Déc. 1998. Calcium Magnesium Acetate and Sodium Chloride as Highway Deicing Salts, une étude comparative, ministère des transports du Michigan, division matières et technologie, P.O. Box 30049, Lansing, Michigan 48909, pp. 25-28.

biochimique d'oxygène, ce qui signifie que ces produits alternatifs sont plus toxiques pour les poissons que la saumure de sel.²³ Tant que l'on continuera à rechercher un produit écologique pour remplacer le sel, il faudra mener des études sérieuses pour comparer les effets des substituts proposés aux effets bien connus du sel de voirie.

1.5.

Le sel : le déglacant raisonnable

Les produits de remplacement du sel ont été testés, mais aucun ne s'est révélé entièrement satisfaisant. La meilleure façon de répondre aux besoins de mobilité et de sécurité durant l'hiver consiste à faire usage du sel en tenant compte de la situation environnementale spécifique à l'endroit. Le *Salt Institute* travaille depuis 1972 à faire adopter un usage raisonnable du sel, en encourageant la formation du personnel de voirie et en diffusant les renseignements et les résultats d'études les plus récents.

²³ Guthrie, Thomas F. et Lurson, Don. Juin 2001. "Liquid Deicers and the Environment: A summary of a 2 year laboratory and field study of all liquid Deicers in British Columbia", présenté lors de la Pacific Northwest Snow Conference.