

COMMENT DÉNEIGER LES CHAUSSÉES TOUT EN PROTÉGEANT NOS MILIEUX NATURELS

DÉNEIGEMENT

LES PRATIQUES ÉCORESPONSABLES



TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION 1

PROBLÉMATIQUES 1

Définitions 2

ENCADREMENT RÉGLEMENTAIRE

Fédéral 3

Provincial 4



Campagne d'information du public 12

Avantages et inconvénients 13

Clé décisionnelle 14

CONCLUSION 15

RÉFÉRENCES 16-17



IMPACTS

Impacts sur les milieux aquatiques 5

Transport des polluants chimiques

Propriétés physico-chimiques de l'eau et du sol

Santé

Écosystèmes

Impacts financiers 8

LES BONNES PRATIQUES

Les mesures de prévention 9

Réduction de la sédimentation

Gestion durable des eaux pluviales

LES ÉCOROUTES

Les mesures de réduction 10



UN HIVER SÉCURITAIRE ET ÉCORESPONSABLE

Les bonnes pratiques d'entretien hivernal des routes municipales permettent de réduire les impacts des sels de voirie et des abrasifs sur les milieux naturels.

Au Québec, l'hiver rigoureux et les chutes de neige obligent les municipalités à optimiser les opérations de déneigement pour garantir des déplacements sécuritaires. Cependant, les produits et substances utilisés dans ces opérations engendrent des impacts négatifs sur les milieux naturels, en plus de coûter très cher. Ce document fait le point sur les bonnes pratiques à mettre en place pour diminuer l'impact négatif sur les zones vulnérables.

Problématiques

Par année, ce sont 1,5 million de tonnes de sels de voirie qui sont épandus au Québec, lesquels peuvent ruisseler et se retrouver dans les milieux naturels et les sources d'eau potable (Lacasse, 2014). Les sels de voirie peuvent modifier les propriétés physico-chimiques des milieux et engendrer des coûts supplémentaires de traitement.

Les abrasifs de type sable augmentent la sédimentation dans les cours d'eau et dans les fossés. À terme, ces sables augmentent le taux de matières en suspension dans l'eau, contribuant à la détérioration des habitats aquatiques, notamment à cause du colmatage des frayères.



DÉFINITIONS

Sels de voirie



Les sels de voirie sont utilisés à titre préventif pour empêcher la formation de glace. L'appellation **fondant routier** est souvent utilisée et elle renvoie à cette **capacité d'abaisser le point de congélation**. Leur composition peut cependant varier.

Le **chlorure de sodium (NaCl)** est le sel de voirie le plus utilisé. Il est efficace jusqu'à -10 degrés Celsius (Lacasse, 2014).

Le **chlorure de calcium (CaCl₂)** a l'avantage de pouvoir être efficace, même lorsque les températures atteignent -15 degrés Celsius.

Le **chlorure de magnésium (MgCl₂)** peut être utilisé sous la forme de fondant, comme liquide antigivrage ou liquide de préhumidification. Il peut être épandu en dessous de -10 degrés (Charbonneau, 2006). Cependant, il est le fondant le moins utilisé. Le chlorure de magnésium et le chlorure de calcium sont plus dispendieux.

Les sels de voirie sont épandus à 91% sur les réseaux routiers municipaux, contre 6% pour les trottoirs et 3% pour les aires de stationnement (MTQ, 2021).



Abrasifs



Les **abrasifs** sont un mélange de matière granulaire et de sels (Règlement sur la gestion de la neige, des sels de voirie et des abrasifs, s.d.), servant à augmenter la friction des pneus sur la chaussée.

Grâce aux abrasifs, souvent composés de petites roches ou de sable, la chaussée devient plus adhérente et les risques de glissements sont réduits (Ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des Transports (MTMDET, 2017).



Zones vulnérables



Lorsque la route se situe à proximité d'habitats fauniques ou floristiques d'intérêt, de milieux humides, de milieux hydriques ou encore de sources d'approvisionnement en eau potable, on dit de ces zones qu'elles sont **vulnérables à la contamination au chlorure issu des sels de voirie** (MTQ, 2013).



ENCADREMENT RÉGLEMENTAIRE

Gouvernement fédéral

Selon la Loi canadienne sur la protection de l'environnement, les sels de voirie sont considérés comme des substances pouvant être toxiques (Environnement Canada, 2002). Afin d'encadrer la pratique d'épandage, le gouvernement fédéral a mis au point Le Code de pratique pour la gestion environnementale des sels de voirie (Code de pratique, 2010).

Pour outiller les acteurs du milieu municipal et les entrepreneurs, le gouvernement fédéral, en collaboration avec l'Association des transports du Canada (ATC), a lancé le Guide de gestion des sels de voirie. L'ATC met fréquemment à jour ce document, ainsi que la Synthèse des meilleures pratiques, pour permettre d'analyser les nouvelles initiatives dans ce domaine (Association des Transports du Canada (ATC), 2013).

Si une entreprise ou une organisation utilise plus de 500 tonnes de sels de voirie par an ou qu'il y a la présence d'une zone vulnérable, un plan de gestion des sels de voirie doit être produit, selon la Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999) (Gazette du Canada, 2003).

❄ Un plan de gestion des sels de voirie, qu'est-ce que ça contient ?

1. Politique de gestion des sels de voirie
2. Analyse de la situation : nature, source et qualité des matériaux; épandage; zones vulnérables aux sels de voirie; sites d'entreposage du sable et des sels; sites d'élimination des neiges usées; formation; recherche et essai
3. Documentation : zones de recharge des nappes phréatiques; sources d'eau potable; espèces en péril; cours d'eau à faible débit, etc.
4. Approche proposée : tâches précises, calendriers d'exécution, considérations budgétaires et répartition des responsabilités d'application des meilleures pratiques pertinentes
5. Formation
6. Suivi
7. Examen de gestion : tenu à jour pour assurer sa pertinence

Gouvernement provincial

Alors que le plan de gestion des sels de voirie peut être obligatoire dans certaines circonstances, le gouvernement du Québec propose une approche plus volontaire. En s'appuyant sur la Loi sur le développement durable de 2006, le gouvernement provincial a voulu mettre au point un document qui puisse outiller les administrations municipales dans l'implantation de bonnes pratiques de gestion des sels de voirie. La Stratégie québécoise pour une gestion environnementale des sels de voirie (MTQ, 2019) se déploie en cinq étapes:



L'engagement



La planification (plan de gestion des sels de voirie)



La mise en œuvre



Le monitoring et le suivi environnemental



L'évaluation et l'amélioration





LES IMPACTS SUR LES MILIEUX HUMIDES ET HYDRIQUES

Le transport des polluants chimiques

Les fondants routiers sont souvent dispersés par nébulisation, sous la forme de gouttelettes. Cela signifie que **les sels de voirie vont être projetés hors de la chaussée** avec le vent et le passage des véhicules.

Les fondants routiers permettent **la mobilité des métaux lourds présents** sur le bord des routes. En effet, le chlore permet la biodisponibilité et la mobilité de ces métaux. C'est la réaction entre le chlorure et un cation métallique qui permet la formation de complexes hydrosolubles (Environnement Canada, 2002).

Propriétés physico-chimiques de l'eau et du sol

Les sels de voirie **augmentent la salinité de l'eau**. La différence de densité entre l'eau douce et l'eau salée entraîne une perturbation et un **blocage du brassage saisonnier** des eaux (Sétra, s. d.). Normalement, au printemps et à l'automne, le changement de température de l'eau entraîne un brassage des eaux (Olivier, 2020), ce qui permet son oxygénation. Lorsque l'eau devient trop salée, sa densité augmente, ce qui entrave son mouvement naturel. Cela a pour effet de **diminuer la quantité d'oxygène dans l'eau**.

Les sels de voirie peuvent aussi augmenter le pH du sol jusqu'à 8,4 (Hanes et al. 1976), **entraînant une diminution de l'absorption** de certains éléments essentiels à la croissance des plantes.



Propriétés physico-chimiques de l'eau et du sol (suite)

La **perméabilité du sol décroît** avec l'augmentation de la concentration en sel, pouvant éventuellement aller jusqu'à la formation d'une **croûte de sel** (Lebel, 1992). Conséquemment, l'activité microbienne du sol diminue.

L'augmentation de la concentration en Na⁺ dans le sol peut empêcher les végétaux d'absorber l'ion potassium (K⁺), indispensable à la croissance végétale.

Santé

Les métaux lourds, libérés par les sels de voirie, sont nocifs pour la santé humaine et pour les organismes vivants (Pieper et al., 2018). Une fois présents dans l'écosystème aquatique, ceux-ci **peuvent s'accumuler dans la biomasse à travers la chaîne alimentaire**.

En cas d'infiltration dans les nappes phréatiques, les métaux peuvent se retrouver dans **les eaux de puits destinées à la consommation humaine** (Fournier, 2021).



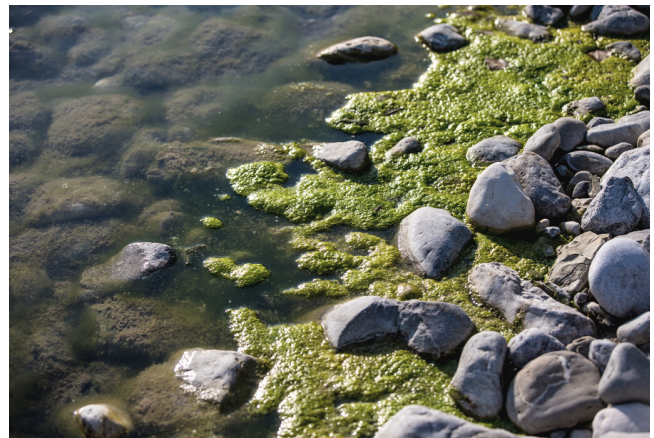
Écosystème

L'apport important des sables abrasifs qui sont acheminés dans les plans d'eau par ruissellement provoque la **sédimentation des milieux aquatiques et le colmatage des frayères.**

En raison du débalancement des propriétés physico-chimiques des écosystèmes, certaines espèces exotiques envahissantes sont avantagées par rapport aux espèces indigènes. C'est, par exemple, le cas du myriophylle à épis.

Dans les écosystèmes aquatiques, les produits comme les **chlorures ont une persistance nuisible qui induit un dérèglement de toute la chaîne alimentaire.**

On observe alors une **eutrophisation** accélérée des plans d'eau, causée par une diminution du zooplancton et une augmentation du phytoplancton (Fournier, 2021).





LES IMPACTS FINANCIERS

Le prix de la tonne de sel peut varier d'un endroit à l'autre. Par exemple, à Saint-Jérôme, la tonne de sel est vendue au coût de 88 \$, tandis qu'elle se détaille à 114 \$ à Mont-Laurier (Bourque, 2021).

D'après le sondage réalisé auprès de 14 municipalités de la MRC des Laurentides, le coût direct de l'entretien hivernal est estimé à 656 \$ par kilomètre de route.

Les municipalités doivent également déboursier des sommes supplémentaires pour la réparation et l'entretien des infrastructures routières puisque les sels de voirie peuvent entraîner leur dégradation prématurée.

Les abrasifs, comme le sable, sont plus difficiles à ramasser au printemps. Leur emploi nécessite un entretien des infrastructures, notamment l'excavation du fond des fossés et le dégagement des ponceaux.

L'entretien des chaussées pendant l'hiver engendre des dépenses importantes.

Ainsi, lorsqu'on implante les bonnes pratiques d'entretien hivernal, le gaspillage des produits est réduit. Les abrasifs et les sels sont optimisés et les opérations de nettoyage sont beaucoup plus rapides. Si les sels de voirie contaminent l'eau en amont des prises d'eau potable, le coût de traitement à la station d'assainissement peut augmenter.

On peut également observer une perte d'usages et de revenus liés au récréotourisme, en raison du vieillissement prématuré des lacs. En effet, on estime que la perte des services écosystémiques reliée à l'eutrophisation des plans d'eau peut s'élever jusqu'à 16,49 millions de dollars US/an. Ceci est notamment vrai en raison de la réduction de la valeur des logements (Douget et al., 2018).

LES BONNES PRATIQUES

Les mesures de prévention

Réduction de la sédimentation

Pare-neige

Dans certains secteurs, les **pare-neige** peuvent être une option pour retenir les bancs de neige. Lors du dégel, les abrasifs seront moins éparpillés et plus faciles à ramasser.

Les zones vulnérables peuvent être priorisées lors de l'implantation de ces protections.

Nettoyage printanier

Pour faciliter le nettoyage des rues, il est important de privilégier l'utilisation des **petites pierres plutôt que du sable** (Robitaille, 2021). En effet, les petites pierres sont plus facilement récupérées par les machines de nettoyage, car elles sont moins dispersées dans les fossés.

Aussi, il est important de prioriser le nettoyage des rues avoisinantes des secteurs vulnérables comme les lacs, les cours d'eau et les milieux humides, afin d'éviter leur sédimentation.

Gestion durable des eaux pluviales

Infrastructures de rétention

Des infrastructures de rétention, comme les **noes végétales**, les **bassins de rétention d'eau**, les **trappes à sédiments** ou encore les **bermes filtrantes**, peuvent être mises en place. Ces aménagements réduisent la vitesse de l'eau, permettant ainsi aux sédiments de se déposer et aux plantes de filtrer les polluants.

L'eau de dégel, chargée de sels et de sédiments, peut alors être traitée en amont avant qu'elle ne rejoigne les milieux naturels.



Aménagement de noes végétales dans le bassin versant de la rivière Saint-Charles (AGIRO, 2021)

ÉCOROUTE D'HIVER

Les mesures de réduction

Le principe des écoroutes d'hiver consiste à **réduire l'épandage de sels de voirie et d'abrasifs**, pour protéger les zones vulnérables, tout en s'assurant de **garantir la sécurité des déplacements**.

Sur les écoroutes, on pratique le **déneigement de niveau 3**, c'est-à-dire qu'on entretient la chaussée sur de la neige durcie. **Les zones à risque**, comme les **courbes, les pentes et les arrêts**, continuent à être entretenues de manière traditionnelle.



Certains tronçons ne peuvent pas être transformés en écoroutes, soit en raison d'un achalandage trop important de véhicules, soit en raison d'une vitesse trop élevée. En somme, les écoroutes peuvent être implantées par une municipalité sur son réseau, à condition que l'on y recense **moins de 500 véhicules par jour à une vitesse de moins de 90 km/h**.



Documents d'accompagnement

Plusieurs documents sont disponibles pour les municipalités qui souhaitent implanter des écoroutes d'hiver. C'est le cas du [Guide des bonnes pratiques d'épandage](#) (MTMDET, 2017). [La Stratégie québécoise pour une gestion environnementale des sels de voirie](#) (MTQ, 2021) et du [Cadre de référence sur les écoroutes d'hiver](#) (MTQ, 2013).

ÉCOROUTE D'HIVER



Pour implanter une écoroute, il est indispensable de **cartographier le réseau routier** en identifiant les **zones vulnérables** et les **zones à risque**.

Au lieu de l'épandage de sels, on privilégie le **grattage de la chaussée** pour amincir la couche de glace, ce qui permet de réduire les risques de trous de glace au printemps lors de la fonte.

Lors des périodes d'alternance entre gel et dégel, l'**épandage d'abrasifs est préconisé**. Ce dernier possède une quantité de sels moins élevée que les sels de voirie, soit environ 1 ou 2 % pour les abrasifs comparativement aux 30 à 40 % contenus dans les sels de voirie.

La préhumidification

Pour faire fondre la glace, les sels de voirie ont besoin d'absorber l'humidité (Giguère, 2016). Pour ce faire, on utilise de **la saumure pour humidifier le sel**, laquelle permettra d'éviter que les sels ne soient transportés et éjectés hors de la chaussée.

Aussi, cette préhumidification avec la saumure permettra au fondant d'être efficace plus rapidement ce qui **réduira la quantité épandue** (MTMDET, 2017).



ÉCOROUTE D'HIVER

Campagne d'information du public

Au préalable

Avant de commencer l'implantation physique des écoroutes sur le territoire, la population doit être préparée psychologiquement à quelques changements.

Pour cela, il est conseillé de **prévenir les citoyen(ne)s** de la volonté de la municipalité de se tourner vers des pratiques écoresponsables d'entretien hivernal. Il est important que les citoyen(ne)s puissent avoir **accès à l'information**.

Cela permettra :



D'expliquer les problématiques actuelles



De démystifier les idées préconçues



De présenter les avantages

Durant l'implantation

Lorsque les premières écoroutes seront mises en place, il sera important d'**accompagner la population** dans l'adaptation de leur nouvel environnement routier.

Les **panneaux** signalisant la présence des tronçons d'écoroutes permettront aux automobilistes de ralentir et d'ajuster leur conduite.

L'implantation d'écoroutes présente une **opportunité pour éduquer** les citoyen(ne)s automobilistes à la **bonne conduite** en situation hivernale et ainsi envisager une **réduction des accidents routiers**.

Ces éléments pourront être abordés dans le cadre d'une **campagne de communication**. Celle-ci pourrait comprendre :

Des **conférences** de presse



Le **partage** d'information via les réseaux sociaux et/ou via une page web



L'implantation de **panneaux informatifs** sur le territoire (Perreault et al., 2014)



La **participation** de **groupes de citoyens** désireux de protéger les milieux naturels, comme les associations de lac



Radio-Canada. (2019). Les sels de déglaceage perturbent les lacs et le milieu naturel. Consulté le 24 novembre 2021, à l'adresse <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1158443/sels-routes-hiver-environnement-lacs-oxygene-vie-probleme-impact>

ÉCOROUTE D'HIVER



Les écoroutes permettent d'utiliser les produits de manière efficace, ce qui réduit le gaspillage.

Même si les municipalités qui ont implanté des écoroutes réduisent généralement la quantité de sels utilisée, il est difficile de prédire la tendance directe du gain financier relié à l'achat de sels et d'abrasifs. En effet, certains hivers peuvent connaître des épisodes de gel/dégel plus nombreux et nécessiter plus d'épandage de sels de voirie. Cependant, la **diminution des impacts sur les infrastructures** et la **diminution du temps de nettoyage des rues** au printemps permet en général de faire des **économies**.

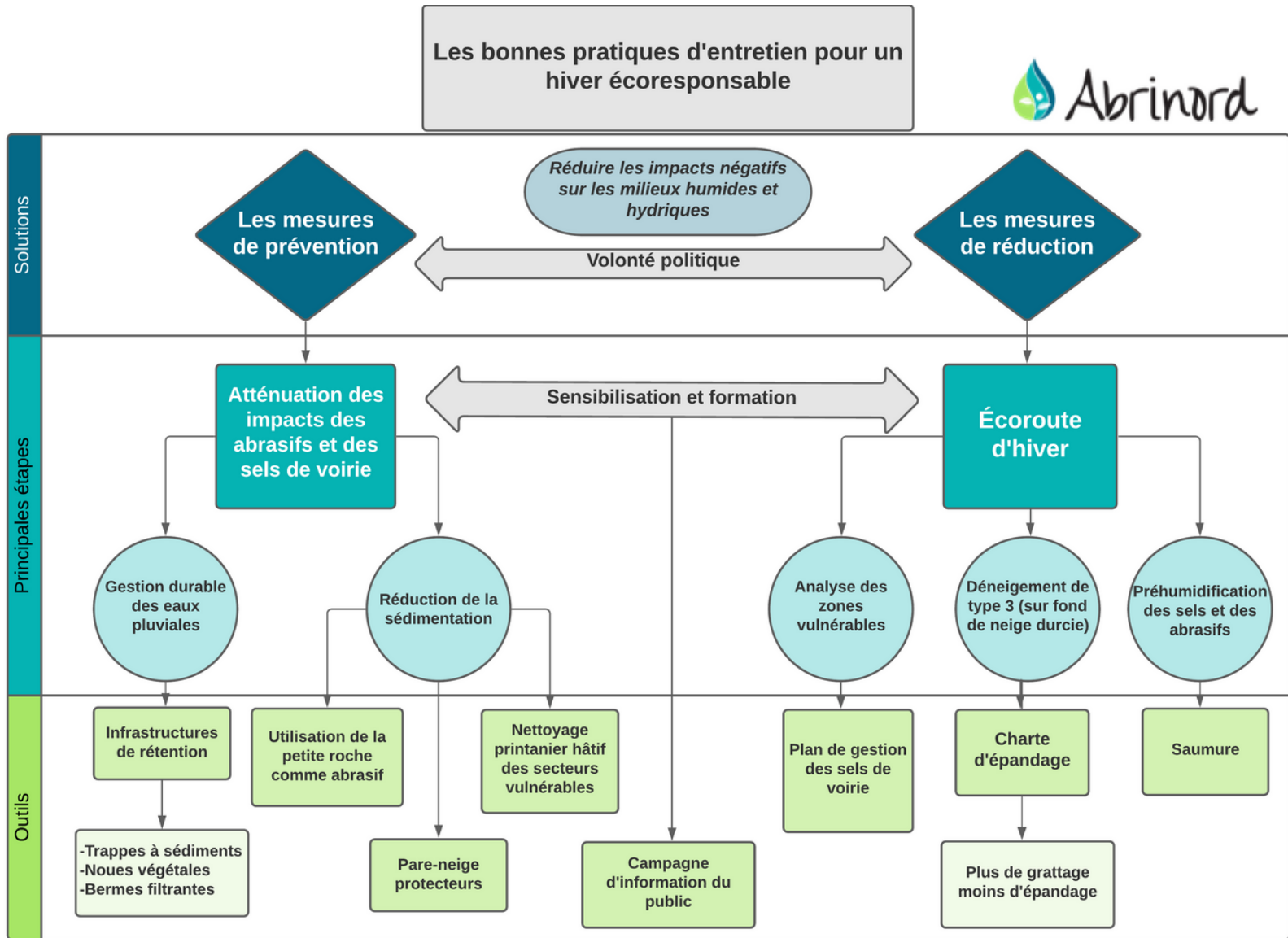
Avantages

- Préhumidification permettant une meilleure **adhérence à la chaussée**
- **Réduction du gaspillage** des sels de voirie et des ressources
- **Protection des milieux humides**, des **lacs** et des **cours d'eau** contre la détérioration prématurée
- **Nettoyage des rues** beaucoup plus rapide au printemps
- Protection des **sources d'eau potable**

Inconvénients

- **Résistance** aux changements
- Identification des zones vulnérables prenant jusqu'à deux ans et nécessitant des **ressources humaines et financières importantes** (Robitaille, 2011)

CLÉ DÉCISIONNELLE



La clé décisionnelle ci-dessus présente les options disponibles pour mettre en place de bonnes pratiques d'entretien hivernal. Elle recense les mesures de réduction, comme le plan de gestion des sels de voirie, ainsi que les mesures de prévention, comme les infrastructures de rétention. Cette clé a été élaborée pour permettre de visualiser facilement les relations entre les processus et les outils à mettre en place.

CONCLUSION

À travers le monde, il n'existe présentement aucune alternative aux sels de déglacage. Les bonnes pratiques d'épandage sont ainsi préconisées par les experts, pour garantir une meilleure utilisation des produits et ainsi réduire le gaspillage et l'impact sur les milieux vulnérables.

Ces bonnes pratiques garantissent la sécurité des automobilistes tout en protégeant l'environnement, mais leur implantation nécessite une volonté politique et la coopération des citoyens.

Les écoroutes sont des mesures de réduction qui sont implantées de manière à protéger les zones vulnérables tout en maintenant l'application de produits dans les zones à risque comme les courbes, les arrêts et les pentes.

Pour compléter ces écoroutes et garantir une protection maximale des milieux humides et hydriques, les mesures de prévention peuvent elles aussi être très efficaces. Grâce aux pare-neige, au nettoyage printanier hâtif et aux infrastructures de rétention, une municipalité peut choisir les meilleures solutions disponibles pour assurer la santé et la sécurité de tous.



RÉFÉRENCES

- Association des Transports du Canada (ATC). (2013). Plan de gestion des sels de voirie. <https://tac-atc.ca/sites/tac-atc.ca/files/site/doc/salt-1-plan-fr.pdf>
- Barbier, L. (2019). Dynamique des flux de fondants routiers et influence sur la pollution routière au sein d'un bassin de rétention-décantation [Doctorat]. Université de Lorraine.
- Bourque, D. (2021, octobre 8). Questions pratiques sur les écoroutes [Téléphone].
- Charbonneau, P. (2006). Sels de voirie: Une utilisation nécessaire, mais lourde de conséquences. *LE NATURALISTE CANADIEN*, 130(1), 7.
- Environnement Canada. (2002). Sels de voirie, Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999).
- Code de pratique: La gestion environnementale des sels de voirie, (2010) (testimony of Environnement et Changement climatique Canada). <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/polluants/sels-voirie/code-pratique-gestion-environnementale.html>
- Douquet, J.-M., Lescot, J.-M., & Terreaux, J.-P. (2018). Chapitre 8. Impacts économiques de l'eutrophisation et instruments économiques pour diminuer ce phénomène.
- Fournier, I. (2021). Salinisation des écosystèmes lacustres par les sels de voirie: Perturbations chimiques et réponses des communautés microbiennes [Doctorat]. Université Laval.
- Gazette du Canada. (2003). Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999), 137(38).
- Giguère, S.-A. (2016). Alternatives aux méthodes de déglacage utilisées au Québec et au Canada [Essai de maîtrise, Université de Sherbrooke]. https://savoirs.usherbrooke.ca/bitstream/handle/11143/9605/Giguere_Sylvie_Anne_MEnv_2016.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- Hanes, R.-E., Zelazny, L., Verghese, K. et Bosshart, R. (1976). Effects of deicing salts on plant biota and soil - Experimental phase. *Highway Research Record*, 88 p
- Lacasse, C. (2014). Étude d'impact des épandages de produits de voirie sur les milieux naturels et stratégie d'intervention durable pour la municipalité de Sainte-Anne-des-Lacs [Étude d'impact]. Université de Sherbrooke. https://www.sadl.qc.ca/wp-content/uploads/2016/01/Rapport_final_SADL.pdf
- Lebel, É. (1992). Le choix et l'utilisation de fondants routiers et leurs impacts sur les sols et la végétation. Essai pour la maîtrise en environnement, Université de Sherbrooke. Sherbrooke, Québec, 87 p.

RÉFÉRENCES

Suite

Règlement sur la gestion de la neige, des sels de voirie et des abrasifs, RLRQ c Q-2, r. 28.2. Consulté 13 octobre 2021, à l'adresse <http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowDoc/cr/Q-2,%20r.%2028.2>

Ministère des Transports, de la Mobilité durable et de l'Électrification des transports (MTMDET). (2017). Guide des bonnes pratiques d'épandage. Gouvernement du Québec. <https://www.transports.gouv.qc.ca/fr/ministere/acces-information-renseignements-personnels/documents-reglement-diffusion/demande-acces/Documents/2017/05/lai-2016-2017-547-guide-bonnes-pratiques-epandage.pdf>

Ministère des Transports du Québec (MTQ). (2013). Les écoroutes d'hiver. https://www.transports.gouv.qc.ca/fr/gestion-environnementale-sels-voirie/Documents/GSV/references-utiles/publications_MTQ/cadre-reference_ecoroute.pdf

Ministère des transports du Québec. (2019). Stratégie québécoise pour une gestion environnementale des sels de voirie. <http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/3737426>

Ministère des transports du Québec (MTQ). (2021). Stratégie québécoise pour une gestion environnementale des sels de voirie -Bilan québécois 2018-2019. Gouvernement du Québec. <https://www.transports.gouv.qc.ca/fr/gestion-environnementale-sels-voirie/bilan-quebecois/Documents/bilan-2018-2019.pdf>

Moffett, E. R., Baker, H. K., Bonadonna, C. C., Shurin, J. B., & Symons, C. C. (s. d.). Cascading effects of freshwater salinization on plankton communities in the Sierra Nevada. *Limnology and Oceanography Letters*, n/a(n/a). <https://doi.org/10.1002/lol2.10177>

Olivier, M. (2020). Chimie de l'environnement (3e édition). Lab Éditions.

Perreault, A., Gagnon, N., & Champagne, F. (2014). L'entretien hivernal des routes: Concilier protection de l'environnement et sécurité routière. 11.

Perron, M. A. (2021, avril 29). POURQUOI AUTANT DE SEL? Les effets néfastes des sels de voirie sur les organismes d'eau douce. Ottawa Riverkeeper | Garde-Rivière Des Outaouais. <https://ottawariverkeeper.ca/fr/pourquoi-autant-de-sel-les-effets-nefastes-des-sels-de-voirie-sur-les-organismes-deau-douce/>

Pieper, K. J., Tang, M., Jones, C. N., Weiss, S., Greene, A., Mohsin, H., Parks, J., & Edwards, M. A. (2018). Impact of Road Salt on Drinking Water Quality and Infrastructure Corrosion in Private Wells. *Environmental Science & Technology*, 52(24), 14078-14087. <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b04709>

Robitaille, J.-P. (2011). Les sels de voirie au Québec: Proposition d'une démarche de gestion environnementale spécifique aux zones vulnérables [Essai de maîtrise, Université de Sherbrooke]. https://savoirs.usherbrooke.ca/bitstream/handle/11143/7434/cufe_Robitaille_JP__12-07-2011_essai216.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Robitaille, J.-P. (2021, octobre 6). Questions environnementales sur les écoroutes [Téléphone].