

# Bulletin d'information sur les travaux en cours au lac Saint-Augustin



Bulletin d'information Vol 1 No 1

## BULLETIN D'INFORMATION SUR LES TRAVAUX EN COURS DANS LE BASSIN VERSANT DU LAC SAINT-AUGUSTIN UNIVERSITÉ LAVAL - MTQ - MDDEP

### Problématique



Au Canada, on estime qu'environ 4,9 millions de tonnes de sels de voirie, dont le plus employé est le chlorure de sodium, sont épan-

du es chaque hiver sur les routes afin d'assurer la sécurité des automobilistes. Les charges annuelles en sels de voirie épanchées sur les routes sont plus fortes en Ontario, au Québec et dans les provinces Maritimes. Une fois épanchés, ces sels pénètrent dans les écosystèmes bordant les routes. C'est en particulier le cas des ions chlorures, dont les rejets sont estimés à 3,0 millions de tonnes chaque année.

Les préoccupations relatives à ces sels de voirie touchent tous les milieux environnementaux du fait de leur dispersion générale dans l'environnement. Ils y pénètrent à la suite de leur entreposage, de leur utilisation et de l'élimination de la neige issue des routes. Ils pénètrent dans les eaux de surface, dans le sol et dans les eaux souterraines après la fonte des neiges. Ils sont dispersés dans l'atmosphère par les éclaboussures, par la pulvérisation d'eau

induite par les véhicules et par la poussière transportée par le vent. Ceci est très problématique du fait notamment du caractère non-réactif des ions chlorures : ils suivent le cycle de l'eau sans retard et sans perte. Cette caractéristique explique que la majorité des ions chlorure qui pénètrent dans le sol et les eaux souterraines peuvent atteindre les eaux de surface et pourront y induire des effets toxiques sur les organismes.

Les plans d'eau les plus sujets aux impacts des sels de voirie sont : les petits lacs ou étangs et les cours d'eau drainant les grandes zones urbanisées, ainsi que les cours d'eau, les milieux humides et les lacs drainant les grands axes routiers. C'est le cas du lac Saint-Augustin, petit lac peu profond et eutrophe, situé en périphérie de la Ville de Québec.

**Au Canada, on estime que 4,9 millions de tonnes de sels de voirie sont épanchées chaque année dont 3,0 millions de tonnes de chlorures.**

# Impacts

Des impacts potentiels dus à un apport trop important de sels dans un milieu naturel



Au Canada, on utilise en moyenne des dosages qui vont de 1 à 3 fois les dosages utilisés aux États-Unis. En général les pays dans des latitudes plus élevées que 39 °N nécessitent des mesures de dégel afin de sécuriser le trafic routier lors des périodes hivernales. Malheureusement, les chlorures de sodium et de calcium ainsi que d'autres éléments traces (cyanures et métaux lourds) trouvent leur voie, par ruissellement et infiltration, vers des cours d'eau et les eaux souterraines. D'après certaines recherches il y a au moins sept impacts réels à court et à moyen terme dû à la présence excessive de sels:

- L'alcalinisation des cours d'eau et des lacs;
- Peut faciliter la mobilisation de macro et micro nutriments et aussi celle de métaux toxiques par des réactions de complexion et d'échanges ioniques;
- Des impacts sur le taux de mortalité et/ou la reproduction des espèces aquatiques;
- L'altération (réduction) de la biodiversité;
- L'invasion des espèces d'eau salée dans de milieux d'eau douce;
- Causer le déséquilibre osmotique.
- Causer la perte de stabilité des sols pouvant induire l'augmentation de l'érosion

Depuis 1999, les sels de voirie qui contiennent des sels inorganiques de chlorure sont considérés comme « toxiques » au sens de l'article 64 de la Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999) (LCPE 1999) et donc on doit chercher à réduire, éliminer ou atténuer ces impacts sur l'environnement.

Par exemple, chez les plantes, ces impacts peuvent se traduire par une réduction du nombre de fleurs et de fruits, des lésions au feuillage, aux pousses et aux racines, une réduction de la croissance et de l'établissement des jeunes plants. La présence des ces sels peut également modifier la structure des communautés végétales et l'apparition d'espèces tolérantes aux sels et envahissant rapidement les fossés des autoroutes comme les quenouilles et le roseau commun.

La présence de sels peut faciliter l'installation d'espèces non indigènes telles que nous l'avons précisée ci-dessus. Qu'en est-il de l'influence de ces sels sur la présence et le développement des cyanobactéries, particulièrement dans le cas de milieux eutrophisés comme c'est le cas pour le lac Saint-Augustin? Les cyanobactéries sont en effet une nuisance sur le plan écologique et sur le plan de la santé publique. Certaines cyanobactéries sont en effet capables de produire des hépatotoxines et des neurotoxines qui à fortes concentrations pourraient entraîner la mort.

# Le Cas du Lac St-Augustin

## La compréhension des enjeux et des solutions proposées

Le lac Saint-Augustin, autrefois un site touristique très visité pour ses activités nautiques et la pêche, est aujourd'hui un endroit interdit pour la baignade due à la prolifération de cyanobactéries. La direction de la santé publique (DSP) recommande d'éviter tout contact avec l'eau du lac. Les cyanobactéries sont une nuisance sur le plan de la santé publique, notamment par leurs toxines causant des malaises gastriques ou dermiques. Certaines cyanotoxines peuvent être tératogènes et peuvent même causer la mort. Cet accroissement de la production algale est relié notamment à l'apport excédentaire de nutriments (phosphore et azote) et autres oligoéléments, provenant des secteurs agricole, urbain et du réseau routier. Le lac Saint-Augustin est jugé hyper-eutrophe. L'eutrophisation n'est pas seulement un dommage à l'écosystème, mais ses effets négatifs touchent l'eau potable, les activités récréotouristiques et la pêche sportive, ce qui provoque des répercussions très significatives sur les plans de la santé humaine et socio-économique de la municipalité et de la région.

Dans le passé, l'élevage et l'agriculture étaient prédominants dans la municipalité de Saint-Augustin-de-Desmaures, en incluant le pourtour du lac et son bassin versant. Les photographies aériennes de 1937 et 1987 montrent le changement d'une occupation par l'agriculture vers une urbanisation intense. Une grande partie de la superficie correspondant au bassin versant du lac a changé de zonage. Particulièrement du côté nord, le réseau de transport, intensifié, par la construction de l'autoroute Félix-Leclerc et le Boul. Wilfrid-Hamel est venu augmenter la charge en contaminants (sels de déglacage et produits abrasifs) dans le ruissellement superficiel et probablement, dans l'écoulement souterrain vers le lac. En effet, le lac Saint-Augustin est alimenté principalement par des sources souterraines et un réseau de drainage intermittent et la décharge du lac Saint-Augustin est tributaire du fleuve Saint-Laurent.

Lac St-Augustin: 1937



Lac St-Augustin: 1987



À la suite de discussions avec le Ministère des Transports du Québec qui est concerné par la problématique d'eutrophisation du Lac Saint-Augustin, des chercheurs du département du génie civil de l'université Laval ont proposé des pistes de solution afin d'atténuer les impacts sur l'environnement de sels dans le bassin versant du lac.

## Un système de traitement adapté aux polluants provenant du réseau routier :

### Lit filtrant et Marais épurateur construit adapté (MECA) à charge élevée en chlorures

Ce projet de recherche a pour objectif de développer un moyen de **contrôle des polluants provenant des réseaux routiers**. La chaîne de traitement proposée vise donc particulièrement un prétraitement adapté à l'enlèvement des contaminants provenant des produits d'entretien du réseau routier ainsi que des contaminants générés par les usagers du réseau. Le système de traitement à étudier serait composé de différentes unités :

- Un bassin de sédimentation et homogénéisation avec lit filtrant;
- Un Marais épurateur construit adapté (MECA).

Chacune des unités cible l'enlèvement de contaminants spécifiques. Ainsi, le bassin de sédimentation et homogénéisation vise l'enlèvement des matières en suspension (MES) et l'égalisation de la charge en polluants. Le lit filtrant vise l'enlèvement des métaux et l'atténuation de la charge en chlorures et de façon plus générale, la réduction de la conductivité électrique. Le MECA vise l'enlèvement des métaux alcalins, des chlorures, du phosphore, des composés azotés et autres contaminants organiques.

Les marais filtrants traditionnels (avec les lits de roseaux et quenouilles à écoulement gravitaire ou les systèmes hybrides avec plantes aquatiques flottantes) ne sont pas suffisamment adaptés pour traiter le problème des sels de déglacage en provenance des réseaux routiers (les chlorures de sodium et de calcium). Ils sont conçus principalement pour le traitement des eaux usées municipales et agricoles et permettent d'abaisser la demande biologique en oxygène, la teneur en matières en suspension, les teneurs en azote et en phosphore ainsi que la teneur en coliformes fécaux. Ils ne permettent cependant pas de réduire les teneurs en sels (chlorures, sodium, calcium). C'est pour ces raisons que nous proposons d'inclure dans notre système de traitement un **MECA** à charge élevée en chlorures.

Le MECA devrait imiter les marais saumâtres ou salins naturels. Il comportera ainsi des **plantes halophiles** (plantes ayant une préférence pour les milieux saumâtres ou salins) caractérisées par une forte capacité de rétention des sels (plantes dites succulentes). Au Québec,

plus de 315 plantes vivants dans les marais salins sont identifiées dont plusieurs sont des halophytes succulentes avec une forte affinité pour les chlorures, l'iode et le brome. À titre indicatif, la végétation dominante dans les marais salins au Québec est composée par *Spartina patens*, *Spartine alterniflore* avec *Triglochin maritima*, *Glaux maritima*, *Limonium nashii*, *Distichlis spicata*, *Solidago sp.*, *Atriplex sp.*, *Plantago maritima*.

## Les projets du volet recherche

Des projets de recherche et développement visent à identifier les meilleurs **matériaux pour la construction du lit filtrant** et le choix de meilleures plantes pour la construction du MECA en vue de retenir la charge polluante d'une façon efficace. Le bassin versant du lac Saint-Augustin sert de plate-forme de démonstration pour ce projet pilote.

Des essais de laboratoire visant à déterminer les capacités d'absorption et de rétention des chlorures, calcium et sodium avec des plantes halophiles succulentes seront réalisés au laboratoire en Environnement du Département de génie civil de l'université Laval et au laboratoire de Biologie du Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec (CEAEQ)

Les plantes halophiles sélectionnées sont échantillonnées dans des marais saumâtres ou salins naturels puis transplantés au laboratoire. Au terme d'une exposition de 30 à 50 jours à une eau riche en sels de voiries (NaCl) et en phosphore, les plantes seront récoltées, mesurées et lavées. Des analyses de chlorures, sodium et phosphore seront réalisées sur les parties aériennes (tiges), les parties racinaires et le sol pour permettre d'établir un bilan de masse et de déterminer la capacité de rétention de chaque espèce.

Le programme de recherche prendra en considération les **critères de conception et de design** identifiés par une revue des règles de l'art. Par ailleurs, d'autres critères relatifs au contexte de notre projet seront pris en compte :

- Principes de fonctionnement simple (physique, chimique, biologique) des unités de traitement ;
- Choix de matériaux naturels non modifiés ;
- Choix de matériaux économiques ;
- Méthodes écologiques sans impacts néfastes sur l'environnement ;
- Minimisation des opérations d'entretien et de suivi ;
- Optimisation du traitement pour l'élimination des sels de déglacage.

## Recherche de plantes halophiles sur le terrain



---

## Références:

- [1] Environnement Canada - Santé Canada (2001) Liste des substances d'intérêt prioritaire – Rapport d'évaluation – Les sels de voirie, 188 pp. [2] EPA (1998) A handbook of constructed wetlands ISBN 0-16-052999. [3] EPA (1999) Constructed Wetlands for Wastewater Treatment and Wildlife Habitat: 17 Case Studies, EPA832-R-93-005. [4] Lewis W.M (1999) Studies of Environmental Effects of Magnesium Chloride De-icer in Colorado. Department of Transportation. CDOT-DTD-R-99. [4] Sujay, Groffman, Likens, Belt, Stack, Kelly, Band & Fisher (2005) 'Increased salinization of fresh water in the North Easter United States'. [5] R. Galvez-Cloutier, S. Leroueil, G. Dominguez, M-E. Brin and S. Arsenault (2003) "Quality Evaluation of Eutrophic Sediments at St-Augustin Lake, Quebec, Canada" ASTM STP 1442. [6] Galvez-Cloutier, R. S. Leroueil, D. Allier, J. Locat and S. Arsenault (2006) 'A Combined Method: Precipitation and Capping, to Attenuate Eutrophication in Canadian Lakes' , ASTM STP 1482:232-239. [7] Galvez-Cloutier, R., Ize, S. and Arsenault, S. (2002) 'La Contamination des Lacs: manifestations et moyens de lutte contre l'eutrophisation' Vecteur Environnement Vol. 35 no. 6: 18-38.

## L'équipe de recherche et ses partenaires

### Chercheurs

Rosa Galvez (U.Laval)  
Serge Leroueil  
Louis Martel (CEAEQ)  
Gaëlle Triffault-Bouchet (CEAEQ/U.Laval)

Pour nous contacter : [rcloutier@gci.ulaval.ca](mailto:rcloutier@gci.ulaval.ca)

### Chargé de projet :

Yves Bédard, biologiste  
Service des inventaires et du plan / Direction de la Capitale-Nationale, Ministère de Transport du Québec

### Étudiants

Juan Carlos Pérez (MSc)  
Bertran Morteau (MSc)  
Sylvie Leduc (MSc)  
David Chartier (Bacc)  
Véronique Daviau (Bacc)



### Nos partenaires.

