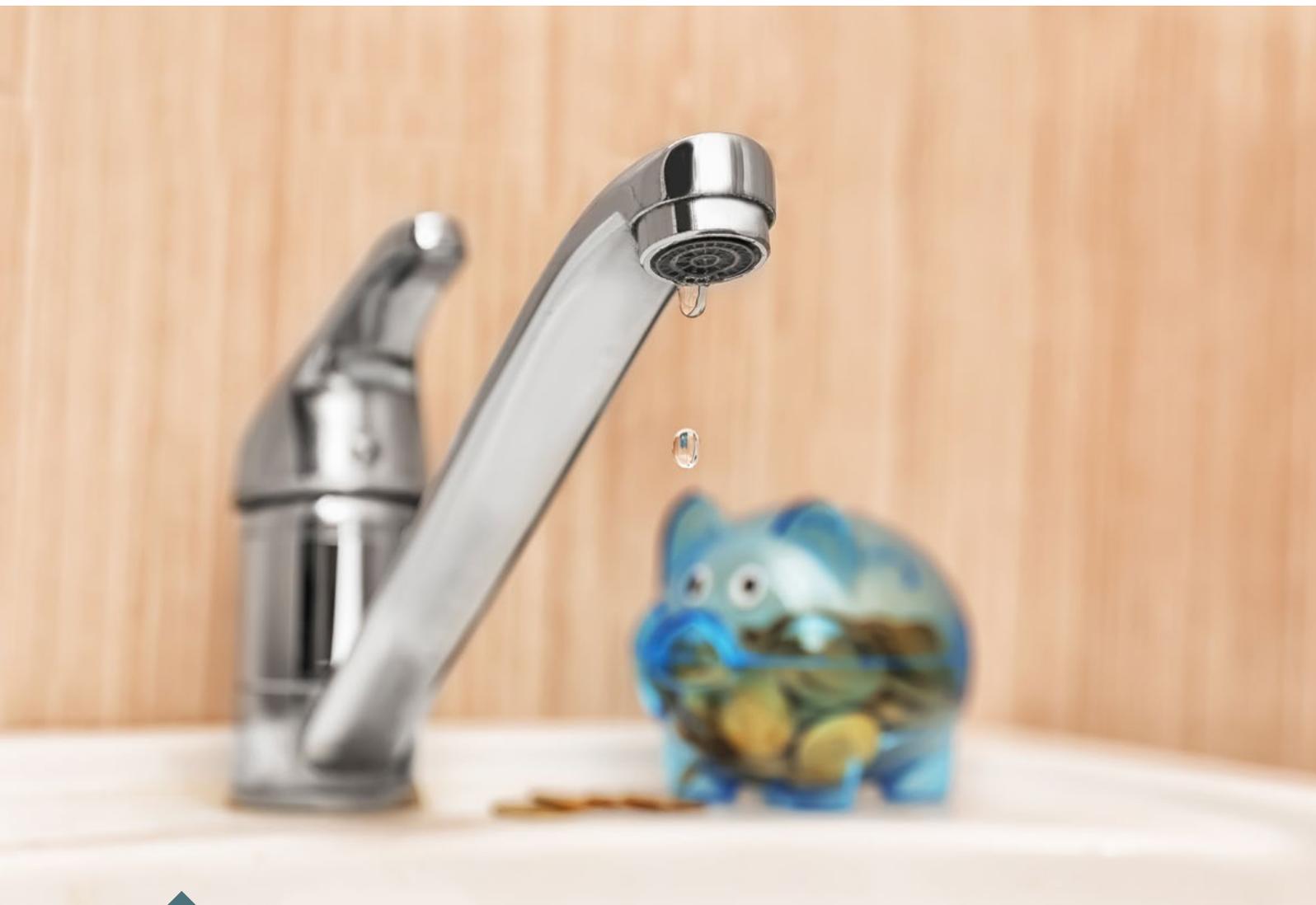


La revue
des spécialistes de
l'environnement
au Québec

Volume 58 • Numéro 1
Mars 2025

Vecteur

Environnement



DOSSIER

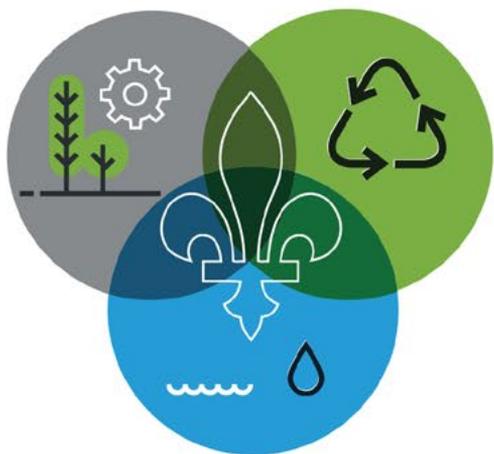
GESTION DES INFRASTRUCTURES EN EAU : ENJEUX ET FINANCEMENT

- Financement des infrastructures en eau : défis, coûts et solutions pour un avenir durable
- Infrastructures d'eau : jongler stratégiquement avec les subventions

PUBLIÉE PAR :

 **Réseau Environnement, catalyseur de l'économie verte au Québec**

Plus important regroupement de spécialistes en environnement au Québec, Réseau Environnement agit comme catalyseur de solutions innovantes pour une économie verte. Carrefour d'informations et d'expertises favorisant l'émergence de solutions environnementales, l'association assure l'avancement des technologies et de la science dans une perspective de développement durable. Elle rassemble des expertes et des experts des domaines public, privé et parapublic qui œuvrent dans les secteurs de l'eau, des matières résiduelles, de l'air, des changements climatiques, de l'énergie, des sols, des eaux souterraines et de la biodiversité.

**COMITÉS >>**

Les comités de Réseau Environnement regroupent des professionnels en environnement membres de l'association. Ils sont créés pour répondre à des enjeux ou à des sujets particuliers soulevés par le cadre réglementaire ou plus largement par le marché de l'environnement. Ils permettent de rassembler autour d'une table des professionnels de divers horizons, tant publics que privés, pour aborder des questions transversales ou sectorielles.

PROGRAMMES >>

Avec plus de 60 ans d'expérience dans la mise en oeuvre de ses programmes d'excellence - tous secteurs confondus -, l'association offre des outils pratiques et accompagne les municipalités dans toutes les différentes phases du développement d'une stratégie environnementale.

**ÊTRE MEMBRE, C'EST :**

- Joindre un comité sectoriel pour partager votre expertise en collaborant à l'élaboration de ressources techniques, de formations et de prises de position afin que les politiques publiques répondent au développement durable;
- Faire partie d'un comité régional et participer au dynamisme de votre région;
- Recevoir *À la Une*, l'infolettre de l'actualité environnementale;
- Recevoir la revue *Vecteur Environnement* trimestriellement;
- Bénéficier d'activités de réseautage et d'événements à tarif préférentiel, comme le salon Americana;
- Être admissible aux prix Distinctions remis annuellement;
- Bénéficier des nombreuses occasions de réseautage, d'un accès au répertoire d'entreprises dans votre secteur et bien plus encore!

**DEVENIR MEMBRE :**

Réseau Environnement
295, place D'Youville
Montréal (Québec) H2Y 2B5



514 270-7110



info@reseau-environnement.com



www.reseau-environnement.com

Dossier

Gestion des infrastructures en eau : enjeux et financement

CHRONIQUES

Tour d'horizon	4
Emploi vert	28
AWWA	42
WEF	44
SWANA	46

Vecteur Environnement

est publiée par :

Réseau Environnement

295, place D'Youville
Montréal (Québec) H2Y 2B5
CANADA
Téléphone : 514 270-7110
Ligne sans frais : 1 877 440-7110
vecteur@reseau-environnement.com
www.reseau-environnement.com

Coordonnatrice de la publication

Hélène Guiton

Comité de direction

Air, Changements climatiques et Énergie : Bertrand de Pétigny, Nathalie Oum et Luc Vescovi

Biodiversité : Christine Ouellet et Stéphanie Pellerin

Eau : Gaëlle Damestoy, Francis Guay, Caroline Ky, Charles Mercier et Jean Paquin

Matières résiduelles : Nada Aloui, Maxime Bergeron-Girard, Gilles Bernardin et Jean-Louis Chamard

Sols et Eaux souterraines : Véronique Brissette, André Carange et Olivier Charbonneau-Charette

AWWA : Guillaume Drolet
WEF : Yvan Breault

Avec la collaboration de :

Emna Braham, Yvan Breault, Guy Caumartin, Guillaume Drolet, Éric Dufour, Yanick Fortier, Mélissa Fredette, Sabrina Ghazouani, Marie-Michèle Giguère, Anne-Marie Hallé, Damase P. Khansa, Caroline Ky, Michèle Laflamme, Patrick Lafrance, Guylaine Lebel, Geneviève Pigeon, Jérémie Poitras, Claudie Ratté-Fortin, Hélène Scheed, Nathalie Sigouin, Connie Vitello.

FINANCEMENT DES INFRASTRUCTURES EN EAU Défis, coûts et solutions pour un avenir durable	6
INFRASTRUCTURES D'EAU Jongler stratégiquement avec les subventions	10
ENTREVUE Passage de flambeau à Polytechnique Montréal Rencontre avec deux passionnés de l'eau	14
SPÉCIAL Balado <i>Ça Va Mieux Qu'on Pense</i> Pour ramener le plaisir dans l'environnement	16
EAU Plan national de l'eau Deuxième plan d'action de la SQE 2018-2030	18
AIR, CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET ÉNERGIE Intensité carbone Un outil pour allier croissance et lutte climatique	20
SOLS ET EAUX SOUTERRAINES Brownie Awards Reconnaissance d'initiatives de réhabilitation	22
BIODIVERSITÉ Projet baleinIdées L'innovation au service de la conservation	24
ARTICLE SCIENTIFIQUE Piéger des microbes pour purifier le sol Boutures d'aulne, une piste ?	30
ARTICLE TECHNIQUE L'Assomption innove dans l'épandage hivernal Faire mieux avec moins	36

Photo de la couverture

Shutterstock

Réalisation graphique
Passerelle bleue, 514 278-6644

Impression
Imprimerie Maska, 1 800 361-3164

Révision linguistique
Véronique Philibert, Révision CEil félin

Dépôt légal
Bibliothèques nationales du Québec
et du Canada
Revue trimestrielle ISSN 1200-670X

Envois de publications canadiennes
Contrat de vente n° 40069038
Réseau Environnement
Prix à l'unité : 15 \$ au Québec

CONSEIL D'ADMINISTRATION DE RÉSEAU ENVIRONNEMENT

Présidente
Geneviève Pigeon
Premier Tech

Vice-président
Martin Beaudry
ASI Services Techniques inc.

Trésorier
Yves Gauthier

Secrétaire
Jean-Luc Martel
École de technologie supérieure

Administrateur
Olivier Joyal
WSP au Canada

Administratrice
Karine Boies
Cain Lamarre

Administrateur
Robert A. Dubé
Atout Recrutement

Administrateur
Simon Naylor
Viridis Environnement

Administratrice
Dominique Anglade
HEC Montréal

Abonnement annuel papier (60 \$) ou numérique (30 \$).

Les auteurs et auteurs des articles publiés dans *Vecteur Environnement* sont libres de leurs opinions. Le contenu de *Vecteur Environnement* ne peut être reproduit, traduit ou adapté, en tout ou en partie, sans l'autorisation écrite de Réseau Environnement.

Imprimé sur Sustana Enviro[®], 140M texte. Ce papier contient 100 % de fibres recyclées durables de Sustana et il est fabriqué avec un procédé sans chlore. Il est désigné par Garant des forêts intactes[®] et certifié FSC[®]. Créer un avenir durable, une fibre recyclée à la fois.



FSC position
pour Maska

PCF



GESTION DES INFRASTRUCTURES EN EAU : ENJEUX ET FINANCEMENT



En octobre 2024, les professionnels du secteur de l'eau se sont réunis lors du Symposium sur la gestion de l'eau. Cet événement a permis d'aborder des enjeux clés, de transmettre de l'information et de renforcer la coopération entre les acteurs provinciaux, tout en stimulant l'échange de solutions face aux défis liés à l'approvisionnement et à l'assainissement de l'eau.



Des conférences ont été animées sur des sujets tels que le traitement des eaux usées, présentant les mises à jour qui encadrent ces procédés, ainsi que l'évolution des pratiques concernant les actifs en eau potable et la préparation d'un plan de gestion. Les participantes et participants ont d'ailleurs été invités à échanger lors d'un panel portant sur

la thématique suivante : « Ce qui se trame au gouvernement : veille réglementaire, programme de subvention, financement des nouvelles technologies ». Enfin, comme annoncé lors de la cérémonie de remise des prix pour nos programmes d'excellence en eau, nous avons constitué – à la fin de l'année 2024 – un comité souhaitant prioriser les solutions face au sous-financement des services d'eau au Québec.

Que ce soit des infrastructures en eau potable, en eaux pluviales ou en eaux usées, le financement devient un enjeu prioritaire. En effet, la croissance démographique rapide de ces dernières années, les changements climatiques et l'inflation connue depuis l'année 2020 ajoutent de la pression sur les instances municipales qui sont responsables de la gestion des infrastructures en eau.

Dans le dossier présenté dans ce numéro de *Vecteur Environnement*, nous aborderons des solutions concrètes et des stratégies de financement. D'abord, le premier article examine les défis et les

coûts liés à la gestion de l'eau dans un contexte de croissance démographique et de pressions environnementales. Les auteurs soulignent l'importance de la collaboration entre les municipalités, les gouvernements et la population pour trouver des solutions durables et efficaces face à un avenir incertain.

Ensuite, le second article – rédigé par Nathalie Sigouin – présente des approches pragmatiques pour maximiser l'utilisation des programmes de financement (comme la TECQ et le PRIMEAU), afin de soutenir les projets d'infrastructures essentielles. Elle met en lumière la nécessité d'une stratégie claire pour choisir judicieusement les programmes qui répondent aux besoins spécifiques de chaque municipalité.

Il est essentiel que nous comprenions non seulement l'ampleur du défi, mais aussi les leviers disponibles pour y répondre. Ce dossier vise ainsi à enrichir notre réflexion collective et à encourager des actions concertées pour assurer un approvisionnement en eau durable et équitable pour les générations à venir.

Nous vous invitons donc à lire attentivement ces deux articles, à réfléchir aux solutions proposées, et à contribuer – chacun à votre niveau – à ce grand chantier pour l'avenir de nos infrastructures en eau.

Dans la continuité de ce dossier, nous sommes heureux de vous donner rendez-vous les 12 et 13 mars 2025 au salon Americana pour aborder l'avenir ainsi que les dernières innovations et tendances en matière d'environnement et de durabilité.

Au plaisir de vous y accueillir,

M. Mathieu Laneuville, ing., M. Sc. A.

Président-directeur général de Réseau Environnement

M^{me} Geneviève Pigeon

Présidente du conseil d'administration de Réseau Environnement

Envie de lecture pertinente en environnement?

Abonnez-vous à *Vecteur Environnement* pour seulement 60 \$ par année!

Vous êtes plutôt du genre techno?

Choisissez la version électronique pour seulement 30 \$.

Visitez le www.reseau-environnement.com.

Vecteur Environnement est publiée quatre fois par année.



RÉCENTES PRISES DE POSITION DE RÉSEAU ENVIRONNEMENT

Mémoire – Modifications proposées aux règlements encadrant la modernisation de la consigne et de la collecte sélective selon une approche de responsabilité élargie des producteurs

Dans le cadre de la 2^e phase de modernisation de la consigne, entrant en vigueur le 1^{er} mars 2025, Réseau Environnement a répondu à la consultation publique du ministère de l'Environnement, de la Faune et des Parcs. Les recommandations concernaient surtout la gestion de l'implantation des lieux de retour. Réseau Environnement conseille de maintenir la cible initiale de 1 500 lieux de retour, tout en prolongeant le délai pour leur implantation afin de mieux refléter la réalité administrative en place. L'association se prononce également pour le maintien du rayon maximal de distance (soit 1 kilomètre) entre les commerces et le lieu de retour associé pour les municipalités locales de plus de 100 000 habitants. Enfin, elle suggère de garder à sept jours maximum le délai de remboursement de la consigne. Le maintien des objectifs initiaux contribuera à favoriser l'accessibilité et à conserver la participation citoyenne.

Lettre – Soutien à l'élaboration d'un standard de l'AWWA sur les lingettes « jetables dans les toilettes »

Le 14 novembre dernier, Réseau Environnement a adressé une lettre de soutien à M. Robert Haller, directeur général de la Canadian Water and Wastewater Association (Association canadienne des eaux potables et usées [ACEPU]).

En tant que section régionale de l'ACEPU et de l'American Water Works Association (AWWA), Réseau Environnement soutient entièrement la collaboration entre ces deux associations nationales pour établir un standard nord-américain visant les lingettes considérées comme « jetables dans les toilettes ». Le développement d'un standard par l'AWWA permettrait de soutenir les municipalités québécoises dans leurs efforts afin de réduire les bris dans les réseaux d'eaux usées causés par ces lingettes et les coûts associés. Cette initiative est de surcroît

complémentaire aux objectifs de Réseau Environnement et de son comité étudiant la problématique des lingettes au Québec dans un mémoire en cours de rédaction.

Mémoire – Participation à la consultation – Ajout proposé de certaines substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées (PFAS) à l'inventaire national des rejets de polluants (INRP)

Le gouvernement du Canada a démarré, le 26 septembre 2024, une consultation publique sur l'ajout de 131 PFAS individuels à l'INRP.

Étant de plus en plus préoccupé par les contaminants d'intérêt émergent et plus particulièrement les PFAS (des substances qui ont des effets sur la santé humaine et les écosystèmes), Réseau Environnement a rassemblé en 2022 un groupe de spécialistes impliqués en environnement. Depuis, l'association a mis en place plusieurs actions afin d'informer les deux paliers gouvernementaux de sa préoccupation quant à cet enjeu, et de les inviter à identifier, à légiférer, à gérer et à réduire l'exposition aux PFAS.

C'est dans ce contexte que Réseau Environnement transmet ses commentaires à l'équipe de l'INRP. Il fait état de trois axes principaux : 1) développer rapidement des méthodes pour identifier les PFAS et établir un indice de toxicité; 2) améliorer les méthodes d'identification et d'échantillonnage en intégrant des tests précis, en vérifiant les importateurs et en collaborant avec les provinces pour définir des standards; 3) en ce qui concerne les exigences de déclaration, le groupe recommande de responsabiliser les générateurs de PFAS, d'allonger les délais pour fournir les données, de prioriser les sites problématiques et de rendre accessibles les informations sur la migration des PFAS dans l'environnement.

Pour consulter toutes les prises de position de Réseau Environnement, visitez le reseau-environnement.com/blog/memoires-1.

ÉVÉNEMENT À VENIR

Cohorte 5 – Formation pour une gestion efficace et pérenne des services d'eau

Réseau Environnement, en partenariat avec le ministère des Affaires municipales et de l'Habitation, a présenté au cours de l'hiver 2024-2025 – dans le cadre de la mise en œuvre de la Stratégie québécoise d'économie d'eau potable – une série de formations pour une gestion efficace et pérenne des services d'eau. Organisée en ligne, la prochaine cohorte en eau aura lieu les 26 et 27 mars 2025. La formation est totalement gratuite et s'adresse aux parties prenantes du monde municipal. Pour vous inscrire, consultez la section « Cohorte 5 – Formation pour une gestion efficace et pérenne des services d'eau » sur le site reseau-environnement.com/event.



Financement des infrastructures en eau

Défis, coûts et solutions pour un avenir durable

La gestion de l'eau au Québec est à un tournant. Avec une population en hausse, des infrastructures vieillissantes et des événements climatiques extrêmes, les municipalités doivent moderniser leurs systèmes tout en limitant les coûts. Ce défi nécessite un effort collectif impliquant les gouvernements, les villes et l'ensemble de la population.



PAR MÉLISSA FREDETTE, ing., M. Ing.
Cheffe de section – Infrastructures et projets spéciaux, Ville de Dollard-des-Ormeaux



PAR YANICK FORTIER
Directeur du Service des eaux,
Ville de Saint-Eustache

ET PAR HÉLÈNE GUITTON
Responsable de la revue
Vecteur Environnement

Selon l'Institut de la statistique du Québec (ISQ), au 1^{er} janvier 2024, près de 9 millions de personnes habitent la province de Québec – c'est 2,5 % de plus qu'en 2023 (ISQ, 2024, p. 11). Cette croissance démographique engendre des défis majeurs sur certains réseaux de distribution d'eau. L'exemple de Saint-Lin–Laurentides est souvent évoqué : municipalité en pleine croissance dans la région de Lanaudière, elle fait face à une grave crise de gestion de l'eau alors que son système d'aqueduc est dépassé. Avec plus de 23 000 habitants et entourée de terres agricoles, la ville connaît une expansion rapide, alimentée par de nouveaux projets résidentiels ; cela a un effet sur la disponibilité en eau, obligeant ainsi les citoyennes et citoyens à utiliser l'eau avec parcimonie. La municipalité de Saint-Lin–Laurentides n'est qu'un exemple ; bon nombre de petites municipalités font face aux mêmes problématiques. Selon Yanick Fortier, directeur du Service des eaux à la Ville de Saint-Eustache : « Nous arrivons

« Nous arrivons à un tournant où l'enjeu principal consiste à informer le grand public que l'eau douce n'est pas éternelle et gratuite. »

à un tournant où l'enjeu principal consiste à informer le grand public que l'eau douce n'est pas éternelle et gratuite. »

Dans la prochaine décennie, une grande ville de la Rive-Nord de Montréal devra envisager et mettre en place une nouvelle source d'approvisionnement en eau potable. L'entente actuelle de fourniture d'eau, qui se termine dans moins de 15 ans, pourrait ne pas être renouvelée, car la Ville pourvoyeuse puise déjà une quantité importante d'eau de sa source, qui sert également à alimenter d'autres municipalités environnantes, augmentant ainsi la tension sur cette ressource naturelle.

Une solution possible serait de se tourner vers les eaux souterraines, ce qui impliquerait des coûts liés à l'installation de nouvelles infrastructures et soulèverait des enjeux supplémentaires en matière de qualité de l'eau. Une autre option pourrait consister à construire une nouvelle usine pour traiter l'eau de surface, mais cela engendrerait évidemment des coûts importants.

Changements climatiques : l'impact sur les infrastructures

Les changements climatiques amplifient également la pression sur la question du financement. En 2006 et 2007, des travaux majeurs ont été réalisés à la source de la rivière des Mille Îles, là où elle rejoint le lac des Deux Montagnes. L'objectif était d'augmenter le débit de la rivière, qui ne recevait alors qu'environ 5 % à 6 % des eaux du lac. À titre comparatif, la rivière des Prairies captait la majeure partie, soit près de 95 %. Cette situation causait des périodes d'étiage sévère dans la rivière des Mille Îles, avec des niveaux d'eau extrêmement bas. Pour y remédier, les autorités ont entrepris de creuser à la source de la rivière, espérant ainsi rétablir un équilibre plus durable entre les deux cours d'eau. Ces travaux devaient garantir un meilleur débit pendant de nombreuses années.

Cependant, l'année 2020 – marquée par un hiver pauvre en neige – a révélé les limites de ces aménagements. Après plusieurs années d'inondations récurrentes autour de la rivière des Mille Îles, la sécheresse est revenue de façon brutale. Les débits observés dans la rivière ont alors atteint des niveaux similaires à ceux d'avant les travaux, remettant en question leur efficacité à long terme. Bien que les travaux aient apporté des améliorations temporaires, ils n'ont pas résisté aux variations extrêmes des précipitations et des températures. L'année 2024 n'a pas été en reste de records : le 9 août dernier, les villes et municipalités du sud du Québec ont été touchées par des pluies diluviennes intenses (Saint-Eustache : 173 mm de pluie en 8 heures; Dollard-des-Ormeaux : 145,25 mm), causant des inondations majeures et d'importants dégâts.

Ces événements illustrent à quel point les infrastructures actuelles sont vulnérables face à des conditions climatiques extrêmes. Pour y remédier, les villes explorent des solutions, comme la biorétention. Cependant, ces initiatives seules ne suffiront pas.

Mise aux normes des infrastructures en eaux usées

Alors que la question de l'eau potable a longtemps été au cœur des préoccupations, les infrastructures de traitement des eaux usées se révèlent être un enjeu tout aussi crucial, tant sur le plan environnemental que sur le plan financier. Actuellement, les cinq plus grandes usines de traitement des eaux usées au Québec, y compris celles de Montréal, font l'objet de mises à niveau majeures. Ces améliorations, qui incluent l'introduction de traitements secondaires et l'utilisation de l'ozone (dans certains cas), représentent des investissements colossaux estimés à plusieurs milliards de dollars.

Ces efforts de modernisation sont essentiels pour répondre aux nouvelles normes imposées par les attestations d'assainissement municipales, lesquelles visent à améliorer la qualité des effluents et à protéger les écosystèmes aquatiques. Pour des villes comme Québec, Longueuil, Laval et Saint-Eustache, ces travaux impliquent des processus de désinfection et des ajustements à des normes plus strictes, notamment pour les coliformes fécaux.



Devenez un acteur clé de la transition socioécologique

Des formations interdisciplinaires à temps partiel et à distance

- Développez une vision globale des enjeux environnementaux
- Accompagnez et mobilisez les organisations et les communautés
- Collaborez à mettre en œuvre des actions concrètes



← Découvrez nos formations
Centre universitaire de formation en
environnement et développement durable



« Bien qu'appliquer une tarification de l'eau semble inévitable pour le secteur résidentiel, l'implantation de cette mesure se heurte à l'opinion publique défavorable. Néanmoins, l'implication de la population est essentielle. »

À Saint-Eustache, par exemple, la norme estivale concernant les coliformes fécaux a été prolongée de deux mois, rendant le respect des nouvelles exigences plus complexe et onéreux, avec un besoin accru de coagulants et un supplément de boue à traiter.

Évaluer les coûts pour envisager des pistes de financement

D'où proviennent les fonds aujourd'hui ?

Les subventions constituent la principale source de financement, couvrant généralement de 70 % à 80 % des coûts des projets d'infrastructure liés à l'eau. Ces sommes proviennent des gouvernements fédéral et provinciaux, permettant aux municipalités de réaliser des travaux indispensables sans alourdir excessivement leur budget. Les municipalités recourent également aux règlements d'emprunt, financés par les taxes locales, pour combler les écarts de financement et garantir la continuité des projets. Certaines villes, comme Saint-Eustache, intègrent aussi des fonds provenant de promoteurs immobiliers, par le biais d'une contribution-promoteur associée à de nouveaux projets. D'autres entament également des discussions sur la création de réserves financières, destinées spécifiquement au remplacement des compteurs d'eau et à la réparation des infrastructures. Cette approche de gestion préventive permettrait d'éviter le recours systématique à des emprunts coûteux pour financer des travaux urgents.

Adopter une gestion décentralisée

Certaines régions adoptent une gestion décentralisée des ressources en eau, un modèle qui pourrait inspirer d'autres municipalités. En Ontario, par exemple, les usines régionales permettent une gestion optimisée, avec des équipes spécialisées et des économies d'échelle. Au Québec, plusieurs petites municipalités, souvent isolées, peinent à recruter du personnel qualifié et à maintenir leurs infrastructures. Une approche plus régionale pourrait alléger ces difficultés tout en améliorant l'efficacité globale.

Mettre en place une tarification

L'une des pistes explorées par les municipalités pour financer les travaux de construction et d'entretien est la tarification plus juste de l'eau. Actuellement, le coût moyen de l'eau au Québec est d'environ 3,9 dollars par mètre cube.

Le calcul des coûts réels de l'eau est essentiel pour informer la population et guider les politiques publiques. Cependant, cela exige des données de qualité sur l'état des infrastructures, les besoins en maintenance et les coûts de reconstruction.

Une tarification moyenne ne reflète pas toujours les disparités locales, d'où l'importance de disposer d'un système normalisé et transparent comme un plan de gestion des actifs en eau. Celui-ci pourrait permettre d'affiner les analyses et de clarifier les coûts réels pour chaque municipalité (afin de ne pas les sous-estimer), ce qui pourrait alors avoir une conséquence sur le tarif fixé. De plus, certaines municipalités ne financent qu'une partie du coût réel de l'eau, et le reste est reporté aux générations futures sous forme de dettes de maintien d'actifs ; cela constitue une part importante du problème, car cette situation entraîne un fardeau financier pour les futurs citoyens.

À Dollard-des-Ormeaux, la Ville a opté – en 2024 – pour un tarif de 0,85 \$ par mètre cube pour les industries, les commerces et les institutions (ICI). Cette décision découle d'une étude comparative explorant plusieurs scénarios et s'appuyant sur les tarifs appliqués dans d'autres villes de l'île de Montréal, notamment dans les secteurs à l'ouest où les habitudes de consommation d'eau sont similaires. L'objectif était de trouver un consensus juste, tout en assurant une équité entre les ICI, la population et la Ville. Cette dernière prévoit que la nouvelle taxe sur l'eau générera environ 600 000 \$ pour la première année, un chiffre aligné sur les dépenses estimées. Cependant, elle reste attentive aux revenus réels et pourrait réévaluer la situation en fonction de l'évolution de la consommation d'eau. La Ville de Dollard-des-Ormeaux dispose actuellement de 215 compteurs d'eau installés dans les ICI.



Installation d'un compteur d'eau dans un immeuble multifonctionnel.

Bien qu'appliquer une tarification de l'eau semble inévitable pour le secteur résidentiel, l'implantation de cette mesure se heurte à l'opinion publique défavorable. Néanmoins, l'implication de la population est essentielle.

Implication de la population : une solution clé

L'un des défis majeurs est de sensibiliser le grand public à la cause et d'informer les parties prenantes sur le rôle qu'elles ont à jouer. Par exemple, en ce qui concerne l'eau potable, afficher le coût de manière claire, même sans facturation, permettrait de conscientiser la population au prix de l'eau.

Les compteurs d'eau constituent un outil essentiel fournissant un portrait juste de la consommation pour garantir une tarification équitable et encourager une utilisation responsable de l'eau potable. Cependant, leur déploiement doit se faire de manière progressive. Une approche fréquemment utilisée consiste à installer des compteurs d'eau sur les nouvelles constructions. Toutefois, les réalités diffèrent d'une municipalité à l'autre. Par exemple, à Dollard-des-Ormeaux, où le territoire est bâti à plus de 98 %, les nouvelles constructions sont rares et l'installation de compteurs d'eau reste volontaire, sans obligation réglementaire. À ce jour, une centaine de compteurs d'eau sont installés dans le parc résidentiel. À Saint-Eustache, bien que le territoire soit également construit à environ 90 %, la réglementation impose l'installation de compteurs d'eau, incluse dans le coût des permis de construction.

Les municipalités doivent également adopter une approche proactive en rencontrant les grands consommateurs (soit les ICI) pour les sensibiliser et les accompagner dans la réduction de leur consommation.

En ce qui concerne les infrastructures d'eaux usées, le fait de renseigner correctement les usagers sur leur installation et l'entretien de leur réseau domestique (clapets antiretours modernes, drains, pompes fiables, etc.) peut avoir un réel impact positif ; cela permet d'éviter les refoulements ou les inondations, notamment lors d'événements climatiques extrêmes. Mélissa Fredette, cheffe de section – Infrastructures et projets spéciaux à la Ville de Dollard-des-Ormeaux, rappelle que : « Le traitement des eaux usées a aussi un coût, plus difficilement mesurable. Il ne faut pas oublier que cela pèse également sur le budget des organismes municipaux. Ainsi, les petits gestes de chacun peuvent avoir un effet significatif. »

Le financement des infrastructures en eau représente un défi souvent invisible, à l'image de l'eau elle-même. Cette ressource, bien qu'indispensable, ne génère pas de revenus directs ni de contrepartie tangible. Contrairement à d'autres secteurs où l'investissement peut se traduire par des retours immédiats et visibles (comme la construction d'une salle multisport), l'eau ne rapporte rien de concret à court terme. Pourtant, il est crucial de comprendre que son financement est un investissement pour l'avenir, permettant de garantir la durabilité et la résilience des

réseaux, tout en assurant un accès équitable à cette ressource vitale pour toutes et tous. Quelle est la clé de la réussite ? Une collaboration étroite entre les gouvernements, les villes et la population. ●

Référence

ISQ (2024). *Le bilan démographique du Québec – Édition 2024*, 104 p. En ligne : statistique.quebec.ca/fr/fichier/bilan-demographique-quebec-edition-2024.pdf.

« Pourtant, il est crucial de comprendre que son financement est un investissement pour l'avenir, permettant de garantir la durabilité et la résilience des réseaux, tout en assurant un accès équitable à cette ressource vitale pour toutes et tous. »



Découvrez où donner une deuxième vie à vos matières recyclables.

Téléchargez l'appli

Télécharger dans l'App Store DISPONIBLE SUR Google Play

RECYC-QUÉBEC
Québec



Infrastructures d'eau

Jongler stratégiquement avec les subventions

La Taxe sur l'essence et la contribution du Québec (TECQ) 2024-2028 étant moins généreuse que la période précédente, les municipalités se tourneront vers le PRIMEAU pour soutenir leurs projets de mise à niveau des infrastructures d'eau. Afin d'optimiser les sources de financement, il est recommandé d'avoir une vue d'ensemble des travaux à réaliser et une stratégie efficace pour cibler le bon programme pour chaque projet.



PAR NATHALIE SIGOUIN, ing., M. Sc. A.
Consultante en stratégies municipales,
NServices
nathalie.sigouin@nservices.ca

Que fait-on d'entrée de jeu avec la TECQ ?

À défaut d'avoir des budgets de fonctionnement suffisants pour les projets essentiels liés aux infrastructures d'eau, on priorisera dans la TECQ (MAMH, 2024a) ce qui ne peut être subventionné par le Programme d'infrastructures municipales en eau (PRIMEAU) (MAMH, 2024b).

Travaux mineurs aux usines d'eau

La priorité 1 de la TECQ 2024-2028 vise la mise aux normes des ouvrages ponctuels d'eau potable et d'assainissement. On réservera donc une somme dans la programmation pour réaliser les travaux de petite ou de moyenne envergure requis dans les usines et les stations de pompage.

Les municipalités s'appuieront sur différents documents pour cibler les besoins, tels que l'attestation de l'installation de production d'eau potable, le plan de protection des sources d'eau potable ou l'attestation d'assainissement.

Activités de planification ciblées

Les activités soutenant la planification sont des plus pertinentes au cours des premières années de la TECQ, puisqu'elles

« Que ce soit pour le PI, le PGA-Eau ou la SQEEP, les seules sources de financement sont la TECQ, d'où l'importance de leur réserver les sommes nécessaires dans la programmation. »

aident à actualiser les données d'état et à identifier les priorités d'action.

Ainsi, la mise à jour du plan d'intervention pour le renouvellement des conduites d'aqueduc et d'égout (PI) devient pratiquement essentielle, car seules les conduites vétustes ou de classe d'intervention D au PI sont admissibles aux deux programmes. On pourra subventionner les honoraires nécessaires à la révision du PI ainsi que les inspections essentielles pour développer les indicateurs dans la priorité 2.

Cette priorité subventionne également les activités menant à l'adoption du plan de gestion des actifs en eau (PGA-Eau) et celles qui soutiennent le respect de la Stratégie québécoise d'économie d'eau potable (SQEEP).

Que ce soit pour le PI, le PGA-Eau ou la SQEEP, les seules sources de financement sont la TECQ, d'où l'importance de leur réserver les sommes nécessaires dans la programmation. Ces trois volets sont d'autant plus stratégiques que des bonifications y sont associées :

- La TECQ intègre une bonification de 5 % pour l'adoption de la démarche du PGA-Eau et de 5 % pour l'adoption du PGA-Eau;
- Le PRIMEAU implique des bonifications de 10 % à 40 % pour le respect du calendrier de production du PGA-Eau et le dépôt de bilans conformes dans le cadre de la SQEEP.

Si ces activités sont relativement mineures dans les municipalités de moyenne et de grande taille, pour les petites municipalités, elles peuvent amputer une bonne partie de la TECQ, ce qui réduit le champ d'action pour la réalisation des projets.

Travaux au choix au bénéfice de toute la collectivité

La majorité des municipalités décide d'affecter 20 % de la subvention à des projets au choix, tels des travaux sur les réseaux qui ne sont pas priorisés au PI ou d'autres de priorité 4. Une des nouveautés de la TECQ 2024-2028 est que ces 20 % peuvent être utilisés pour des activités visant la gestion des actifs en bâtiments municipaux, ainsi que celles liées aux changements climatiques.

Plan pour une
**économie
verte**

PROGRAMME OASIS

AMÉNAGER DES
INFRASTRUCTURES VERTES
POUR S'ADAPTER AUX
CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Obtenez jusqu'à 25 M\$ pour réaliser des projets de verdissement visant à réduire les impacts des vagues de chaleur et des fortes pluies dans votre communauté.

Plus d'infos : [Québec.ca/programme-oasis](https://quebec.ca/programme-oasis)

Votre
gouvernement

Québec

FIGURE 1
Détermination de la TECQ disponible pour les travaux majeurs



L'exercice décrit précédemment est résumé à la figure 1 et il permet de déterminer le solde de la subvention TECQ disponible pour la réalisation des projets liés aux infrastructures d'eau.

TECQ ou PRIMEAU pour vos autres projets ?

Cette question ne peut être répondue sans avoir une idée des besoins liés aux infrastructures d'eau dans l'horizon des deux programmes. La TECQ doit être dépensée entre 2024 et 2028, alors que, pour le PRIMEAU, aucun projet ne pourra être présélectionné après le 31 mars 2028. Il convient donc de déterminer le volume de projets à prévoir dans les quatre prochaines années et d'arrimer les demandes de subvention en tenant compte des échéanciers de réalisation des projets.

Il est à noter que, si une municipalité peut répondre aux priorités 1 (usines), 2 (connaissances) et 3 (remplacements de conduites) avec 80 % de la subvention TECQ, elle ne pourra pas bénéficier du PRIMEAU.

Vos usines impliquent-elles des investissements majeurs ?

Parce qu'une usine d'eau potable ou d'assainissement approche ou dépasse sa capacité ou que certaines composantes ont atteint leur durée de vie utile, la mise à niveau d'une usine requiert une planification qui s'étale sur plusieurs années et nécessite des investissements majeurs.

Pour être admissibles au PRIMEAU, les usines doivent présenter des enjeux de performance avec les débits actuels. Ce programme ne couvre pas les risques anticipés, le développement résidentiel ou l'implantation d'industries, de commerces ou d'institutions.

Ainsi, pour une usine présentant des enjeux actuels, on a généralement avantage à utiliser le PRIMEAU avec des taux de subvention qui varient de 75 % à 95 % selon la taille des municipalités. Si la municipalité souhaite construire une usine pour tenir compte d'un rythme de développement supérieur à celui admissible, les études devront distinguer les portions subventionnables et non subventionnables.

À l'inverse, si le projet de mise aux normes d'une usine ne cadre pas avec les critères d'admissibilité du PRIMEAU, la municipalité devra les prévoir avec la TECQ et se tourner vers le PRIMEAU pour des remplacements de conduites.

Est-il possible de financer de nouvelles usines ?

Le PRIMEAU permet de subventionner l'implantation de nouveaux réseaux pour des résidences principales existantes

et la construction de nouvelles usines. Le pourcentage de subvention s'applique alors sur le coût maximal admissible déterminé à partir de balises économiques décrites au guide PRIMEAU (MAMH, 2024b). Selon les configurations du réseau et les équipements requis, ces balises peuvent abaisser grandement le pourcentage de subventions qu'il est possible d'atteindre, rendant parfois le projet non économiquement viable. Un calcul s'impose!

Et les conduites dans tout ça ?

Les conduites d'aqueduc et d'égout sont admissibles à la priorité 3 de la TECQ et au volet 2 du PRIMEAU. Les priorités d'intervention découlent du PI, mais il est également possible de justifier le remplacement de certaines conduites en raison de leur vétusté, de leur âge ou de leur fragilité lors de travaux d'excavation dans la rue pour le remplacement d'une autre conduite. Les deux programmes financent la séparation des égouts si la conduite d'égout combinée est à remplacer.

Pour optimiser les subventions, chaque rue est analysée en fonction des caractéristiques des conduites et de leur état pour déterminer quels travaux sont admissibles.

Une planification stratégique payante

Les exercices de planification stratégique sont bien connus dans les organisations, mais il n'est pas courant de les associer aux infrastructures. Pourtant, si une municipalité veut combler le déficit sur ses infrastructures d'eau, une approche stratégique – permettant de maximiser les sources de financement – est tout à fait pertinente.

Ainsi, pour les projets prévus dans l'horizon de quatre ans, cet exercice permet de choisir le bon programme pour chaque projet. Il est alors possible de maximiser les sources de financement pour mettre de l'avant les projets essentiels au maintien des actifs de l'eau. ●

Références

MAMH (ministère des Affaires municipales et de l'Habitation) (2024a). *Guide relatif aux modalités de versement de la contribution gouvernementale dans le cadre du programme de transfert pour les infrastructures d'eau et collectives du Québec (TECQ) pour les années 2024-2028*. En ligne : cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/affaires-municipales/publications/infrastructures/tecq/GUI_modalites_versement_tecq_2024_2028.pdf.

MAMH (2024b). *Guide sur le programme d'infrastructures municipales d'eau (PRIMEAU) 2023*. En ligne : cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/affaires-municipales/publications/infrastructures/primeau/GUI_PRIMEAU_juin_2024.pdf.



PME ACTIVES DANS LE DOMAINE DE L'EAU

TESTEZ

votre innovation en milieu réel grâce aux projets de vitrines technologiques en traitement de l'eau.

BÉNÉFICIEZ

d'une aide financière afin de vous conformer aux exigences liées au processus de validation et de reconnaissance des nouvelles technologies.

PROTÉGEZ

la santé publique par l'adoption de technologies propres innovantes!

Vitrine
technologique
en
eau

L'aide financière accordée par l'entremise de ce programme offert par Écotech Québec est rendue possible grâce au ministère de l'Économie, de l'Innovation et de l'Énergie.

SOUMETTEZ VOTRE PROJET

et contribuez à améliorer la qualité de l'eau potable au Québec.

Passage de flambeau à Polytechnique Montréal

Rencontre avec deux passionnés de l'eau



PAR **CAROLINE KY**, ing., M. Sc. A.
Représentante secteur public –
comité sectoriel Eau, Réseau Environnement

En 2024, Yves Comeau, professeur associé au Département des génies civil, géologique et des mines, a pris sa retraite après une carrière consacrée à la protection de l'eau et de l'environnement. C'est maintenant Dwight Houweling qui prend la relève. Retour sur leur parcours et leurs contributions à la recherche environnementale, à travers quelques questions répondues par ces deux experts passionnés.

Yves Comeau est ingénieur civil, diplômé de Polytechnique Montréal en 1980. Il a travaillé comme consultant au Québec, puis a obtenu ses diplômes de maîtrise et de doctorat de l'Université de la Colombie-Britannique sur la déphosphatation biologique des eaux usées. Il a travaillé comme consultant à Vancouver, puis est revenu au Québec afin d'occuper un poste de professeur au Département de chimie de l'UQAM (eau et environnement) en 1989, tout en réalisant en parallèle un postdoctorat en biorestauration des sols contaminés à l'Institut de recherche en biotechnologie. Il a rejoint Polytechnique Montréal en 1992 et y a enseigné pendant un peu plus de 30 ans, soit jusqu'à sa retraite en janvier 2024. Il est maintenant professeur associé pour continuer à exercer des activités de recherche et de consultation ainsi qu'à offrir des services à la communauté en lien avec le traitement des eaux usées.

Dwight Houweling est ingénieur civil diplômé de l'Université Queen's (1999). Après deux ans de travail en génie géotechnique aux États-Unis, il a entrepris un doctorat à Polytechnique Montréal, sous la direction de Yves Comeau, portant sur la nitrification dans les étangs aérés. Par la suite, il a travaillé chez EnviroSim, CH2M HILL (maintenant Jacobs) et Suez, où il a joué un rôle clé dans le développement d'innovations liées aux biofilms et aux boues densifiées. Avant de rejoindre Polytechnique en novembre 2024, Dwight travaillait chez Dynamita, où il a notamment mené le développement d'un modèle mécaniste de lagunage pour le logiciel SUMO™.

Questions à Yves Comeau

Qu'est-ce qui vous a motivé à enseigner ?

Le désir de transmettre mes connaissances m'a motivé à enseigner afin de contribuer à repousser les frontières du



savoir, dans le but de protéger et d'améliorer la qualité de l'environnement en formant une relève motivée et compétente.

Cette démarche s'inscrit dans une perspective de développement durable en éclairant les grands défis planétaires reliés aux changements climatiques, à la perte de biodiversité et aux contaminants d'intérêt émergent.

Quelle est votre plus grande fierté ou réalisation en tant que professeur à Polytechnique ?

Ma plus grande fierté réside dans la formation d'ingénieurs et de scientifiques compétents, curieux et passionnés qui contribuent à protéger l'environnement face aux importants défis planétaires liés aux pressions de l'humanité sur les ressources finies de notre planète bleue.

Cette formation passe par l'enseignement et aussi par la recherche en impliquant des étudiantes et étudiants à tous les cycles (baccalauréat, maîtrise, doctorat et postdoctorat) et autres chercheurs pour la réalisation de projets concrets en collaboration avec une grande variété de partenaires (universitaires, municipaux, gouvernementaux et industriels) et d'autres organisations.

Je suis particulièrement fier d'avoir contribué à la formation du Centre de recherche, développement et validation des technologies et procédés en traitement des eaux (CREDEAU), en 2003, avec des collègues d'un consortium – constitué de Polytechnique Montréal, de l'Université de Montréal, de l'École de technologie supérieure et de l'Université McGill –, qui a permis d'obtenir des fonds fédéraux et provinciaux ayant donné accès à d'importantes infrastructures de recherche, dont les retombées continuent de porter fruit 20 ans plus tard.

Quels sont les plus grands défis que vous avez vécus en tant que professeur à Polytechnique ?

Jongler avec le délicat équilibre entre les tâches d'enseignement, de recherche et de services à la communauté (interne et externe), tout en gardant du temps pour la famille, le sport et les loisirs, ce qui constitue un défi permanent.

Que diriez-vous aux jeunes pour susciter leur intérêt à poursuivre une carrière en traitement de l'eau ?

Œuvrer dans le domaine du traitement de l'eau est une façon concrète de contribuer à la société. L'eau et l'assainissement constituent l'un des 17 objectifs de développement durable (ODD) de l'Organisation des Nations Unies, l'eau jouant aussi un rôle essentiel pour l'atteinte des 16 autres ODD.

Le traitement des eaux usées permet la récupération des ressources de l'eau (p. ex. : eau, nutriments, énergie, biosolides) et la protection du milieu récepteur, et a une incidence sur la production d'eau potable.

Quelles sont les qualités de l'ingénieur en traitement de l'eau de demain ?

Un point commun parmi les étudiantes et étudiants en génie de l'environnement – tant au premier cycle qu'aux cycles supérieurs – est d'être animé par la volonté de contribuer activement à préserver et à améliorer la qualité de l'environnement et de la santé humaine.

Quels conseils donnerez-vous à votre successeur, Dwight Houweling ?

J'inviterais Dwight à partager sa passion pour le traitement de l'eau avec les étudiantes et étudiants afin de former et de recruter des personnes motivées pour réaliser des projets de recherche innovants, stimulants et utiles pour la société et notre précieuse planète bleue.

Questions à Dwight Houweling

Qu'est-ce qui vous motive à enseigner ?

Pour moi, enseigner fait partie intégrante de l'apprentissage. Selon la méthode de Feynman, maîtriser un sujet implique de savoir l'expliquer simplement, même à un enfant. J'ai toujours

trouvé ça stimulant : une source d'idées et de perspectives. Et, bien sûr, il y a le plaisir de transmettre ses connaissances, en espérant qu'elles soient mises en pratique par d'autres !

Quels sont les axes de recherche que vous privilégieriez pour faire avancer le domaine du traitement de l'eau ?

La mise aux normes des procédés de lagunage et la modélisation des lagunes sont très pertinentes au Québec, une continuation de mon travail précédent. Je me concentrerai aussi sur les biofilms, notamment sur membranes aérées, et sur l'intensification des procédés de boues activées. La respirométrie et la visualisation des bilans de masse m'intéressent également.

Quels sujets pensez-vous mettre en avant dans votre enseignement ?

La modélisation est idéale pour enseigner les principes de l'épuration biologique. Elle permet aux étudiantes et étudiants de mener des expériences virtuelles, développant leur intuition en conception et en optimisation. Cependant, les modèles mathématiques ignorent parfois les réalités du terrain, par exemple les bris d'équipement ou les problèmes de moussage. Les activités en laboratoire de procédés de traitement des eaux permettront d'aborder ces défis.

Que diriez-vous aux jeunes pour susciter leur intérêt à poursuivre une carrière en traitement de l'eau ?

L'eau est essentielle à la vie et à notre avenir. Travailler dans ce domaine permet de contribuer de manière significative à la société, une contribution dont on peut être fier.

Quelles sont les qualités de l'ingénieur en traitement de l'eau de demain ?

L'ingénieur doit maîtriser son domaine, comprendre les principes de base et collaborer efficacement avec un écosystème varié d'intervenants, tant des spécialistes que des généralistes.

Avez-vous une question à poser à Yves ?

Beaucoup de questions... Je les lui pose chaque semaine, notamment sur des enjeux stratégiques et de leadership : comment créer un groupe de recherche aussi dynamique que le sien ? ●

« L'eau est essentielle à la vie et à notre avenir. Travailler dans ce domaine permet de contribuer de manière significative à la société, une contribution dont on peut être fier. »

– Dwight Houweling

Balado *Ça Va Mieux Qu'on Pense* Pour ramener le plaisir dans l'environnement



PAR GENEVIÈVE PIGEON
Présidente du conseil d'administration de
Réseau Environnement

De nos jours, la façon de s'informer se transforme; on va de plus en plus sur le Web pour se tenir au courant. Quel est le type de contenu qui connaît la plus grande croissance? Le balado! Ça tombe bien, car c'est la proposition du duo qui anime *Ça Va Mieux Qu'on Pense*, épaulé par Enviro Connexions.

C'est le 14 février 2024, jour de la Saint-Valentin, qu'a été diffusé le premier épisode du balado *Ça Va Mieux Qu'on Pense*. Ce n'est pas un hasard, car l'environnement a vraiment besoin d'amour. Piloté par Bianca Bernard et Grégory Pratte, cet espace d'échange permet de mettre en lumière des personnes qui améliorent notre monde à la hauteur de leurs moyens. Concrètement, cela se traduit par le choix des invités et les sujets traités. Mais encore? En rendant le sujet plus attrayant ou plus « sexy » – comme Bianca se plaît à dire –, en parlant des angles morts en toute transparence, et en prenant le temps d'apporter toutes les nuances nécessaires qui permettent de mieux saisir les enjeux et les défis que l'on rencontre comme société. Dans ce balado, les coanimateurs ne marchent pas sur des œufs; ils sont prêts à ébranler les colonnes du temple au besoin. Et tout ça, bien entendu, dans le plaisir.

Quels sont les sujets de prédilection?

Le balado aborde une variété de sujets, notamment la biodiversité, l'économie, le recyclage, les changements climatiques, et plus encore. Dans la première saison, il a notamment été question de souveraineté alimentaire avec Jean-Martin Fortier, de l'importance de réinventer les écoles avec l'architecte Pierre Thibault, de l'économie du partage avec Fauve Doucet, ainsi que de gaspillage alimentaire et d'économie circulaire avec Lysandre et Pierre-Olivier de The Pretty Ugly Company.

Au cours de la saison 2, Tommy Bouillon a partagé sa vision de la gestion des matières résiduelles dans le secteur de la construction, de la rénovation et de la démolition. Son objectif est de détourner 99,5 % des briques destinées à l'enfouissement avec Brique Recyc. Vous trouvez cela ambitieux? Sachez que



sa proposition plaît tellement qu'elle s'implante partout au Québec, à l'étranger, et même jusqu'en Europe!

Jules Foisy Lapointe, de GoRecycle, a pour sa part expliqué pourquoi il est important de ne pas recycler les appareils réfrigérants n'importe comment. Il a également été question des défis liés à la mise en place d'une responsabilité élargie des producteurs (REP). On sait qu'il y a une REP importante qui s'en vient en 2025 – avis aux intéressés, cet épisode pourrait vous inspirer!

L'espoir c'est bien, l'action c'est mieux

Avoir un regard lucide et savoir mettre de côté ses lunettes roses, c'est un autre des défis lancés par le duo de coanimateurs du balado. Oui, il y a bien des trucs qui ne tournent pas rond. Oui,

« En rendant le sujet [l'environnement] plus attrayant ou plus « sexy » – comme Bianca se plaît à dire –, en parlant des angles morts en toute transparence, et en prenant le temps d'apporter toutes les nuances nécessaires qui permettent de mieux saisir les enjeux et les défis que l'on rencontre comme société. »

on voudrait tous que ça bouge plus rapidement. Oui, certains diront même que d'aller trop rapidement en environnement se traduirait par un retour à l'âge de pierre. Mais, pour plusieurs personnes, la question demeure : « Par où commencer ? » Chaque invité donne des pistes de solutions, partage son expérience, raconte sa vie, un peu comme si on assistait à une conversation entre amis. Il arrive même parfois qu'un débat s'installe, mais toujours dans l'empathie et l'humour. *Ça Va Mieux Qu'on Pense* c'est plus qu'un simple balado ; c'est un manifeste pour un avenir positif dans lequel l'espoir et l'action vont de pair.

Ensemble et unis, tout est possible!

Produire un balado de cette qualité, ça prend des moyens. Pensons à la recherche, à la coordination, à la location du studio, aux caméras, au montage, à la diffusion et au partage sur les médias sociaux – ça prend des gens passionnés pour y arriver. Et, bien entendu, cela nécessite également des moyens financiers. Avant même qu'un seul épisode soit tourné, Enviro Connexions – expert en gestion des déchets – a tenu à épauler ce projet. Comme le mentionne Anne-Marie Hallé, directrice des affaires publiques chez Enviro Connexions : « Ce projet s'inscrit parfaitement dans notre démarche, qui vise à participer à l'enrichissement des discussions en environnement. »

Rares sont les balados au Québec qui peuvent affirmer avoir carte blanche. Si l'on veut vraiment décrypter les enjeux environnementaux et passer à l'action, la liberté est de mise. Les coanimateurs peuvent également compter sur la précieuse collaboration de deux partenaires de diffusion, soit Réseau Environnement et le Conseil des entreprises en technologies environnementales du Québec (CETEQ), qui font rayonner le balado parmi leurs membres. C'est vraiment un travail d'équipe, un véritable cercle vertueux.

Vulgariser pour mobiliser

Rendre simple ce qui est compliqué, c'est tout un défi. En effet, l'environnement est un univers plein de nuances et de

subtilités. Comment faire comprendre aux gens le réel pouvoir qu'ils ont de changer les choses? Comment mobiliser des gens paralysés par la peur et l'écoanxiété? La proposition de *Ça Va Mieux Qu'on Pense* est simple : échanger avec des gens qui partagent de l'information et qui vont même jusqu'à réimaginer le futur en utilisant des mots simples et faciles à comprendre. Ce balado positif donne le goût de prendre soin de soi et de sa communauté. Bref, de se mobiliser pour contribuer au bien commun.

Comment se faire du bien?

Les épisodes sont diffusés sur toutes les plateformes audios disponibles au Québec, notamment Spotify et BaladoQuébec. Une version vidéo est disponible sur la chaîne YouTube de *Ça Va Mieux Qu'on Pense*. Des moments forts sont également partagés sur Instagram, Facebook, TikTok et LinkedIn ; pour ne rien rater, abonnez-vous aux différents comptes! Et, surtout, parlez-en à vos amis et à l'ensemble de votre réseau, car les bonnes nouvelles doivent circuler.

Si vous désirez contribuer à bâtir une grande communauté en cocréation, ce balado est là pour vous. De plus, n'hésitez pas à contacter les coanimateurs si vous avez des invités à proposer! De belles collaborations sont à venir... Restez à l'affût! ●

« Comme le mentionne Anne-Marie Hallé, directrice des affaires publiques chez Enviro Connexions : "Ce projet s'inscrit parfaitement dans notre démarche, qui vise à participer à l'enrichissement des discussions en environnement." »

Americana 2025
Grand Quai du Port de Montréal

Forum sur l'environnement et
Salon international des technologies environnementales

Les 12 et 13
mars 2025

Organisé par Réseau Environnement

Plan national de l'eau

Deuxième plan d'action de la SQE 2018-2030



PAR MARIE-MICHÈLE GIGUÈRE, M. Env.
Conseillère en gouvernance de l'eau,
MELCCFP

Le 17 septembre 2024, le gouvernement du Québec procédait au dévoilement du Plan national de l'eau : une richesse collective à préserver (MELCCFP, 2024). Financé par le Fonds bleu et doté d'un budget de 500 millions de dollars, le Plan national de l'eau met de l'avant près d'une quarantaine de mesures pour faire face aux défis actuels et futurs dans le domaine de la gestion de l'eau et de la conservation des milieux aquatiques.

La SQE et des plans d'action

Le gouvernement du Québec a lancé, en 2018, la Stratégie québécoise de l'eau 2018-2030 (SQE) pour répondre aux enjeux émergents et tenir compte de l'évolution des défis grandissants en matière de gestion de l'eau dans le but d'en améliorer la protection (MELCCFP, 2018a). La SQE découlait d'une réflexion gouvernementale importante qui tenait compte des expériences passées, en plus de s'appuyer sur une vaste tournée de consultation. Cette stratégie se déploie en plusieurs plans d'action successifs qui viennent définir les mesures spécifiques à mettre en œuvre.

Faisant suite au Plan d'action 2018-2023 (MELCCFP, 2018b), qui a permis la réalisation de 63 mesures, le Plan national de l'eau : une richesse collective à préserver constitue le deuxième plan d'action de la SQE (MELCCFP, 2024). Celui-ci propose près d'une quarantaine de mesures, réparties selon sept grandes orientations, ainsi qu'un ensemble de mesures spécifiques aux Premières Nations et Inuit. Financé par le Fonds bleu, le Plan national de l'eau est doté d'une enveloppe de 500 millions de dollars et se terminera en 2028.

Fonds bleu

Le Fonds bleu, créé en 2023, a pour objectif le financement de mesures visant à assurer la protection, la restauration, la mise en valeur et la gestion des ressources en eau. Ce fonds étant spécifiquement consacré à l'eau, son financement provient



– en partie – de la redevance exigible pour l'utilisation de l'eau, dont le taux a été substantiellement augmenté en janvier 2024.

Une approche collaborative

L'élaboration du Plan national de l'eau est le fruit d'un important travail de cocréation qui s'est échelonné sur plus d'un an et auquel plusieurs organismes ont contribué, dont les membres du Forum d'action sur l'eau. Initialement lancé en mars 2021 pour renforcer la coordination de l'action gouvernementale dans le domaine de l'eau, le Forum d'action sur l'eau vise à mieux arrimer les priorités du gouvernement avec celles des acteurs locaux et régionaux. Sous la présidence de M^{me} Agnès Grondin, adjointe parlementaire du ministre de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs et députée d'Argenteuil, et coordonné par le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP), le Forum d'action sur l'eau regroupe une vingtaine d'organisations membres, issues des secteurs municipal, environnemental, économique et scientifique, dont Réseau Environnement.

Bien que principalement portées par quatre ministères – soit le MELCCFP, le ministère des Affaires municipales et de l'Habitation,

le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation et le ministère des Ressources naturelles et des Forêts –, les mesures du Plan national de l'eau seront mises en œuvre en sollicitant la contribution de nombreux collaborateurs issus des milieux municipal, environnemental, économique, scientifique et de la gestion de l'eau.

Des mesures concrètes

Les mesures du Plan national de l'eau regroupent un large éventail d'initiatives et de modes d'intervention. Parmi ceux-ci, on trouve des programmes d'aide financière visant, entre autres, la protection des sources d'eau potable, les installations individuelles pour les eaux usées, la gestion des eaux pluviales, l'installation ou la réfection de stations de nettoyage d'embarcations pour la lutte contre les espèces aquatiques envahissantes, et la mise en œuvre d'actions en lien avec les plans directeurs de l'eau et les plans de gestion intégrée régionaux.

Les mesures du Plan national de l'eau permettront aussi de soutenir la recherche, le développement et la diffusion des connaissances sur divers sujets, dont les contaminants d'intérêt émergent, les microplastiques, la réduction à la source des contaminants non domestiques rejetés dans les ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées, les projets d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines et la science citoyenne.

Des outils prévisionnels et d'aide à la décision concernant les zones inondables, les étiages et les quantités d'eau disponibles



M^{me} Agnès Grondin (à gauche), adjointe parlementaire du ministre de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs, présidente du Forum d'action sur l'eau et députée d'Argenteuil, et M. Benoit Charette (à droite), ministre de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs, en compagnie des membres du Forum d'action sur l'eau.

« Bien que principalement portées par quatre ministères [...], les mesures du Plan national de l'eau seront mises en œuvre en sollicitant la contribution de nombreux collaborateurs issus des milieux municipal, environnemental, économique, scientifique et de la gestion de l'eau. »

seront conçus, de même que des outils tels que des campagnes de sensibilisation et de prévention sur l'eau et sur les espèces aquatiques envahissantes. Des initiatives en agroenvironnement – comme la restauration de bandes végétalisées, la gestion durable des eaux de lavage, la réduction de l'usage des pesticides et la mise en place de méthodes n'utilisant pas de pesticides – verront également le jour.

Le Plan national de l'eau prévoit aussi des mesures de soutien à l'innovation pour l'amélioration des procédés dans le secteur des pâtes et papiers, et des mesures visant la gestion durable de l'eau dans le secteur de la transformation alimentaire. Enfin, il vise également à soutenir les efforts de mobilisation déployés par les organismes de bassins versants, les organismes responsables de la gestion intégrée de la rivière des Outaouais ainsi que les tables de concertation régionale du Saint-Laurent, afin d'assurer et de renforcer la gestion intégrée des ressources en eau au Québec.

Une approche axée sur les résultats

Chacune des mesures du Plan national de l'eau est dotée de cibles et d'indicateurs permettant d'assurer un suivi rigoureux et d'en mesurer les retombées concrètes. Un bilan des résultats sera produit annuellement et diffusé sur la page Web de la Stratégie québécoise de l'eau.

Pour en savoir davantage sur les différentes mesures du Plan national de l'eau, consultez le site Web du ministère dès maintenant (MELCCFP, 2024)! ●

Références

MELCCFP (2018a). *Stratégie québécoise de l'eau 2018-2030*. En ligne : environnement.gouv.qc.ca/eau/strategie-quebecoise/strategie2018-2030.pdf.

MELCCFP (2018b). *Plan d'action 2018-2023 de la Stratégie québécoise de l'eau 2018-2030*. En ligne : environnement.gouv.qc.ca/eau/strategie-quebecoise/plan-action2018-2030.pdf.

MELCCFP (2024). *Plan national de l'eau : une richesse collective à préserver*. En ligne : environnement.gouv.qc.ca/eau/strategie-quebecoise/plan-national-eau.pdf.

Intensité carbone

Un outil pour allier croissance et lutte climatique



PAR **EMNA BRAHAM**
Présidente-directrice générale, Institut du Québec
braham@institutduquebec.ca

Pour les prochaines décennies, le Québec a choisi de relever deux grands défis : créer de la richesse et contrer les changements climatiques. Ces objectifs sont d'autant plus exigeants que le Québec affiche un retard économique par rapport à ses voisins et partenaires, et parce que les moyens déployés jusqu'ici ne lui permettront pas d'atteindre ses cibles de réduction de gaz à effet de serre (GES).

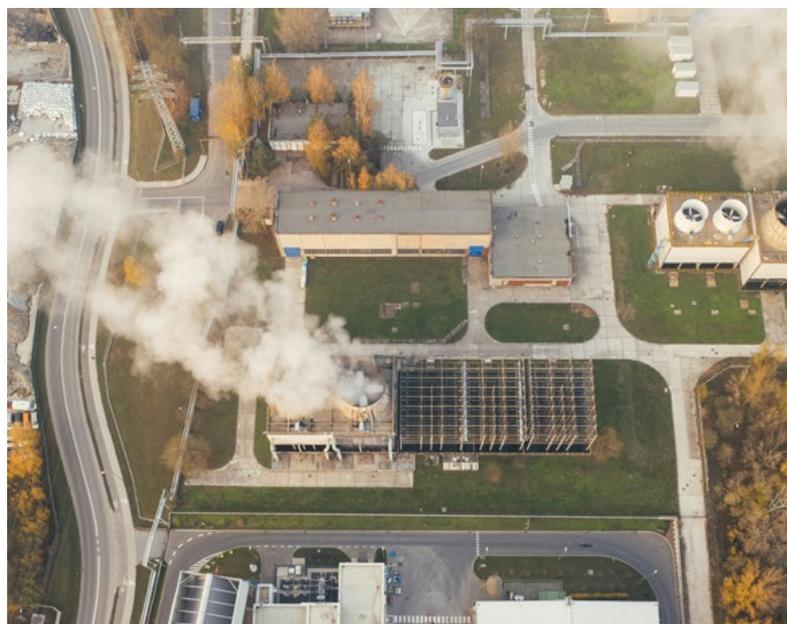
Ces enjeux sont complexifiés par le fait que les mesures pour soutenir la croissance peuvent entrer en contradiction avec les efforts de décarbonation, et que les politiques publiques peinent parfois à intégrer les deux démarches et ne disposent pas d'outils pour y parvenir.

Intensité carbone : un concept peu utilisé au Québec

Le rapport produit par l'Institut du Québec (IDQ, 2024) intitulé *Créer de la richesse tout en décarbonant : mission possible ?* – soutenu financièrement par le Fonds d'action et de sensibilisation pour le climat d'Environnement et Changement climatique Canada – tente de combler cette lacune en proposant un cadre d'analyse permettant de concilier les objectifs de création de richesse et de décarbonation du Québec, à travers le concept d'intensité carbone, un outil qui n'est pas encore utilisé dans la prise de décision au Québec.

Cet indicateur mesure les émissions de GES par unité d'activité économique. Plus concrètement, il s'agit du rapport entre le volume d'émissions de GES (mesuré en tonnes de CO₂) et la taille de l'économie qui génère ces émissions (mesurée en millions de dollars de PIB).

Cette intensité est estimée en utilisant les projections démographiques et de croissance économique du Conference Board du Canada jusqu'en 2045. Les émissions de GES proviennent de différentes sources gouvernementales (Ressources naturelles Canada, Statistique Canada, ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et



des Parcs) selon le type d'analyse effectuée. Pour l'analyse sectorielle, ce sont les données d'émissions des comptes des flux physiques de Statistique Canada qui sont utilisées pour estimer l'intensité carbone par industrie.

Une trajectoire qui n'atteint pas ses cibles

Selon les estimations de l'IDQ, entre 1990 et 2022, l'intensité carbone du Québec a diminué de moitié, passant de 337 à 172 tonnes de GES par million de dollars de PIB. Cette baisse remarquable s'explique notamment par deux facteurs : l'économie québécoise produit davantage de services et moins de biens, et les entreprises ont optimisé leur consommation de ressources pour demeurer compétitives.

Toutefois, si le Québec maintient son rythme actuel de réduction, son intensité carbone atteindrait 144 tonnes par million de dollars en 2030. Pour réaliser ses objectifs de décarbonation, la province devra accélérer ses efforts et viser plutôt 99 tonnes par million de dollars d'ici 2030 (figure 1).

En effet, même si on a observé depuis trois décennies un certain découplage entre l'activité économique et les émissions de GES (c'est-à-dire que la courbe de croissance des émissions ne suit plus celle de la croissance), il n'en reste pas moins que ce découplage est incomplet : tandis que la croissance économique a été forte, les émissions ont faiblement diminué.

Conserver l'avantage « vert »

Mais si, en plus, le Québec cherche à rattraper son retard économique (notamment avec l'Ontario), une accélération de la croissance devrait s'accompagner d'une accélération de la réduction de l'intensité carbone.

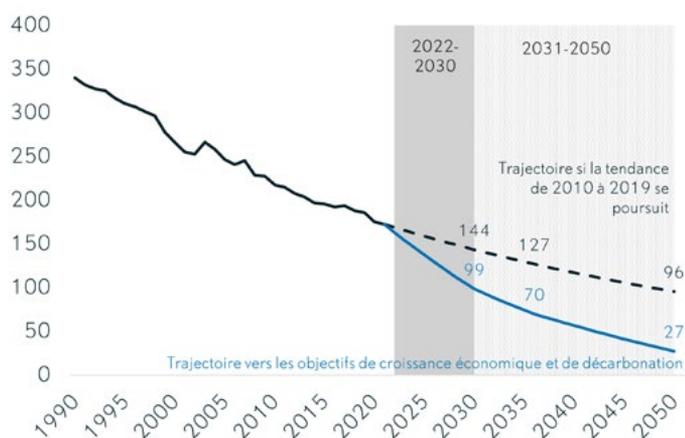
Déjà, le Québec perd du terrain par rapport à l'Ontario. La comparaison est révélatrice : entre 1990 et 2022, l'Ontario a réduit son intensité carbone de 56 % (de 398 à 173 t/M\$) contre 49 % pour le Québec (de 337 à 172 t/M\$). Si chaque Québécois émet en moyenne 1,4 tonne de moins de GES que son voisin ontarien, cet avantage apparent s'explique uniquement par un PIB par habitant plus faible. À richesse égale, les deux provinces afficheraient les mêmes émissions par habitant. L'avantage vert du Québec par rapport à l'Ontario semble donc fragile.

Déjà, pour atteindre ses cibles de décarbonation, le Québec devra mettre les bouchées doubles. Pour rattraper l'Ontario, il devra mettre les bouchées quadruples. Pour concrétiser sa double ambition d'atteindre à la fois un niveau de richesse égal à celui de l'Ontario et la carboneutralité d'ici 2050, la nouvelle trajectoire à emprunter pour le Québec devrait le conduire à une intensité carbone de 27 t/M\$ en 2050, soit bien en dessous des 96 t/M\$ auxquels mènerait la trajectoire actuelle.

Une analyse par industrie révélatrice

Grâce à un traitement inédit des données économiques et environnementales, l'IDQ a pu effectuer une analyse des trajectoires de l'intensité carbone non seulement pour l'ensemble de l'économie québécoise, mais aussi pour 11 différentes industries de la province. La sélection des secteurs s'est effectuée en fonction de la disponibilité des données en premier lieu. Elle s'est aussi fondée sur le poids de leur PIB et de leurs émissions de GES par rapport au total des industries.

FIGURE 1
Trajectoire de l'intensité carbone au Québec (1990 à 2021) et projections (2022 à 2050) (émissions de GES/PIB réel – tonnes d'équivalent CO₂/M\$ constants de 2017)



Sources : Inventaire québécois des émissions de GES, MELCCFP ; Statistique Canada, Tableau 36-10-0222-01 ; Conférence Board du Canada.

Dans leur ensemble, les 11 secteurs choisis représentent 76 % des GES émis par les industries québécoises et le tiers de leur PIB global.

Cette analyse a permis de classer ces industries en trois groupes en fonction de leur performance en ce qui a trait à la trajectoire de l'intensité carbone.

Un premier groupe atteint les objectifs recherchés, qui consistent à concilier la croissance économique et la baisse de l'intensité carbone qui repose sur une baisse des émissions de GES. C'est le cas du commerce de gros, de la fabrication, et d'un de ses sous-groupes, soit la fabrication du bois.

Un deuxième groupe affiche une croissance économique et une baisse de l'intensité carbone, mais celle-ci ne tient pas à une baisse réelle des émissions de GES, mais plutôt à une croissance de ces émissions inférieure au rythme de leur activité économique. Leur performance est mitigée du fait que la dissociation souhaitée entre l'évolution de leur PIB et leurs émissions de GES ne s'est pas effectuée depuis 2009. En d'autres mots, leur intensité carbone a bel et bien diminué, mais pas suffisamment pour voir leurs émissions de GES baisser. Il s'agit des secteurs des cultures agricoles et de l'élevage, de la construction, de la première transformation des métaux (principalement l'aluminium), ainsi que du transport par camion.

Le troisième groupe comprend les industries où la croissance économique s'est accompagnée d'une augmentation de l'intensité carbone. Pour trois d'entre elles, l'augmentation de leurs émissions de GES a même été supérieure à la croissance de leur PIB. C'est le cas de l'extraction minière, du ciment et du béton, et du matériel de transport. La situation du secteur de la fabrication du papier est toutefois différente. La hausse de son intensité carbone s'explique par la baisse de son PIB, et non pas par ses émissions de GES, puisque celles-ci ont diminué entre 2009 et 2021.

Intensité carbone : intégration aux politiques publiques

Pour intégrer efficacement le concept d'intensité carbone aux politiques publiques québécoises, le gouvernement pourrait l'utiliser comme indicateur clé dans l'établissement et le suivi de cibles sectorielles de décarbonation, tout en l'incorporant aux critères d'attribution des ressources (comme les blocs d'électricité) et aux programmes de soutien aux entreprises. Cet indicateur permettrait de mieux coordonner les objectifs économiques et environnementaux, en mesurant la capacité des différents secteurs à créer de la richesse tout en réduisant leurs émissions de GES.

Le Québec ne peut se contenter de réduire ses émissions ou de stimuler son économie en vase clos – il doit exceller sur les deux fronts simultanément. L'intensité carbone lui donne une boussole pour y parvenir. ●

Référence

IDQ (2024). *Créer de la richesse tout en décarbonant le Québec : mission possible? Information économique facilitant les trajectoires vers la carboneutralité*. En ligne : institutduquebec.ca/publications/creer-de-la-riche-esse-tout-en-decarbonant-le-quebec-mission-possible.

Brownie Awards

Reconnaissance d'initiatives de réhabilitation



PAR **CONNIE VITELLO**
Éditrice, *Environment Journal*, Actual Media Inc.
connie@actualmedia.ca

Les Brownie Awards (2025) – événement présenté par le Canadian Brownfields Network – honorent des projets de réhabilitation et de redéveloppement de friches industrielles ou de sites contaminés, tout en répondant aux enjeux environnementaux et économiques. Témoignage d'un membre du jury sur les projets québécois primés ces dernières années.

Vous connaissez une station-service abandonnée dans votre ville ou un ancien site industriel en friche? Avec la bonne équipe de projet et une bonne dose de persévérance, ces terrains pourraient être transformés en nouvelles résidences, en aires commerciales ou en parcs, contribuant à la revitalisation de la communauté et créant des revenus de taxes pour la municipalité. Voilà le prisme à travers lequel des équipes dévouées voient un potentiel pour des milliers de propriétés à travers le Canada.

Ces friches contaminées et inutilisées ou sous-utilisées – ou « sites avec une personnalité » comme certains aiment les appeler – sont habituellement situées dans un milieu urbain et industriel. Les projets de redéveloppement font face à plus d'obstacles que des travaux réalisés sur des terrains non contaminés; ils nécessitent, entre autres, l'implication de plusieurs parties prenantes et beaucoup d'expertise. Toutefois, ils engendrent de nombreux bénéfices :

« Avec la bonne équipe de projet et une bonne dose de persévérance, ces terrains pourraient être transformés en nouvelles résidences, en aires commerciales ou en parcs, contribuant à la revitalisation de la communauté et créant des revenus de taxes pour la municipalité. »



« Le redéveloppement de ces sites contaminés en friche amène de nouvelles perspectives pour créer des communautés dynamiques dans un environnement sain », mentionne Christopher De Sousa, professeur à l'École de planification urbaine et régionale de l'Université Toronto Metropolitan et président du jury des Brownie Awards.

Brownie Awards : 25 ans de reconnaissance

Cet événement annuel constitue un forum pour la reconnaissance des projets extraordinaires, des individus et des politiques dans ce domaine qui ont permis de transformer des sites à travers le Canada. Le programme de prix, présenté en partenariat avec le Canadian Brownfields Network et Actual Media Inc. (société mère de *Environment Journal*), vient de célébrer son 25^e anniversaire.

Jean Paquin travaille dans le domaine de l'environnement depuis 1975, et chez Sanexen depuis 40 ans. Il s'implique dans différentes initiatives et organisations en environnement, dont Réseau Environnement, et agit comme membre du conseil de *Environment Journal* :

« Ma première expérience avec les Brownie Awards a eu lieu en 2003, alors que notre client ICI Canada (auparavant la CIL) a soumis notre projet de réhabilitation de leur ancienne usine de solvants chlorés à Shawinigan. Sanexen venait de terminer – dans le cadre du programme Revi-Sols – la réhabilitation du site ciblé pour revitaliser en secteur commercial cette partie de la ville. Notre client avait remporté le prix d'innovation technologique et de réhabilitation durable en raison d'un procédé original qui permettait de réduire considérablement les coûts. Je m'étais rendu à Kitchener avec le représentant de notre client, M. Richard Kenno. Cela m'a permis de rencontrer beaucoup de gens intéressants et de me familiariser avec plusieurs autres initiatives méritoires. »

Vingt ans plus tard, il a été invité à devenir membre du jury des Brownie Awards :

« Cela implique de comprendre l'ensemble des critères dans la douzaine de catégories et d'évaluer une quarantaine de soumissions. Dans mon cas, cela impliquait de sortir de ma zone de confort pour considérer des questions d'urbanisme, de programmes gouvernementaux, de collaboration ad hoc entre des organisations et bien d'autres choses. Il s'agit d'une expérience enrichissante », ajoute M. Paquin.

Projets impliquant des équipes du Québec

Depuis 2003, plusieurs équipes québécoises ont pris part à des projets qui se sont vu octroyer un prix. Voici quelques-uns d'entre eux :

- **2003** : comme mentionné précédemment, le projet d'ICI Canada – qui a permis de revitaliser une partie de la ville de Shawinigan – a été reconnu pour son approche innovatrice ;
- **2004** : la Cité des arts du cirque, à Montréal, a été reconnue comme un modèle pour le renouvellement de la communauté en utilisant une approche verte pour donner un nouveau caractère à cette partie d'un ancien site d'enfouissement municipal ;
- **2009** : la réhabilitation d'un ancien dépôt de produits pétroliers, à Victoriaville, a été reconnue pour l'approche durable appliquée. La réhabilitation durable de la promenade Samuel-De Champlain de la Commission de la capitale nationale du Québec a aussi fait grande impression ;
- **2012** : la conversion d'une ancienne manufacture aérospatiale en secteur résidentiel, à Montréal, a reçu un prix pour la réhabilitation durable ;
- **2019** : la réhabilitation par Sanexen de l'ancien site de production de dichloroéthane de Pétromont, situé à Varennes, a été reconnue pour son innovation technologique ;
- **2020** : le prix prestigieux Brownfielder of the Year a été octroyé à M^{me} Josée Samson de la Ville de Montréal. Membre de longue date de la communauté canadienne des *brownfields*, elle a travaillé comme ingénieure en environnement à la Ville à partir de 1992. Son leadership a permis à Montréal de relever plusieurs défis à travers l'évolution des politiques environnementales. Elle a milité auprès des instances provinciale et fédérale pour un meilleur financement de la réhabilitation de sites, et a œuvré au développement d'une base de données avec près de 8 000 échantillons de sol, un prérequis important pour le redéveloppement de sites contaminés. Toujours en 2020, le projet du Parc d'entreprises de la Pointe-Saint-Charles a été reconnu pour le redéveloppement de 123 hectares de terrains contaminés, et pour permettre un accès public futur aux rives du fleuve Saint-Laurent ;
- **2021** : le projet majeur de l'échangeur Turcot, à Montréal, a été reconnu pour sa complexité, incluant la gestion d'un incroyable volume de 3,2 millions de mètres cubes de sol contaminé, une grande majorité ayant pu être conservée au site grâce à une approche d'analyse de risques, tout en

maintenant le trafic quotidien de 300 000 véhicules, et en reconstruisant 145 km de routes ;

- **2024** : le projet de réhabilitation et de redéveloppement de Vivenda, à Montréal, a reçu une reconnaissance pour son approche innovatrice ayant permis la réalisation simultanée des travaux de réhabilitation in situ et de la construction d'un immeuble de condominiums résidentiels. Finalement, l'édition spéciale du 25^e anniversaire a reconnu les efforts de longue date du programme de réhabilitation des sites militaires fédéraux désaffectés au Nunavut (voir la photo ci-dessous).

« J'ai été particulièrement heureux lorsque Qikiqtaaluk, le partenaire inuit de Sanexen au Nunavut, a remporté le prix pour son travail réalisé au cours des 25 dernières années pour retourner à la nature les territoires traditionnels de chasse et de pêche d'une dizaine de sites fédéraux où étaient situées des bases de radars de la ligne DEW durant la guerre froide, affirme M. Paquin. En somme, les Brownie Awards constituent une célébration des meilleurs efforts pour réhabiliter et redévelopper des sites contaminés inutilisés, et regroupent une communauté enthousiaste d'acteurs dans ce domaine d'activité important au Canada. » ●

Photo de la page 22 : Base de radar de la Ligne DEW à Cape Dyer, au Nunavut, été 2011. Source : Qikiqtaaluk Environnement.

Référence

Brownie Awards (2025). *Brownie Awards 2024*. En ligne : brownieawards.ca.



L'équipe de projet au Nunavut et celle de Sanexen ont été récompensées lors de l'édition spéciale du 25^e anniversaire des Brownie Awards (de gauche à droite) : Catalin Cenan, Carolyn Alexander, Myriam Cadotte, Harry Flaherty, Jennifer Godin et Raphaël Gagnon.

Projet baleinIdées

L'innovation au service de la conservation



PAR **PATRICK LAFRANCE**
Vice-président national, Écologie et Évaluation
d'impact environnemental, WSP au Canada
Patrick.LaFrance@wsp.com



ET PAR **MICHÈLE LAFLAMME**
Gestionnaire principale / chargée de projet,
Géospatial et solutions numériques,
WSP au Canada

WSP dirige l'une des cinq équipes ayant participé à baleinIdées, une initiative fédérale visant à développer des solutions pour aider à la protection des baleines noires de l'Atlantique Nord. Ce projet, dirigé par l'Agence spatiale canadienne, utilise des technologies pour détecter et modéliser les déplacements de l'espèce pour réduire les risques de collisions avec les navires et l'enchevêtrement dans les engins de pêche.

Depuis 1970, les baleines noires de l'Atlantique Nord (BNAN) sont inscrites sur la liste des espèces menacées d'extinction. Avec une population estimée à moins de 400 individus, il est crucial d'agir rapidement pour prévenir leur déclin. Les principales causes de mortalité de ces baleines sont les collisions avec les navires et les enchevêtrements dans les engins de pêche commerciale (NOAA Fisheries, 2024).

Le projet baleinIdées – dirigé par l'Agence spatiale canadienne (ASC), en collaboration avec Pêches et Océans Canada et Transports Canada, et auquel a participé WSP – s'attaquait directement à ces problèmes en développant une technologie de détection et de modélisation prédictive en temps quasi réel. WSP était aux commandes d'un projet visant à modéliser la présence des BNAN dans le golfe du Saint-Laurent.

Modélisation basée sur des données quasi en temps réel

Le consortium de WSP – incluant DHI, le Canadian Whale Institute (CWI), l'Université Dalhousie et l'Institut des sciences de la mer de l'Université du Québec à Rimouski – a collaboré au développement d'un système de soutien à la décision (SSD) permettant aux utilisateurs de lancer et de visualiser les résultats



des modèles prédictifs sur une interface de cartographie interactive Web. Ce système comprend notamment l'intégration de divers modèles, tels qu'un modèle hydrodynamique, un modèle dynamique d'habitat, des modèles basés sur les agents (baleines) et un modèle prédictif de trafic maritime. Ces modèles combinés permettent de générer des cartes interactives illustrant les risques potentiels de collisions durant les 12 prochaines heures. Le déploiement éventuel de ce type de système pourrait potentiellement permettre une gestion proactive du trafic maritime soutenant la conservation des BNAN.

L'intégration de modèles écologiques prédictifs et la gestion complexe de données en temps réel représentent une innovation importante dans la science de la conservation. Développé à partir de modèles universitaires et commerciaux éprouvés, ce nouveau système est le fruit d'une collaboration fructueuse entre les secteurs privé et universitaire, une formule gagnante selon l'ASC.

Bénéfices pour l'environnement

La plateforme du SSD ne se contente pas de soutenir les efforts de conservation des baleines noires de l'Atlantique Nord mis en place par le gouvernement canadien. Elle pourrait également renforcer les efforts de surveillance sur le terrain et de recherche en identifiant de potentiels nouveaux habitats. Les baleines, en tant qu'espèces migratrices, voient leur domaine

vital changer en raison des modifications climatiques. Les fonctionnalités prédictives des habitats favorables intégrées dans le SSD pourraient ainsi aider à suivre et à surveiller l'espèce en identifiant de nouveaux habitats potentiels, auparavant non détectés par les méthodes d'observation in situ.

Cette avancée ouvre non seulement la voie à une meilleure protection des BNAN dans les zones actuellement ciblées par les efforts de conservation, mais aussi dans les nouvelles zones où l'espèce pourrait migrer en raison des changements de son habitat favorable liés aux modifications climatiques.

Une mise en œuvre complexe

La complexité de ce projet réside avant tout dans la coordination entre divers partenaires et spécialistes de domaines variés. Pour prédire avec précision les déplacements des baleines dans le golfe du Saint-Laurent et évaluer les risques de collisions, la solution globale devait intégrer des paramètres comportementaux, environnementaux et océanographiques. Le SSD s'est révélé être un projet ambitieux, nécessitant l'expertise de spécialistes en écologie marine, en océanographie, en intelligence artificielle et en modélisation.

L'équipe mise sur pied par WSP a dû gérer et analyser une multitude de données provenant de diverses sources pour le développement des différents modèles. En complément, une analyse approfondie de la littérature, soutenue par les recommandations du CWI, a permis de déterminer les paramètres et les seuils essentiels à intégrer dans le modèle de simulation des déplacements et des comportements des baleines.

Un impact économique durable

Bien qu'il reste plusieurs étapes à franchir, le projet présente des avantages économiques potentiels importants. En anticipant les mouvements des baleines noires de l'Atlantique Nord, il permettrait aux parties prenantes de planifier leurs activités en conséquence. Les activités commerciales dans le golfe du Saint-Laurent seraient ainsi favorisées et pourraient devenir plus durables. En évitant les collisions de leurs navires, les entreprises canadiennes pourront se déplacer plus facilement et atteindre leurs destinations, une sécurité au profit de la rentabilité. La plateforme du SSD pourrait aussi éventuellement être adaptable pour la conservation d'autres espèces de mammifères marins dans le fleuve Saint-Laurent.

Le projet baleinIdées a remporté de nombreux prix, dont les suivants : les Prix d'excellence et Prix Breton de l'intendance environnementale aux Prix canadiens du génie-conseil de l'Association des firmes de génie-conseil – Canada 2024; le Grand Prix dans la catégorie Environnement aux Grands Prix du génie-conseil québécois 2024; le Prix Mention du Jury au Gala EnviroLys 2024; et le Highly Commended – Digital Innovation Award aux Sustainability Delivery Awards 2024 d'Environment Analyst. ●

Photo de la page 24 : WSP aide le gouvernement canadien à protéger les baleines noires de l'Atlantique Nord, en voie de disparition, grâce à une technologie de détection. Source : © Tony / Adobe Stock.

Référence

NOAA Fisheries (2024). 2017-2024 North Atlantic Right Whale Unusual Mortality Event. En ligne : fisheries.noaa.gov/national/marine-life-distress/2017-2024-north-atlantic-right-whale-unusual-mortality-event.



La plateforme développée par WSP permet de prédire les déplacements des baleines jusqu'à trois jours à l'avance et de réduire les risques de collisions avec les navires.

Contribuer aux solutions d'avenir par la recherche en environnement



Qu'est-ce que la FQRE?

La **Fondation québécoise** de la recherche sur l'environnement, qui a fêté ses 35 ans d'existence en janvier 2023, se donne un nouveau souffle. Grâce à votre soutien, la FQRE entend soutenir la recherche en environnement et la promotion de solutions prometteuses face aux grands défis environnementaux de notre époque.

À l'instar de Réseau Environnement - l'association qui l'a fondée en 1987 et qui forme le plus important regroupement de spécialistes en environnement au Québec - la FQRE aspire à agir comme catalyseur de l'économie verte au Québec, en soutenant la recherche et l'avancement des solutions et des pratiques environnementales émergentes, innovantes et prometteuses.

Notre vision

D'ici 10 ans, par le soutien à la recherche et au transfert des savoirs, la FQRE aura réussi à accélérer la mise en œuvre de solutions aux problèmes environnementaux du Québec.

Notre mission

Ayant pour principal objectif de contribuer à préserver et à améliorer l'état de l'environnement, la FQRE recueille des dons afin de soutenir la recherche pour résoudre efficacement des problèmes environnementaux, en s'appuyant sur l'expertise et l'expérience des membres de Réseau Environnement.

Impacts recherchés



Directs



Concrets



Mesurables



Durables

Coordonnées :

295, place d'Youville,
Montréal (Québec), QC H2Y 2B5
info@reseau-environnement.com



Fondation québécoise
de la recherche sur l'environnement

Notre valeur ajoutée

La **FQRE** tire parti de sa complémentarité avec Réseau Environnement et de son vaste bassin de membres réunissant des expertes et des experts des domaines public, privé et académique qui œuvrent dans les secteurs de l'eau, des matières résiduelles, de l'air, des changements climatiques, de l'énergie, des sols, des eaux souterraines et de la biodiversité.

Elle en retire toute la notoriété, l'indépendance, la rigueur et la représentativité nécessaires à l'accomplissement de sa vision et de sa mission, en plus de profiter d'un accès direct à une connaissance fine et à jour du marché, ainsi que d'une capacité unique à identifier les besoins de ses secteurs d'intervention.

Initiatives ciblées

Mémoires de Réseau Environnement

Réaliser la recherche, la diffusion de résultats et la promotion des meilleures pratiques en matière de protection et de gestion de l'environnement.

Projets porteurs

Appuyer le déploiement de pratiques environnementales efficaces sur le terrain, en établissant des normes de qualité et en élaborant des guides.

Bourses de recherche

Soutenir financièrement la formation de la relève intéressée par des sujets de recherche faisant progresser le savoir et le bien public environnemental.

Grand diagnostic vert Catalyseur de la transition verte



PAR HÉLÈNE SCHEED, M. Sc.
Coordonnatrice du pôle d'expertise en transition verte, EnviroCompétences

Le 19 juin 2023, M^{me} Kateri Champagne Jourdain, ministre de l'Emploi et ministre responsable de la Côte-Nord, annonçait l'attribution de 1,5 million de dollars pour la création de trois pôles d'expertise. EnviroCompétences a l'honneur de coordonner celui en transition verte, visant à soutenir les transformations des secteurs économiques dans le cadre de la transition vers une économie plus verte et durable.



Grand diagnostic vert

Le Grand diagnostic vert (GDV), lancé par le pôle d'expertise en transition verte, est une initiative structurante visant à analyser les transformations du marché de l'emploi liées à la transition verte (EnviroCompétences, 2025). En partenariat avec les comités sectoriels de main-d'œuvre (CSMO), ce diagnostic identifie les besoins spécifiques des secteurs économiques et propose des solutions concrètes pour relever les défis environnementaux, tout en saisissant les occasions économiques.

Les principaux objectifs du GDV sont les suivants :

- **Comprendre les transformations sectorielles** : identifier les besoins en compétences et en formation face aux enjeux environnementaux ;
- **Soutenir les CSMO** : apporter une expertise sur les enjeux réglementaires en formation liés à la transition verte ;

- **Accompagner chaque acteur** : offrir des recommandations personnalisées pour répondre aux exigences d'une économie durable.

Les résultats du GDV révèlent des priorités pour chaque grande famille de secteurs d'activités économiques (voir le tableau 1).

Priorités du GDV

- **Définir la transition verte** : créer des définitions consensuelles de la transition verte, incluant les principes liés à l'emploi et aux compétences vertes, pour garantir un alignement clair entre toutes les parties prenantes ;
- **Diagnostiquer la maturité verte** : réaliser des évaluations régulières de la maturité des entreprises face à la transition verte pour mesurer leur progression et identifier les compétences à renforcer ;

TABLEAU 1
Des recommandations concrètes pour chaque secteur

SECTEUR	RECOMMANDATIONS
Primaire : regroupe les entreprises d'extraction des matières premières et de production de matières non transformées.	Accroître des pratiques durables, comme l'agroécologie, pour préserver les ressources naturelles et renforcer la résilience face aux changements climatiques.
Secondaire : comprend les entreprises qui transforment les matières premières en produits finis ou semi-finis.	Renforcer leurs modèles de production circulaires et accroître l'innovation pour réduire l'empreinte écologique des entreprises.
Tertiaire : regroupe les entreprises commerciales et administratives.	Accentuer la collaboration avec les institutions de formation et d'autres partenaires pour développer des compétences adaptées aux nouvelles attentes en matière de durabilité, et fournir des services respectueux de l'environnement.

- **Gérer le changement sectoriel** : élaborer des stratégies de gestion du changement, adaptées aux spécificités de chaque secteur, pour permettre aux entreprises de transformer efficacement leurs pratiques et de se doter de compétences, de connaissances et de personnel qualifié.

Prochaines étapes : aller plus loin

EnviroCompétences se fixe des objectifs ambitieux pour répondre aux défis identifiés par le GDV :

1. **Renforcer la compréhension de la transition verte** : à travers des programmes de formation et de sensibilisation, et des outils pédagogiques accessibles;
2. **Améliorer l'accessibilité aux ressources** : grâce à des campagnes d'information ciblées et des partenariats stratégiques;
3. **Accompagner les CSMO pour favoriser le changement** : en développant des outils pour les soutenir dans l'adaptation aux nouvelles réalités de la transition verte.

Une vision commune pour un avenir durable

Le Grand diagnostic vert représente une réponse stratégique aux enjeux de la transition verte. EnviroCompétences continue ainsi de jouer un rôle clé dans la concertation et dans l'action visant la transition vers une économie verte, porteuse d'innovations et de durabilité pour le Québec.

« En collaborant avec les CSMO et les entreprises, nous faisons de la transition verte une occasion de transformation économique, sociale et environnementale. Ensemble, nous accompagnons les entreprises à relever les défis de main-d'œuvre et de

compétences », affirme Dominique Dodier, directrice générale d'EnviroCompétences.

EnviroCompétences : un partenaire de confiance

Grâce à son expertise reconnue et à son réseau de partenaires, EnviroCompétences est un catalyseur de la transition verte au regard de la main-d'œuvre, de la formation continue et des compétences, métamorphosant ainsi les défis en occasions de transformation :

- **Leadership collaboratif** : mobiliser les acteurs clés pour maximiser l'impact collectif;
- **Accompagnement sur mesure** : offrir des solutions adaptées auprès des CSMO et des entreprises concernant la main-d'œuvre de chacun des secteurs d'activité;
- **Engagement humain** : assurer que la transition verte profite à l'ensemble des travailleuses et travailleurs ainsi qu'aux entreprises.

« Le pôle d'expertise est fier de soutenir et d'accompagner les CSMO concernant les enjeux reliés à la transition verte. Nous sommes honorés de jouer un rôle central en ce qui a trait au déploiement de nouvelles compétences vertes et d'offrir les clés pour une meilleure compréhension concernant cette transition », affirme Hélène Scheed, coordonnatrice du pôle d'expertise en transition verte. ●

Référence

EnviroCompétences (2025). *Le Grand diagnostic vert – Impacts de la transition verte sur les secteurs soutenus par les comités sectoriels de main-d'œuvre au Québec*, 556 p.

AVANTAGES

- Promotion et visibilité de vos offres d'emploi
- 60 000 visiteurs annuellement
- 50% moins cher que les sites généralistes
- Forfait annuel - affichage de postes illimité

CONTACTEZ-NOUS

ee
ENVIRO EMPLOIS
RENTABILISER VOS INVESTISSEMENTS
EN RECRUTEMENT

Piéger des microbes pour purifier le sol

Boutures d'aulne, une piste ?

Résumé

La contamination des sols par des polluants organiques et inorganiques représente un défi environnemental majeur. La phytomicroremédiation, qui combine plantes et microorganismes symbiotiques pour dépolluer les sols, se distingue comme une solution écologique et économique par rapport aux méthodes traditionnelles. Cette étude explore l'utilisation de boutures d'aulne (*Alnus rugosa* et *Alnus crispa*) pour capturer des actinobactéries symbiotiques (*Frankia*) et des champignons mycorrhiziens dans des sols contaminés. Trois hypothèses ont été examinées : i) le type de sol influence la nodulation et la mycorrhization; ii) *A. rugosa* forme plus d'associations symbiotiques qu'*A. crispa*; et iii) ces associations favorisent la croissance et la survie des boutures. Les résultats ont montré une absence de mycorrhization et un taux de nodulation moyennement faible (30 %). La nodulation n'a pas été influencée par le type de sol ni l'espèce. En revanche, la survie des boutures a été affectée par la dilution du sol et l'espèce, mais non par le type de sol. Les boutures cultivées dans les sols 100 % contaminés ont montré une survie 50 % supérieure à celles qui ont poussé sur des sols dilués. Par ailleurs, *A. rugosa* a montré une survie à la pollution 269 % meilleure comparativement à *A. crispa*. Les corrélations entre la nodulation, les paramètres foliaires et la survie étaient non significatives, suggérant que les nodules formés n'étaient probablement pas assez effectifs pour favoriser la croissance. Bien que les hypothèses initiales aient été réfutées, cette étude valide le potentiel des boutures pour piéger *Frankia*, ouvrant ainsi des perspectives prometteuses en phytomicroremédiation. Des recherches ultérieures incluront des sols exempts de pollution et des plants issus de graines afin de renforcer ces résultats.

MOTS-CLÉS : POLLUTION, BOUTURES, *FRANKIA*, AULNE, MYCORRHIZES, PHYTOMICROREMÉDIATION.



PAR JÉRÉMIE POITRAS

Étudiant à la maîtrise en sciences biologiques, Université de la Colombie-Britannique

PAR SABRINE GHAZOUANI

Stagiaire postdoctorale, Université Laval

ET PAR DAMASE P. KHASA

Professeur titulaire, Université Laval

(L'article a été écrit en collaboration avec : Guylaine Lebel, directrice générale, Complexe environnemental Montréal-Est; Guy Caumartin, gestionnaire Environnement, Complexe environnemental Montréal-Est; et Éric Dufour, président, ServiScience Experts scientifiques.)

Abstract

Soil contamination by organic and inorganic pollutants constitutes a critical environmental challenge. Phytomicroremediation, which combines plants and symbiotic microorganisms to decontaminate soils, stands out as an ecological and cost-effective alternative to traditional methods. This study investigates the use of alder cuttings (*Alnus rugosa* and *Alnus crispa*) to capture symbiotic actinobacteria (*Frankia*) and mycorrhizal fungi in different contaminated soils. Three hypotheses were tested: i) soil type influences nodulation and mycorrhization; ii) *A. rugosa* forms more symbiotic associations than *A. crispa*; and iii) these associations enhance the growth and survival of cuttings. The results revealed an absence of mycorrhization and a moderately low nodulation rate (30%). Nodulation was not influenced by soil type or alder species. However, the survival of cuttings was affected by soil dilution and species, while soil type had no impact. Cuttings grown in 100% contaminated soils exhibited a 50% higher survival rate than those in diluted soils. Moreover, *A. rugosa* demonstrated 269% better survival under pollution compared to *A. crispa*. Correlations between nodulation, foliar parameters, and survival were not significant, suggesting that the nodules formed were likely not effective enough to enhance growth. Although the initial hypotheses were refuted, this study confirms the potential of alder cuttings to trap *Frankia* in contaminated soils, opening promising perspectives in phytomicroremediation. Future research will include uncontaminated soils and seed-grown plants to further validate these findings.

Keywords: pollution, cuttings, *Frankia*, alder, mycorrhizae, phytomicroremediation.

Remerciements

Les auteurs tiennent à reconnaître le territoire de la nation huronne-wendate sur lequel l'expérience de même que la collection de branches d'aulne ont eu lieu. Ils tiennent également à remercier Marie-Andrée Paré et Serge Morin pour leur aide lors de l'expérience en serres.

Introduction

Dans les dernières décennies, l'intensification de la modernisation dans l'industrialisation a entraîné l'introduction de substances polluantes nocives, comme les métaux lourds (ML) et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) dans différents compartiments de l'environnement, exerçant une grande pression sur les capacités de résilience et de régulation des écosystèmes récepteurs (Susarla et collab., 2002), et plus particulièrement le sol. Actuellement, au Canada, environ 23 663 sites sont répertoriés dans l'inventaire des sites contaminés fédéraux. La réhabilitation des sites contaminés est essentielle afin de récupérer ceux qui sont rendus inutilisables et de restreindre l'introduction potentielle de polluants dans la chaîne alimentaire. Les méthodes de réhabilitation conventionnelles (principalement physiques et chimiques) engendrent des coûts importants en matière d'énergie et de main-d'œuvre (p. ex. : le gouvernement du Canada a investi 1,05 milliard de dollars de 2020 à 2024 pour l'assainissement de 1 316 sites contaminés). Ces procédés induisent des perturbations majeures dans les propriétés physicochimiques et biologiques des sols (Khan, 2005). Le développement de nouvelles techniques de décontamination, préservant la qualité du sol et économiquement accessibles – comme les technologies vertes –, se montre parfaitement justifié. La phytomicroremédiation est une technique de dépollution combinant l'utilisation de plantes (phytoremédiation) et de microorganismes (microremédiation) pour dépolluer les sols, les eaux ou les sédiments contaminés par des polluants chimiques. En raison de son coût moins prohibitif et de son côté inoffensif pour les écosystèmes, la phytomicroremédiation est fortement recommandée. Les aulnes (*Alnus sp.*), abondants au Québec (Normand et Lalonde, 1982), sont des angiospermes ligneuses capables de s'adapter à des environnements arides, pauvres ou fortement dégradés par les activités anthropiques (Roy et collab., 2007; Bissonnette et collab., 2014). Elles forment une symbiose avec des actinobactéries fixatrices d'azote *Frankia* via des nodules racinaires et avec des champignons mycorhiziens (Roy et collab., 2007). Grâce à cette symbiose tripartite, ces plantes enrichissent les sols en améliorant leurs propriétés physicochimiques, facilitant l'établissement d'autres végétaux au cours de la succession (Huss-Danell, 1997; Roy et collab., 2007). Largement utilisés en bioremédiation et pour la revégétalisation de sols contaminés par des ML ou des hydrocarbures (Roy et collab., 2007; Lefrançois et collab., 2010), les aulnes apparaissent comme d'excellents candidats à la phytomicroremédiation des sols pollués.

En phytomicroremédiation, l'utilisation de microorganismes symbiotiques indigènes des sols pollués – plus adaptés aux conditions spécifiques que des microorganismes exogènes – améliore l'efficacité du processus (Mi et collab., 2022). Ainsi, le piégeage de ces microorganismes indigènes (en introduisant dans le milieu cible leur plante hôte compatible qui les recruterait parmi d'autres) est une technique cruciale pour l'isolement de ces microorganismes, leur production et leur réintroduction dans les sols pollués avec leur plante hôte (rhizobioaugmentation). Le piégeage de microsymbiotes dans le cas d'aulne a toujours

été réalisé en utilisant des graines désinfectées et germées, puis les plants qui en sont issus sont transplantés dans le substrat pollué cible, ce qui est exigeant en termes de temps. L'utilisation de boutures d'aulne (comme *A. rugosa* et *A. crispa*) au lieu de graines dans la technique de piégeage pourrait être une option plus rapide et aussi efficace. Cependant, des travaux de recherche dans ce contexte sont totalement absents. La présente étude vise ainsi à évaluer et à comparer la capacité de piégeage des boutures d'*Alnus viridis* ssp. *crispa* et d'*Alnus incana* ssp. *rugosa* vis-à-vis leurs microsymbiotes, notamment les bactéries *Frankia* et les champignons mycorhiziens, présents dans trois sols contaminés par des HAP et/ou des ML. Cela en évaluant trois hypothèses : i) le nombre de nodules de *Frankia* et de mycorhizes diffère selon le type de sol; ii) *A. rugosa* s'associe davantage aux microsymbiotes pour tous les types de sols comparativement à *A. crispa*, étant donné que *A. rugosa* croit en nature dans des sols argileux, comme ceux utilisés dans cette étude; et iii) la nodulation ou la mycorhization des plants d'aulne favorise la croissance et la survie des aulnes.

Méthodologie

Origine et échantillonnage des sols

Les sols utilisés dans cette étude proviennent d'une firme offrant des solutions de décontamination des sols et des eaux au Québec. Cette firme reçoit des sols pollués de plusieurs origines et utilise certaines techniques pour les décontaminer (comme la biostimulation). Après la réception des sols, des empilements de sols extérieurs sont formés sur des surfaces étanches. Trois empilements de sols différents ont été échantillonnés : le premier était contaminé aux ML et originaire du site de l'ancienne raffinerie Shell à Montréal-Est; le deuxième était contaminé aux HAP et issu d'un site de construction de Salaberry-de-Valleyfield; et le troisième correspondait à un mélange des deux sols pollués aux HAP et aux ML (1 : 1). Des sous-échantillons de 1 L de sol ont été collectés en pelletant à 0-20 cm de profondeur sur des transects quadrillés sur les empilements, et ensuite transportés dans des sacs individuels aux serres de la Faculté de foresterie, de géographie et de géomatique de l'Université Laval.

Préparation du substrat et mise en culture des boutures

Le sol a été tamisé à travers des mailles de 5 mm x 5 mm après avoir émietté les mottes. Pour chaque type de sol, des dilutions 1/10 en série jusqu'à 10⁻⁶ ont été préparées avec du sable préstérilisé par tyndallisation, un processus de stérilisation par chauffage discontinu à une température modérée (60 °C à 70 °C), suivi de refroidissements successifs pour éliminer les microorganismes. Du sol non dilué a été stérilisé aussi par tyndallisation, pour servir de substrats aux témoins positif et négatif. Le sol a été ensuite distribué dans des pots en plastique de 12,5 cm x 15 cm (diamètre x profondeur) percés au fond et placés dans des soucoupes (500 ml de sol/pot).

Des flèches terminales de plants d'aulne crispé et rugueux matures ont été récoltées à la forêt Montmorency en septembre 2022. Les tiges d'aulne ont été coupées aseptiquement à 45 degrés

avec au moins trois nœuds d'une longueur approximative de 15 cm (Radwan et collab., 1989). Les boutures ont été trempées à deux reprises dans des bacs d'eau contenant de l'eau de Javel commerciale diluée à 1 % avec le surfactant Tween 20 pour éliminer les épiphytes, avant d'être rincées abondamment à l'eau. Les tiges ont été retrempées légèrement dans une solution hormonale Stim Root no. 3 (Master Plant-Prod Inc., Brampton, Ontario) (Stanisavljević et collab., 2017). Les boutures ont ensuite été placées dans des plateaux alvéolés remplis avec de la perlite préstérilisée par tyndallisation (100 ml/alvéole). Les plateaux ont été positionnés sur des bacs pour retenir l'eau et recouverts par des dômes en plastique pour maintenir une humidité favorable au développement des racines (Monaco et collab., 1980; Radwan et collab., 1989). Après huit semaines en serre, les boutures enracinées d'aulne ont été transplantées dans les pots préalablement remplis du substrat préparé, puis placées sous une serre vitrée et aérée (figure 1). Les plants ont été arrosés tous les deux jours à l'eau du robinet, à 60 % de la capacité de rétention d'eau du sol pendant 10 semaines. Les boutures du témoin positif ont été inoculées par 1 ml de solution saline (0,85 % NaCl) contenant un broyat de nodules issus d'*A. crispata* récoltés à Fermont, dans le nord du Québec. Celles du témoin négatif n'ont reçu aucune inoculation.

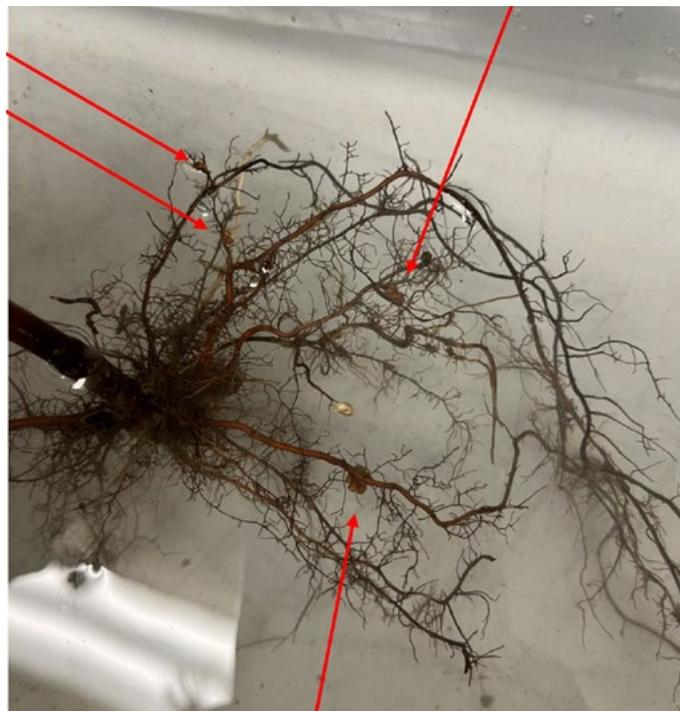
Récolte des boutures et paramètres mesurés

À la fin de l'expérimentation, les boutures ont été déterrées et secouées rigoureusement pour éliminer le sol adhérent au système racinaire. Le nombre de nodules par bouture a été déterminé après un lavage abondant des racines à l'eau du robinet (figure 2). Le nombre et la masse fraîche des feuilles ont été notés. La surface (cm²) foliaire a été déterminée avec un appareil de laboratoire (LI-COR 3100 C Area Meter, États-Unis). Le taux de survie des plants a été déterminé par la présence d'au moins une feuille en vie par plant. La présence d'ectomycorhizes dans des racines a été évaluée visuellement. Pour la révélation des mycorhizes arbusculaires, la méthode de Brundrett et collab. (1996) a été suivie. Des segments racinaires de 2 à 4 cm de longueur ont été plongés dans une solution d'hydroxyde de potassium à 10 % (m/v), puis autoclavés pendant

FIGURE 1
Culture en serre des boutures d'*A. crispata* et d'*A. rugosa* sur les sols contaminés



FIGURE 2
Racines d'une bouture d'*A. rugosa* présentant des nodules typiques de *Frankia* (indiquées par les flèches rouges)



15 minutes à 121 °C. Afin de colorer les mycorhizes, les racines ont été replongées dans une solution de coloration de bleu de trypan (0,05 % m/v) dans le lactoglycérol (1 : 1 : 1 acide lactique, glycérol et eau) et autoclavés pendant 15 minutes à 121 °C. Des bains de rinçage dans l'eau distillée stérile ont été faits après chaque solution de traitement. Les fragments racinaires ont été montés entre lame et lamelle pour être observés sous microscope optique.

Analyses statistiques des données

Il s'agit d'une expérience factorielle en blocs. Les facteurs expérimentaux de chaque bloc étaient l'espèce d'aulne, la dilution et le type de sol contaminé. Les analyses statistiques ont été effectuées à l'aide du logiciel R (R Core Team 2022). Pour déterminer si l'espèce, la dilution ou le type de sol ou l'effet combiné de ceux-ci expliquent des différences significatives quant au nombre de feuilles par plant et à la survie, des tests de chi carré ont été effectués sur des modèles de régression logistique à distribution *Tweedie* pour prendre en compte les nombreux 0s, étant donné qu'il s'agit de données discrètes. Le nombre de nodules moyen, la masse foliaire et la surface foliaire ont été soumis à des tests non paramétriques de Kruskal-Wallis, étant donné que leurs jeux de données ne respectaient pas le postulat de normalité des tests ANOVA, même après transformations. Des tests de Dunn et de Tukey au seuil de significativité de 5 % ont été effectués par la suite pour déterminer les moyennes significativement différentes entre les traitements. Finalement, des analyses de corrélation de Spearman ont été effectuées pour explorer les relations entre les variables mesurées. Une régression linéaire a été réalisée sur le taux de survie, en fonction du nombre de nodules.

Résultats

Mycorhization des boutures

Aucune ectomycorhize n'a été détectée lors du dépotage des boutures. De plus, aucune trace d'hyphes de champignons mycorhiziens arbusculaires n'était visible lors des observations microscopiques après coloration et décoloration. Le taux de mycorhization pour chacun des traitements était nul.

Nodulation des boutures

Le test de Kruskal-Wallis a révélé une différence significative ($p = 0,035$) entre les différentes dilutions quant au nombre moyen de nodules par plant. Cependant, le test post hoc de Dunn n'a identifié aucune différence significative entre les dilutions ($p > 0,05$). Par ailleurs, le test de Kruskal-Wallis n'a pas montré de différence significative entre les différents types de sols ($p = 0,097$) ou entre les deux espèces ($p = 0,468$).

Bien que certains traitements aient produit en moyenne quatre nodules par plant, la majorité des traitements ont présenté moins d'un nodule par plant. Le taux de nodulation moyen pour les 356 boutures était de 30 %, indiquant que 30 % des plants avaient au moins un nodule. La vaste majorité des plants n'avaient pas formé de nodules (figure 3), bien que quelques plants aient présenté jusqu'à 16 nodules sur leurs racines.

L'hypothèse selon laquelle les boutures présenteraient des taux de nodulation et de mycorhization différents en fonction du type de sol dans lequel elles poussent est infirmée. En raison de l'absence de mycorhization et de l'absence de différence entre les taux de nodulation des deux espèces d'aulne, la seconde hypothèse – suggérant une plus grande association entre les microsymbiotes et l'aulne rugueux comparativement à l'aulne crispé – est également réfutée.

Survie des boutures

À la suite de l'application d'un test de chi carré de Pearson sur le modèle de régression logistique des taux de survie, des différences significatives ont été mises en évidence entre les

différentes dilutions ainsi qu'entre les deux espèces d'aulne, avec des valeurs p respectives de $6,71^{-13}$ et de $5,91^{-8}$, toutes deux inférieures au seuil de significativité de 5 %. Des valeurs p de 0,011 et de 0,028 ont également été obtenues pour les interactions entre le type de sol et la dilution, et entre la dilution et les espèces d'aulne. En revanche, aucune différence significative n'a été observée en fonction des différents types de sols.

Un test post hoc de Tukey a révélé que la dilution 10^0 présentait un taux de survie de 50 %, significativement supérieur aux autres dilutions. Les dilutions 10^{-1} jusqu'à 10^{-5} ainsi que le témoin négatif présentaient des taux de survie non significativement différents, variant de 8 % à 21 %. En revanche, la dilution maximale 10^{-6} et le témoin positif présentaient des taux de survie respectifs de 2 % et de 6 %, significativement inférieurs à ceux des autres dilutions.

Le test de chi carré de Pearson a également mis en évidence une différence significative des taux de survie en fonction des espèces d'aulne : 25 % de survie pour les aulnes crispés contre 9,3 % pour les aulnes rugueux.

Analyses foliaires

Le test post hoc de Tukey a montré que les témoins positif et négatif diffèrent significativement du traitement 100 % sol pollué (dilution 10^0) en ce qui concerne le nombre moyen de feuilles par plant ($p = 7,13^{-8}$), selon un test de chi carré appliqué au modèle de régression logistique. Une valeur p de 0,042 a été obtenue pour l'interaction entre la dilution et le type de sol par rapport au nombre de feuilles par plant.

Les données de masse foliaire moyenne par plant (en mg), analysées par un test de Kruskal-Wallis, ont révélé une différence significative entre les dilutions ($p = 0,0001$). Le test post hoc de Dunn à posteriori a montré que le traitement 100 % sol pollué (dilution 10^0) diffère significativement des deux témoins (positif et négatif).

De même, les moyennes de surface foliaire par plant (en cm^2), soumises au test de Kruskal-Wallis, ont également indiqué une différence significative entre les dilutions ($p = 0,0001$). Le test post hoc a révélé qu'il s'agit du traitement 100 % sol (dilution 10^0) qui diffère significativement des deux témoins.

Nodulation, survie et mesures foliaires : corrélations

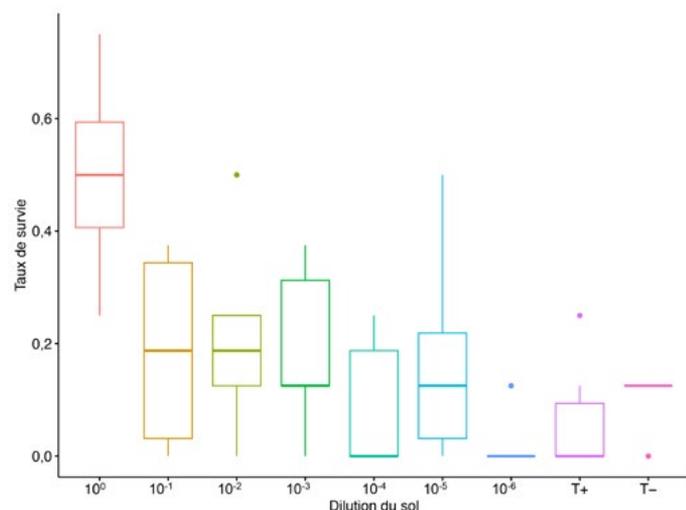
Aucun des tests de corrélation de Spearman entre le nombre moyen de nodules par plant et le nombre moyen de feuilles, la surface foliaire moyenne ou la masse foliaire moyenne n'a révélé de corrélation significative, les valeurs p étant toutes supérieures au seuil de significativité de 0,05.

La régression linéaire du taux de survie en fonction du nombre de nodules a également montré une absence de relation significative, avec une valeur p de 0,324 supérieure au seuil significatif de 0,05 et un r^2 de 0,0187. Ces résultats infirment l'hypothèse suggérant que la nodulation des plants d'aulne favoriserait la croissance et la survie des boutures d'aulne.

Discussion

Les aulnes sont connus pour s'associer tant à des champignons mycorhiziens arbusculaires qu'ectomycorhiziens (Roy et collab.,

FIGURE 3
Nombre de nodules moyen par plant en fonction des différentes dilutions du sol (n = 356)



2007). Pourtant, aucun de ces deux types de mycorhize n'a été détecté dans cette étude. Cette absence de colonisation mycorhizienne est surprenante en raison de la forte propension des aulnes à s'associer à leurs symbiotes mycorhiziens (Roy et collab., 2007). Cela pourrait s'expliquer par la présence de contaminants dans les sols (comme les HAP et les ML) qui pourrait avoir inhibé la croissance des champignons mycorhiziens et/ou leur association avec leurs plantes hôtes (Nicolotti et Egli, 1998; Kim et collab., 2004; Roy et collab., 2007) – par exemple, les ML peuvent retarder, réduire, voire éliminer complètement la colonisation par les mycorhizes et la germination de leurs spores dans le champ (Gildon et Tinker, 1981). L'utilisation de boutures pourrait également limiter la propension des plants à « mycorhizer ». En effet, pour certaines plantes, l'architecture racinaire (diamètre des racines fines, densité, longueur et poids des racines) des plantules cultivées par semences est plus importante que celle des plantules cultivées par bouturage (Li et collab., 2022); surtout que la qualité du système racinaire de boutures est l'élément primordial dans la capacité d'une bouture à développer des mycorhizes (Nowak et Nowak, 2013). Ainsi, il se peut que les boutures n'aient pas développé l'architecture ou la géométrie racinaires requises pour s'associer aux champignons mycorhiziens. Il est donc fort probable que l'on ait observé la présence de mycorhization en utilisant des graines plutôt que des boutures.

Dans cette étude, l'essai de piégeage des actinobactéries *Frankia* avec des boutures d'aulne a donné lieu à un taux de nodulation moyennement faible, soit 30 %. Bien que la tolérance des bactéries du genre *Frankia* pour de hautes concentrations en ML a été démontrée (Diagne et collab., 2020), la présence de ces contaminants pourrait inhiber sa nodulation (Selim et Schwencke, 1995). De plus, la nodulation d'un plant est grandement affectée par les propriétés physicochimiques du sol dans lequel il pousse (He et Critchley, 2008). Dans la présente étude, le caractère toxique des contaminants du sol ne semble pas avoir limité la nodulation des boutures; des plants ayant poussé dans des sols contaminés moins dilués (p. ex. : les sols 10^{-1} et 10^{-2}) ont présenté des taux de nodulation supérieurs à ceux ayant poussés sur des sols plus dilués (figure 2). Il a été démontré que la symbiose mycorhizienne arbusculaire stimule le taux de nodulation des *Frankia* en répondant à leurs hauts besoins en phosphore pour fournir l'énergie nécessaire à la fixation biologique de l'azote (N_2) dans les nodules, en plus d'agir comme agent protecteur face aux stress environnementaux (Fraga-Beddiar et Le Tacon, 1990; He et Critchley, 2008). Ainsi, l'absence de mycorhizes des boutures pourrait être aussi un facteur expliquant le taux de nodulation faible. Dans cette étude, le témoin positif a échoué à former des nodules (uniquement une seule répétition présentait une nodulation). Cela pourrait être dû au fait que les bactéries formant l'inoculum n'ont pas été suffisamment actives physiologiquement ou assez nombreuses pour induire une nodulation. Une optimisation des caractéristiques, comme la viabilité, l'infectivité et l'adaptation écologique de l'inoculum utilisé pour le contrôle positif, serait certainement nécessaire dans les prochains travaux.

Les boutures d'aulne ayant poussé dans les sols les plus contaminés (dilution 10^0) ont présenté des taux de survie supérieurs à ceux qui étaient davantage dilués. On a noté un taux de survie de 50 % pour les boutures ayant poussé dans le sol 100 % contaminé, alors que celles n'ayant pratiquement pas

été en contact avec le sol contaminé (comme les dilutions 10^{-5} et 10^{-6}) ont présenté des taux de survie significativement plus faibles. Cela pourrait être induit par la quantité majeure de sable contenue dans les dilutions les plus élevées, étant donné le pouvoir faible de rétention d'eau de ce substrat, sa teneur faible en éléments nutritifs et sa haute capacité de drainage induisant un lessivage important des nutriments qui ont inhibé la survie des boutures sur les sols plus dilués. Le développement de mycorhizes racinaires aurait peut-être contribué à avoir un meilleur taux de survie vu que la mycorhization favorise le développement d'un système racinaire robuste chez les boutures (Linderman et Call, 1977). Pourtant, la régression linéaire n'a pas démontré une relation significative entre le nombre de nodules et la survie des boutures d'aulne; une nodulation plus importante aurait peut-être favorisé un taux de survie plus important, étant donné que l'association avec *Frankia* améliore la croissance et optimise la résistance chez les plantes d'aulne exposées à divers stress environnementaux, comme la pollution organique et inorganique (Ngom et collab., 2016). La survie des boutures pourrait être optimisée par une coupe basale de jeunes individus plutôt qu'apicale sur les plants mères matures, comme le suggère Amri et collab. (2010) et Puri (1990).

Les analyses foliaires ont montré une différence significative uniquement entre les boutures des témoins positif et négatif et celles ayant poussé dans les sols non dilués (100 %). Ces dernières ont présenté des mesures foliaires significativement plus importantes. Étant donné que la seule différence entre ces deux groupes de boutures est la stérilisation du sol, l'inhibition de la croissance prouvée par les paramètres foliaires chez les boutures des témoins positif et négatif pourrait être une conséquence du changement des propriétés physicochimiques du sol par la tyndallisation du sol, notamment le pH (Wolf et collab., 1989; Mahmood et collab., 2014). L'éradication des microorganismes dans le sol par la tyndallisation peut aussi être un facteur impliqué dans cette observation vu qu'ils sont d'une grande importance dans la biodisponibilité des éléments nutritifs dans le sol, notamment l'azote et le phosphore (Mahmood et collab., 2014). La réduction du nombre de microorganismes dans les sols plus dilués avec du sable pourrait aussi avoir causé l'inhibition du taux de survie et du taux de nodulation observée chez les boutures d'aulne poussées sur ces sols.

Dans la majorité des travaux sur la nodulation, les paramètres foliaires sont souvent corrélés aux paramètres de nodulation, comme l'étude de Heath (2010) qui a observé une corrélation positive entre le nombre de feuilles et le nombre de nodules. Cependant, dans la présente étude, on n'a pas noté de corrélation entre le nombre de nodules moyen par plant et le nombre de feuilles moyen, la surface foliaire moyenne et la masse foliaire moyenne. Il se peut que le nombre de nodules formés au niveau racinaire des boutures n'était pas assez efficace en termes de fixation d'azote et d'autres effets bénéfiques à l'égard de la plante pour influencer le système foliaire. On pourrait penser également que le stress de la pollution pourrait avoir inhibé l'effet positif de la nodulation sur la plante, mais le fait que les mesures foliaires étaient plus importantes avec les boutures plantées dans les sols moins dilués rejette cette hypothèse. Dans la présente étude, contrairement à l'effet de la dilution du sol, l'effet du type de sol ne s'est pas montré influençant, vu qu'aucun des paramètres mesurés n'a montré une différence significative entre les différents types de sols; dans les expérimentations,

l'inclusion d'un témoin positif pour les types de sols (comme un sol non pollué) aurait pu valider cette interprétation.

A. rugosa s'est montrée plus adaptée aux sols pollués par rapport à *A. crispa*, avec un taux de survie 2,7 fois plus important. En outre, l'effet de la dilution du sol sur le taux de survie s'est montré dépendant de l'espèce d'aulne; cela suggère que ces deux espèces réagissent différemment, probablement en raison de variations génétiques et/ou physiologiques entre elles. Cela démontre que le choix d'espèce végétale est un facteur déterminant dans le processus de phytoremédiation et constitue un enjeu à bien considérer pour la réussite de cette technique.

Conclusion et recommandations

Dans la présente étude, trois hypothèses ont été examinées : i) le nombre de nodules de *Frankia* et de mycorrhizes varie selon le type de sol ; ii) *A. rugosa* forme plus d'associations avec les microsymbiotes que *A. crispa* en raison de son adaptation naturelle aux sols argileux utilisés dans l'étude ; et iii) la nodulation ou la mycorrhization améliore la croissance et la survie des plants d'aulne. Aucune de ces hypothèses n'a été validée. Toutefois, cette étude a démontré que, malgré un taux de nodulation relativement faible de 30 %, les boutures d'aulne ont réussi à capturer des actinobactéries symbiotiques du genre *Frankia* à partir des sols pollués, comme en témoigne la formation de nodules racinaires typiques. Cela valide la possibilité d'utilisation de boutures comme option substitutive aux graines pour le piégeage des bactéries symbiotiques, une stratégie qui pourrait être avantageusement exploitée dans le contexte de la phytomicroremédiation. *A. rugosa* a montré une survie à la pollution 269 % supérieure en comparaison avec *A. crispa*. Les boutures des deux espèces d'aulne n'étaient pas aptes à piéger des mycorrhizes à partir des sols contaminés. Néanmoins, cette observation demeure à valider par de prochains travaux en intégrant des traitements avec des sols non pollués et des plants issus de graines à titre comparatif. La dilution du sol contaminé avec du sable n'a pas semblé favoriser le développement des boutures d'aulne, réduisant significativement leur survie et leur nodulation. Ces travaux méritent d'être approfondis vu que le bouturage est une technique prometteuse en bioremédiation par l'utilisation à grande échelle de clones, réduisant la variation intraspécifique tout en étant rapidement multipliables et aptes à entrer en symbiose. ●

Références

Amri, E., et collab. (2010). « Vegetative propagation of African Blackwood (*Dalbergia melanoxylon* Guill. & Perr.): effects of age of donor plant, IBA treatment and cutting position on rooting ability of stem cuttings ». *New Forests*, vol. 39, p. 183-194.

Bissonnette, C., et collab. (2014). « Symbiosis with *Frankia* sp. benefits the establishment of *Alnus viridis* ssp. *crispa* and *Alnus incana* ssp. *rugosa* in tailings sand from the Canadian oil sands industry ». *Ecological Engineering*, vol. 68, p. 167-175.

Brundrett, M., et collab. (1996). *Working with mycorrhizas in forestry and agriculture*, vol. 32. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Research, 374 p.

Diagne, N., et collab. (2020). « Advances in *Frankia* genome studies and molecular aspects of tolerance to environmental stresses ». *Molecular Aspects of Plant Beneficial Microbes in Agriculture*, p. 381-389.

Fraga-Beddiar, A., et F. Le Tacon (1990). « Interactions between a VA mycorrhizal fungus and *Frankia* associated with alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaetn.) ». *Symbiosis*, vol. 9, p. 247-258.

Gildon, A., et P.B. Tinker (1981). « A heavy metal-tolerant strain of a mycorrhizal fungus ». *Transactions of the British Mycological Society*, vol. 77, n° 3, p. 648-649.

He, X.H., et C. Critchley (2008). « *Frankia* Nodulation, Mycorrhization and Interactions Between *Frankia* and Mycorrhizal Fungi in Casuarina Plants ». Dans : Varma, A. *Mycorrhiza*, p. 767-781.

Heath, K.D. (2010). « Intergenomic epistasis and coevolutionary constraint in plants and rhizobia ». *Evolution*, vol. 64, n° 5, p. 1446-1458.

Huss-Danell, K. (1997). « Actinorhizal symbioses and their N₂ fixation ». *New Phytologist*, vol. 136, n° 3, p. 375-405.

Khan, A.G. (2005). « Role of Soil Microbes in the Rhizospheres of Plants Growing on Trace Metal Contaminated Soils in Phytoremediation ». *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*, vol. 18, n° 4, p. 355-364.

Kim, C.G., et collab. (2004). « Effects of host plant exposure to cadmium on mycorrhizal infection and soluble carbohydrate levels of *Pinus sylvestris* seedlings ». *Environmental Pollution*, vol. 131, n° 2, p. 287-294.

Lefrançois, E., et collab. (2010). « Field performance of alder-*Frankia* symbionts for the reclamation of oil sands sites ». *Applied Soil Ecology*, vol. 46, n° 2, p. 183-191.

Li, L., et collab. (2022). « Propagation Methods Decide Root Architecture of Chinese Fir: Evidence from Tissue Culturing, Rooted Cutting and Seed Germination ». *Plants*, vol. 11, n° 19, p. 2472.

Linderman, R.G., et C.A. Call (1977). « Enhanced Rooting of Woody Plant Cuttings by Mycorrhizal Fungi ». *Journal of the American Society for Horticultural Science*, vol. 102, n° 5, p. 629-632.

Mahmood, T., et collab. (2014). « Soil sterilization effects on root growth and formation of rhizosheaths in wheat seedlings ». *Pedobiologia*, vol. 57, n° 3, p. 123-130.

Mi, N., et collab. (2022). « Effects of Amendments and Indigenous Microorganisms on the Growth and Cd and Pb Uptake of Coriander (*Coriandrum Sativum* L.) in Heavy Metal-Contaminated Soils ». *Toxics*, vol. 10, n° 8, p. 408.

Monaco, P.A., et collab. (1980). « Rooting of *Alnus rubra* cuttings ». *Tree Planters' Notes*, vol. 31, n° 3.

Ngom, M., et collab. (2016). « Tolerance to Environmental Stress by the Nitrogen-Fixing Actinobacterium *Frankia* and Its Role in Actinorhizal Plants Adaptation ». *Symbiosis*, vol. 70, n° 1, p. 17-29.

Nicolotti, G., et S. Egli (1998). « Soil contamination by crude oil: impact on the mycorrhizosphere and on the revegetation potential of forest trees ». *Environmental Pollution*, vol. 99, n° 1, p. 37-43.

Normand, P., et M. Lalonde (1982). « Evaluation of *Frankia* strains isolated from provenances of two *Alnus* species ». *Canadian Journal of Microbiology*, vol. 28, n° 10, p. 1133-1142.

Nowak, J., et J.S. Nowak (2013). « CO₂ enrichment and mycorrhizal effects on cutting growth and some physiological traits of cuttings during rooting ». *Acta Scientiarum Polonorum Hortorum Cultus*, vol. 12, n° 6, p. 67-75.

Puri, S. (1990). « Rooting of stem cuttings of *Casuarina equisetifolia* and their nodulation ». *International Tree Crops Journal*, vol. 6, n° 1, p. 51-57.

Radwan, M.A., et collab. (1989). « Softwood cuttings for propagation of red alder ». *New Forests*, vol. 3, p. 21-30.

Roy, S., et collab. (2007). « Combining alders, frankiae, and mycorrhizae for the revegetation and remediation of contaminated ecosystems ». *Canadian Journal of Botany*, vol. 85, n° 3, p. 237-251.

Selim, S., et J. Schwencke (1995). « Simple and reproducible nodulation test for Casuarina-compatible *Frankia* strains: Inhibition of nodulation and plant performance by some cations ». *Arid Soil Research and Rehabilitation*, vol. 9, n° 1, p. 25-37.

Stanisavljević, A., et collab. (2017). « Sterilization of different explant types in micropropagation of CAB-6p and Gisela 6 cherry rootstock ». *Poljoprivreda*, vol. 23, n° 2, p. 31-37.

Susarla, S., et collab. (2002). « Phytoremediation: An Ecological Solution to Organic Chemical Contamination ». *Ecological Engineering*, vol. 18, n° 5, p. 647-658.

Wolf, D.C., et collab. (1989). « Influence of Sterilization Methods on Selected Soil Microbiological, Physical, and Chemical Properties ». *Journal of Environmental Quality*, vol. 18, n° 1, p. 39-44.

L'Assomption innove dans l'épandage hivernal

Faire mieux avec moins

La Ville de L'Assomption prouve qu'on peut diminuer l'usage des sels de voirie sans compromettre la sécurité routière. Les données d'adhérence démontrent qu'une réduction de 29 % à 45 % des quantités de sel, parfois combinée à l'usage stratégique d'abrasifs, maintient une chaussée sécuritaire. Ces résultats indiquent qu'une gestion optimisée de l'épandage pourrait offrir une solution viable aux municipalités.



PAR CLAUDIE RATTÉ-FORTIN, Ph. D.
Cofondatrice, Clean Nature^{MC}
claudie.ratte-fortin@clean-nature.ca

Introduction

L'épandage hivernal de sels de déglacage est un défi environnemental majeur dans la gestion des routes. Essentiel à la sécurité des usagers, le chlorure de sodium (NaCl) a toutefois des effets préoccupants sur les écosystèmes. En s'accumulant dans les cours d'eau, il menace la qualité de l'eau potable et perturbe les milieux aquatiques, modifiant la chaîne trophique et la stratification thermique des lacs et des rivières.

Mais l'impact des sels de déglacage ne s'arrête pas à l'environnement. En favorisant la corrosion, ils fragilisent les routes, les ponts et les conduites d'eau, augmentant les coûts d'entretien et réduisant la durée de vie des infrastructures. L'élévation de la conductivité des eaux, causée par l'accumulation des sels, complique également le traitement de l'eau potable et accélère la dégradation des réseaux de distribution. Des événements récents survenus à Montréal illustrent bien ces enjeux, où les sels de voirie sont soupçonnés d'avoir joué un rôle dans la rupture d'une conduite d'eau majeure et dans la dégradation d'une poutre de la station de métro Saint-Michel (Corriveau, 2024; Valois-Nadeau, 2024).

Une réduction à la source comme solution

Face à ces enjeux, la réduction à la source apparaît comme une solution incontournable. Clean Nature a donc développé *gula*, un outil intelligent conçu pour optimiser l'épandage en ajustant la quantité et le type de fondant en fonction des conditions routières et météorologiques. L'objectif : limiter l'impact environnemental et les coûts, tout en maintenant des routes sécuritaires.

La Ville de L'Assomption, engagée dans une démarche d'innovation et de développement durable, a lancé un projet pilote à l'hiver 2024 afin de tester *gula* dans ses opérations d'épandage. L'acceptabilité sociale de l'outil reposait sur une



démonstration essentielle : prouver qu'une réduction des quantités de sel épandues peut être réalisée sans compromettre l'adhérence de la chaussée. Cette étude s'appuyait sur l'hypothèse que les pratiques actuelles d'épandage, adoptant une approche préventive, tendent à surestimer les quantités de sel nécessaires afin de garantir la sécurité routière.

« Clean Nature a donc développé *gula*, un outil intelligent conçu pour optimiser l'épandage en ajustant la quantité et le type de fondant en fonction des conditions routières et météorologiques. L'objectif : limiter l'impact environnemental et les coûts, tout en maintenant des routes sécuritaires. »

Méthode comparative

Afin d'évaluer l'impact d'une réduction de sel sur la sécurité routière, une analyse comparative a été menée entre deux secteurs de la Ville de L'Assomption : un secteur test, où l'épandage respectait les recommandations de l'outil *gula*, et un secteur témoin maintenant les pratiques habituelles de la ville (statu quo). L'adhérence de la chaussée a ensuite été mesurée, puis comparée entre ces deux secteurs.

Avec l'appui du directeur des travaux publics de la Ville, le choix des secteurs test et témoin (figure 1) s'est appuyé sur des critères pragmatiques, favorisant une comparaison statistique optimale dans le respect du cadre opérationnel établi :

1. Météo : les secteurs ont été choisis en tenant compte de conditions météorologiques similaires (températures, précipitations, vents), afin de minimiser les biais liés aux

FIGURE 1

Secteurs test et témoin sélectionnés dans le cadre du projet pilote à la Ville de L'Assomption



2. Niveaux de service : les standards de déneigement et d'entretien hivernal, incluant la fréquence et la rapidité des interventions, devaient être équivalents dans les deux secteurs. Cela assurait que les différences observées résultaient bien des stratégies d'épandage et non d'une disparité dans les opérations.
3. Topographie : la topographie influence l'efficacité des interventions hivernales, notamment dans les zones en pente. La sélection de secteurs aux profils topographiques comparables a permis de réduire ce biais.
4. Type de chaussée : les matériaux composant la chaussée influencent la rétention des fondants et l'adhérence. Il était donc essentiel que les secteurs comparés aient des revêtements similaires.
5. Démographie : les secteurs comparés devaient partager des profils démographiques semblables, afin de limiter l'impact des différences de comportement des conducteurs ou de perception des interventions hivernales sur les résultats.

Biais potentiels et limites

Comme toute étude appliquée, ce projet n'a pas échappé à certains défis méthodologiques. Plusieurs biais ont été identifiés et des stratégies ont été mises en place afin d'en limiter leurs effets.

Effet d'observation chez les citoyens

Lorsqu'un projet pilote est mis en place, la simple connaissance de son existence peut influencer la perception et le comportement des citoyennes et citoyens concernés. Ceux qui savaient qu'ils faisaient partie du secteur test pouvaient être plus enclins à critiquer l'état des routes, anticipant une réduction du sel épandu. Comme les municipalités s'appuient parfois sur les plaintes citoyennes afin d'évaluer l'efficacité des interventions, ce biais risquait d'altérer l'interprétation des résultats. Afin d'atténuer cet effet, les résidents ont été informés de l'existence du projet, mais sans révéler quels secteurs étaient le test ou le témoin. Cette approche a permis de préserver au maximum l'objectivité des observations recueillies.

Influence des opérateurs d'épandage

Un autre biais potentiel concernait les opérateurs responsables de l'épandage. Ces derniers étaient informés du déroulement d'un projet pilote et connaissaient les rôles des secteurs test et témoin. Cette connaissance pouvait potentiellement influencer leurs pratiques, inconsciemment ou volontairement. Par exemple, dans le secteur témoin, ils auraient pu modifier leurs habitudes afin de se conformer aux attentes perçues liées au projet pilote ou afin d'éviter une dissonance trop marquée entre les pratiques des deux secteurs. Cette modification se traduirait probablement par une réduction des quantités de sel épandues dans la zone témoin par rapport aux pratiques habituelles. Si cela s'est produit, les différences observées entre les secteurs test et témoin pourraient sous-estimer l'impact réel de l'outil *gula* par rapport aux pratiques traditionnelles. Ces limites soulignent

l'importance de mettre en place un protocole strict, tel qu'en double aveugle, mais sa mise en œuvre dans un contexte opérationnel demeure complexe.

Contrainte opérationnelle

Un dernier enjeu concernait le mode de chargement des camions d'épandage. Ceux-ci sont remplis à l'aide d'une chargeuse équipée d'un godet frontal, chaque camion étant rempli de trois chargements successifs. Cette contrainte limite la précision des proportions exactes de mélange entre le sel et l'abrasif. Par exemple, une recommandation optimale par *gula* pourrait être difficile à respecter si la seule manière de doser les matériaux est d'utiliser des godets entiers, empêchant des ajustements plus raffinés. De plus, assurer un mélange homogène des matériaux dans le camion peut être complexe. Les recommandations fournies ont donc été adaptées afin de s'aligner aux capacités opérationnelles de la Ville. Cette limite met en évidence l'importance d'impliquer les intervenants sur le terrain dans la définition et la mise en œuvre du projet, afin d'assurer une intégration efficace dans les pratiques municipales.

Données

Un dispositif de mesure embarqué a été installé sur un véhicule de surveillance de la ville (Ford Escape 2012 – figure 2). Ce dispositif permet de mesurer en temps réel plusieurs paramètres, dont les suivants :

- Température de la chaussée;
- Température de l'air et du point de rosée;
- Humidité relative;
- Épaisseur des couches d'eau, de neige et de glace;
- État de la surface (sèche, humide, glacée, enneigée, etc.);
- Adhérence de la surface.

FIGURE 2
Véhicule de surveillance de la Ville équipé du dispositif de mesure d'adhérence de la chaussée (encadré en bleu)



© Claudie Pâté-Fortin, Clean Nature

Les mesures relatives à la présence et à l'état de l'eau, de neige et de glace sont obtenues optiquement à partir de l'analyse de leur signature spectrale. La quantité estimée d'eau, de neige et de glace est calculée à partir du signal d'absorption, qui est transformé puis interprété en équivalent en eau. La température de la chaussée est mesurée à l'aide d'un capteur thermique. Combinées à des mesures dynamiques (puisque le dispositif est embarqué), ces données optiques et thermiques sont intégrées dans un algorithme afin d'estimer l'adhérence de la chaussée.

L'adhérence de la chaussée, exprimée sur une échelle de 0,09 à 0,82, a été utilisée comme indicateur clé afin de comparer les conditions de la chaussée dans les secteurs test et témoin. La relation entre l'adhérence de la chaussée et l'état de la route se définit comme suit (Jensen et collab., 2014) :

- > 0,6 : surface généralement sèche ou mouillée;
- 0,5 à 0,6 : formation de neige fondante (*slush*);
- 0,4 à 0,5 : neige compactée ou verglacée;
- 0,3 à 0,4 : verglas – début de dérapage possible;
- < 0,3 : verglas sévère – mobilité fortement perturbée.

Avant le déploiement, le capteur a été calibré en deux étapes. D'abord, un calibrage a été réalisé sur une plaque de référence, puis sur une chaussée sèche, où le camion sur lequel il était installé a circulé dans les secteurs test et témoin. La précision des mesures de température de la surface a été vérifiée à l'aide d'un thermomètre infrarouge, confirmant la cohérence des données fournies par le dispositif. Ensuite, les camions d'épandage de la Ville ont été équipés de contrôleurs d'épandage ACE et de modules GPS NSim technologies afin d'enregistrer en temps réel les quantités et le type d'abrasif ou de déglacant utilisés.

Résultats

Recommandations d'épandage réussies

L'objectif de l'étude était d'inclure une variété d'événements hivernaux afin de tester les pratiques d'épandage dans des conditions diversifiées. Différents types de précipitations hivernales ont été ciblés (tableau 1). Certaines sorties d'épandage ont été exclues de l'analyse en raison d'enjeux techniques, méthodologiques ou de lacunes dans les communications. En effet, afin de garantir la validité des comparaisons entre les secteurs test et témoin, plusieurs conditions devaient être respectées durant chaque sortie :

- Une connexion GPS stable tout au long de l'intervention;
- Une couverture spatiale adéquate et comparable entre les deux secteurs;
- Une bonne exécution des recommandations d'épandage dans le secteur test;
- Le maintien des pratiques habituelles dans la zone témoin;
- Des mesures d'adhérence effectuées jusqu'à six heures après l'épandage.

Au début de la saison, une modification dans les pratiques d'épandage de la Ville a été observée dans le secteur témoin. Un rappel des protocoles a alors été apporté auprès des

intervenants concernés afin de corriger la situation. Cependant, ces ajustements, combinés aux exigences méthodologiques, ont réduit le nombre d'événements comparables à deux : les sorties n°s 3 et 7 (tableau 2).

Analyse comparative

Une analyse comparative a été réalisée afin d'évaluer les valeurs d'adhérence de la chaussée entre le secteur test et le

secteur témoin lors des sorties n°s 3 et 7. Les résultats montrent que les valeurs moyennes d'adhérence sont similaires entre les deux secteurs, et ce, malgré une réduction notable des quantités de sel épandues dans le secteur test (tableau 3).

Afin de valider statistiquement ces observations, un test d'hypothèse à deux échantillons basé sur le *bootstrap* a été utilisé (Efron et Tibshirani, 1993). Cette approche repose sur le

TABLEAU 1

Types de précipitations hivernales (inspiré de : World Meteorological Organization [1997]), nombre de sorties ciblé avant le projet pilote, sorties effectuées avec les recommandations, et sorties effectuées avec les recommandations et réussies

TYPES DE PRÉCIPITATIONS HIVERNALES			NOMBRE DE SORTIES CIBLÉ	SORTIES AVEC RECOMMANDATIONS (N°)	SORTIES AVEC RECOMMANDATIONS ET RÉUSSIES (N°)
Neige	Faible	≤ 1 mm/h (éq. en eau)	1	2, 5 et 6	
	Modérée	≤ 5 mm/h (éq. en eau)	1	1, 3 et 4	3
	Forte	> 5 mm/h (éq. en eau)	1		
Pluie verglaçante			1	4 et 7	7
Grésil			1	3	3
Pluie			1	3 et 7	3 et 7

TABLEAU 2

Description sommaire des conditions météorologiques dans les secteurs test et témoin lors des sorties n°s 3 et 7

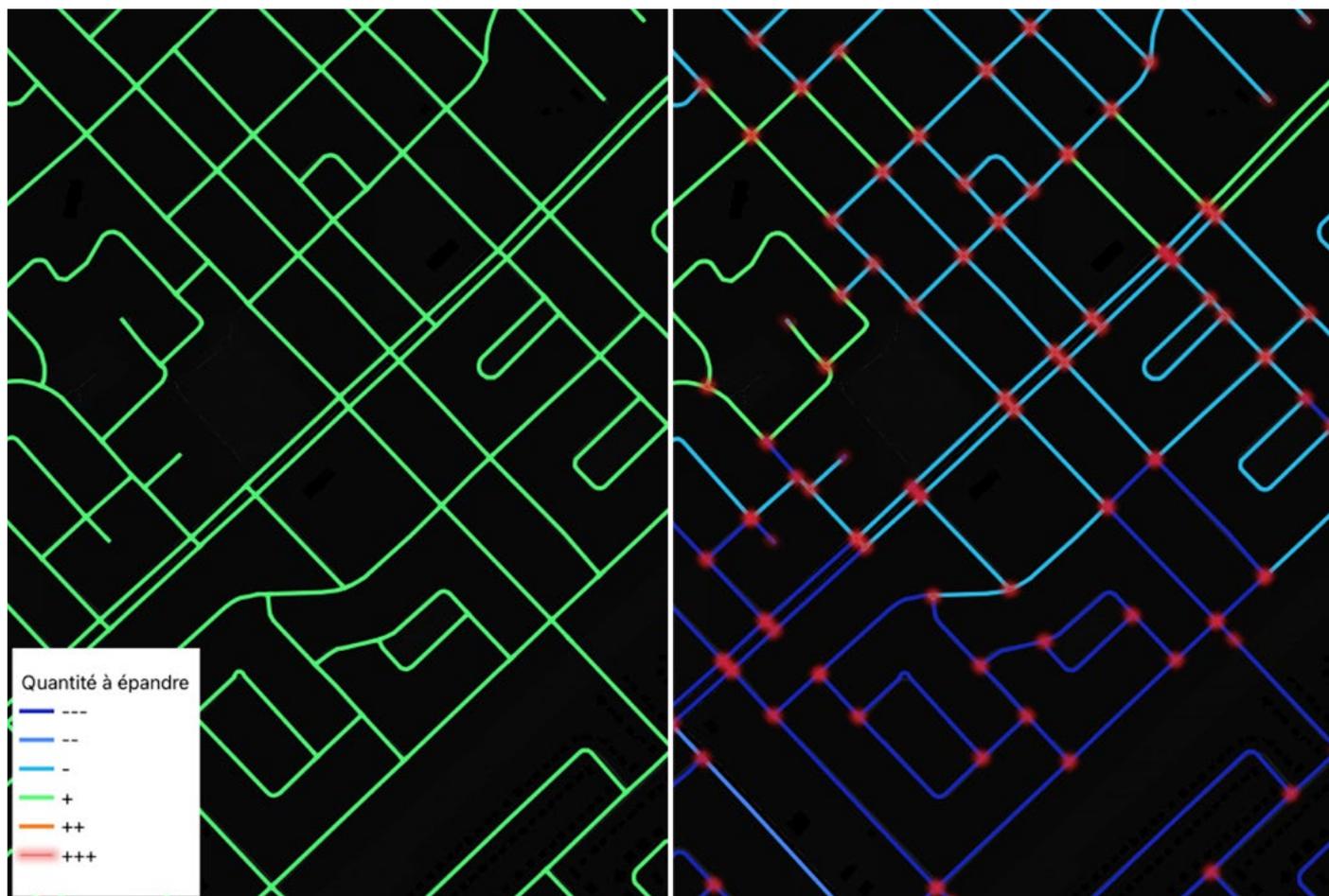
					TEMPÉRATURE DE LA CHAUSSÉE		TEMPÉRATURE DE L'AIR	
N°	Début	Fin	Neige (cm)	Pluie (mm)	Min. (°C)	Max. (°C)	Min. (°C)	Max. (°C)
3	09/01/2024	10/01/2024	18	9,9	-6	-0,60	-6,80	1,50
7	28/02/2024	29/02/2024	1	13	-6,7	11,20	-11,60	10,30

TABLEAU 3

Description sommaire des données d'épandage et d'adhérence de la chaussée lors de deux événements de neige

	ZONE TEST	ZONE TÉMOIN
Événement n° 3 – 9 et 10 janvier 2024		
Produit utilisé	Mixte 66/33	Sel
Taux moyen (kg/km)	125	150
Adhérence – moyenne (χ)	0,447	0,444
Adhérence – écart-type (σ)	0,056	0,071
Taille d'échantillon (N)	43	104
Événement n° 7 – 28 et 29 février 2024		
Produit utilisé	Sel	Sel
Taux moyen (kg/km)	75	106
Adhérence – moyenne (χ)	0,750	0,737
Adhérence – écart-type (σ)	0,097	0,118
Taille d'échantillon (N)	267	191

FIGURE 3
Recommandations d'épandage : exemple d'approches non embarquée (à gauche) et embarquée (à droite)



rééchantillonnage répété des données observées afin d'estimer la distribution empirique de la différence d'adhérence entre les secteurs test et témoin. L'analyse indique que cette différence n'est pas statistiquement significative, suggérant que la réduction du sel n'a pas altéré l'adhérence de la chaussée.

Un potentiel de réduction accru grâce à l'outil embarqué

Sur l'ensemble de la période hivernale, les recommandations ont permis de diminuer de 21 % en moyenne l'utilisation de sel dans le secteur test par rapport au secteur témoin. Des simulations réalisées avec un outil *gula* embarqué, permettant des recommandations précises au niveau de chaque tronçon routier (figure 3), révèlent un potentiel d'économies encore plus important pouvant atteindre 27 %. Ces résultats sont d'autant plus prometteurs que les biais de l'étude et les contraintes opérationnelles rencontrées laissent supposer que les réductions observées sous-estiment probablement les économies de sel qui pourraient être réalisées dans des conditions optimales

d'utilisation. Afin de valider ces projections encourageantes, une phase de test de l'outil embarqué est prévue durant l'hiver 2025.

Une adhérence de la chaussée maintenue

L'analyse comparative a révélé que l'adhérence de la chaussée ne présente pas de différence significative entre le secteur test et le secteur témoin. Ce constat ouvre des perspectives intéressantes en matière d'optimisation des ressources, puisqu'elle suggère qu'une réduction de l'épandage de sel peut être envisagée sans compromettre la sécurité routière.

Lors de la sortie n° 7, une diminution de 29 % de l'utilisation de sel a été réalisée, tout en maintenant une adhérence satisfaisante. Les résultats sont encore plus marqués lors de la sortie n° 3, où une réduction considérable de 45 % de sel a été atteinte, compensée par l'ajout stratégique d'abrasifs à raison de 42,5 kg/km. Ces données démontrent qu'une approche raisonnée de l'épandage, combinant une réduction en sel et parfois combinée à une utilisation ciblée d'abrasifs, permet de maintenir des conditions sécuritaires tout

en réduisant l'impact environnemental des sels de voirie et les coûts d'exploitation. Par ailleurs, en raison des biais inhérents à l'étude et des limites opérationnelles identifiées, il est probable que les réductions observées sous-estiment les économies réelles en sel qui pourraient être réalisées dans des conditions idéales.

Ces résultats répondent aux préoccupations de sécurité exprimées par les municipalités et la population. La Ville a noté un accueil favorable au projet pilote, tant auprès des membres de la communauté que du personnel municipal. Plusieurs citoyennes et citoyens ont souligné positivement la réduction visible des quantités de sel, perçue comme une mesure bénéfique pour l'environnement. Les membres du personnel municipal ont également accueilli favorablement le projet pilote.

Cette réception favorable indique que la transition vers des pratiques d'épandage durables est bien perçue par la communauté, en particulier lorsque des bénéfices environnementaux tangibles sont mis de l'avant. En adoptant cette approche, la Ville de L'Assomption démontre qu'une gestion hivernale plus écologique et économique est non seulement réalisable, mais aussi susceptible d'inspirer d'autres municipalités québécoises à adopter des pratiques similaires.

Remerciements

Ce projet pilote n'aurait pu voir le jour sans l'engagement et l'ouverture à l'innovation de la Ville de L'Assomption. Un immense merci à Maxime Chevrier, directeur des travaux publics et de l'environnement, dont le leadership et l'expertise ont été essentiels à la réussite de cette initiative. La mise en œuvre du projet sur le terrain a également reposé sur la précieuse collaboration des membres du personnel municipal. Leur implication et leur professionnalisme ont joué un rôle clé dans le bon déroulement des essais. Un merci tout particulier – pour leur contribution active – à : Martin, Patrick, Simon, Frédérick, Maxime, Jocelyn et David. Enfin, un grand merci aux équipes d'AquaEntrepreneur

« Cette réception favorable indique que la transition vers des pratiques d'épandage durables est bien perçue par la communauté, en particulier lorsque des bénéfices environnementaux tangibles sont mis de l'avant. »

et d'IVÉO, dont le soutien et la collaboration ont permis de concrétiser ce partenariat avec la Ville de L'Assomption et de faire de ce projet un succès. ●

Photo de la page 36 : Camion d'épandage. Source : Claudie Ratté-Fortin, Clean Nature^{MC}.

Références

Corriveau, J. (2024). « Le sel de voirie, ennemi des infrastructures », *Le Devoir*. En ligne : ledevoir.com/societe/transports-urbanisme/822050/sel-voirie-ennemi-infrastructures.

Efron, B., et R. Tibshirani (1993). *An Introduction to the Bootstrap* (Vol. 57). New York: Chapman and Hall, 436 p.

Jensen, D., et collab. (2014). *Ensuring and quantifying return on investment through the development of winter maintenance performance measures*. En ligne : vaisala.com/sites/default/files/documents/WEA-RDS-G-Performance%20Measures__2014.pdf.

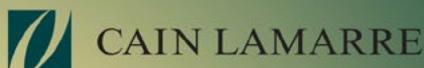
Valois-Nadeau, B. (2024). « Un quart de la ligne bleue est fermé en raison du manque d'investissement de Québec, accuse Plante », *Le Devoir*. En ligne : ledevoir.com/societe/transports-urbanisme/821131/reouverture-stations-metro-fermees-ligne-bleue-pourrait-prendre-quelques-semaines.

World Meteorological Organization (1997). *Commission for Instruments and Methods of Observation. Expert Meeting on Automation of Visual and Subjective Observations*, Trappes/Paris, France, 14-16 May 1997, Final Report.

Enraciné au Québec depuis 1877, Cain Lamarre façonne le paysage juridique avec audace et vision.

Le cabinet rassemble plus de 550 membres dont près de 300 professionnel(le)s. Ses 15 places d'affaires réparties dans l'ensemble du Québec font de Cain Lamarre le spécialiste des réalités du Québec.

Ensemble pour réussir



cainlamarre.ca

Remplacement des entrées de service en plomb

Des délais et des coûts élevés



PAR GUILLAUME DROLET, ing.
Représentant de la section québécoise de
l'AWWA
guillaume.drolet@ville.quebec.qc.ca

L'American Water Works Association (AWWA) a déposé, le 13 décembre dernier, une demande d'examen des améliorations de la règle sur le plomb et le cuivre (*Lead and Copper Rule Improvements* [LCRI]) auprès de la Cour d'appel des États-Unis pour le circuit du District de Columbia, car elle craint que les exigences ne soient pas réalisables. Tour d'horizon de la position de l'association sur le sujet!

Position de l'AWWA

Cette réaction de l'AWWA provient du fait que l'Agence américaine de protection de l'environnement (EPA) a publié, le 8 octobre 2024, la version finale de la LCRI en prépublication. L'AWWA partage l'objectif de l'EPA de remplacer les canalisations en plomb dans tout le pays (États-Unis) – dans leur intégralité – le plus rapidement possible. En fait, l'association est intervenue au tribunal, en 2021, pour soutenir les précédentes révisions de la règle sur le plomb et le cuivre (*Lead and Copper Rule Revisions* [LCRR]), qui exigeaient l'élaboration et la mise en œuvre de stratégies de remplacement complet des canalisations de service en plomb.

L'AWWA est fière et encouragée par les progrès considérables réalisés par les services de distribution d'eau pour identifier les canalisations en plomb, partager cette information avec les ménages, et surmonter les obstacles juridiques et financiers au remplacement. Cependant, elle craint que les exigences ne soient pas réalisables dans leur forme actuelle. Selon les estimations de l'EPA, le coût associé à la LCRI (3,0 à 4,9 milliards de dollars par an aux États-Unis) est plus élevé que presque toutes les réglementations antérieures de la *Loi sur la sécurité de l'eau potable* (*Safe Drinking Water Act* [SDWA]).

Préoccupations de l'association

L'AWWA est très préoccupée par l'approche de la LCRI concernant les conduites de service en plomb sur les propriétés privées. La règle exige que les réseaux de distribution d'eau remplacent



les canalisations de branchement en plomb (et les canalisations galvanisées qui doivent être remplacées en vertu de la règle) lorsque le réseau de distribution d'eau contrôle ces canalisations. La LCRI présume qu'un réseau de distribution d'eau « contrôle » une canalisation de distribution en plomb lorsqu'il a « accès » à cette canalisation. En vertu de la SDWA, l'accès n'est pas synonyme de contrôle. En tentant de définir l'accès et le contrôle comme une seule et même chose, la LCRI élargit effectivement la définition d'un réseau public de distribution d'eau pour y inclure les propriétés privées, et rend les compagnies de distribution d'eau responsables des problèmes sur les propriétés privées qu'elles ne peuvent pas nécessairement résoudre. Cette interprétation crée un précédent qui mérite un examen attentif.

La LCRI pose d'importants problèmes d'accessibilité financière, en particulier pour les ménages qui ont du mal à satisfaire leurs besoins essentiels. Une étude commanditée par l'AWWA montre que le coût du remplacement des canalisations en plomb à l'échelle nationale (États-Unis) pourrait dépasser les 100 milliards de dollars, et que la plupart de ces coûts seront supportés par les consommateurs sous la forme de factures d'eau plus élevées. La LCRI fait suite à l'adoption récente d'une règle sur les substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées (PFAS) qui coûtera également des milliards de dollars par an. Une aide supplémentaire aux consommateurs, en particulier à ceux dont les revenus sont les plus faibles, sera nécessaire pour maintenir l'accessibilité à l'eau.

Selon l'AWWA, l'exigence de la LCRI de remplacer toutes les conduites de service en plomb (et les conduites galvanisées)

« Selon l'AWWA, l'exigence de la LCRI de remplacer toutes les conduites de service en plomb (et les conduites galvanisées) d'ici 2037 n'est pas réalisable. De nombreuses collectivités seront confrontées à d'importants problèmes financiers, logistiques et de personnel. »

d'ici 2037 n'est pas réalisable. De nombreuses collectivités seront confrontées à d'importants problèmes financiers, logistiques et de personnel. Le calendrier de remplacement doit tenir compte des circonstances locales et encourager le partage des responsabilités entre les services publics, le gouvernement, les consommateurs et les autres parties prenantes.

La version finale de la LCRI comporte plusieurs éléments notables, notamment les suivants :

- La plupart des éléments de la LCRR ont été reportés;
- Les conduites de service en plomb et galvanisées doivent être remplacées intégralement dans un délai de 13 ans;
- Les raccords en plomb doivent être ajoutés à l'inventaire des conduites de branchement;
- Les matériaux de toutes les conduites de service doivent être déterminés;
- Le remplacement partiel des conduites en plomb et galvanisées est interdit;
- Le seuil de déclenchement au niveau de la concentration de plomb dans l'eau a été supprimé et le seuil d'intervention a été abaissé à 10 µg/L;
- Les systèmes dépassant plusieurs fois le seuil d'intervention pour le plomb doivent être équipés de filtres;
- Les avis destinés aux propriétaires concernant les résultats de la surveillance des sites de contrôle de conformité sont à fournir dans un délai de trois jours ouvrables;
- Les modifications apportées au contrôle de conformité pour le plomb s'appliqueront à tous les systèmes en même temps.

D'autres observations et préoccupations sont exposées dans les commentaires de l'AWWA, publiés en février 2024, sur la proposition de la LCRI. La pétition et des informations complémentaires sont disponibles sur le site awwa.org/lead.

Pour des exigences réalisables et abordables

L'AWWA convient que les réseaux de distribution d'eau, les communautés, les États et le gouvernement fédéral devraient s'efforcer d'éliminer complètement toutes les conduites de branchement en plomb, et que les réseaux de distribution d'eau devraient gérer activement la corrosivité de l'eau qu'ils distribuent. Or, les exigences réglementaires visant à atteindre ces objectifs doivent être réalisables. Les délais pour accomplir les actions requises doivent tenir compte des ressources dont disposent les réseaux de distribution d'eau. De plus, le respect de la LCRI ne doit pas avoir d'incidence négative sur le temps et les ressources nécessaires pour faire face à d'autres risques hautement prioritaires et pour améliorer les réseaux.

Au cours des dernières décennies, la communauté de l'eau potable a fait d'énormes progrès dans la réduction des niveaux de plomb dans l'eau potable. Il est possible et nécessaire d'en faire plus. Les prochaines étapes de la politique de l'eau potable visant à réduire davantage les risques liés au plomb doivent être crédibles, juridiquement solides, réellement réalisables et adaptées au défi à relever. L'AWWA espère que ces commentaires aideront l'EPA à formuler une version finale de la LCRI visant à réduire davantage les risques, tout en reconnaissant les défis supplémentaires auxquels sont confrontés les réseaux d'eau, notamment les PFAS, la cybersécurité, les changements climatiques et le vieillissement des infrastructures.

L'AWWA est impatiente de travailler en collaboration avec l'EPA, les réseaux d'eau, les défenseurs de l'environnement et de nombreux autres partenaires pour élaborer une règle sur le plomb qui protège chaque communauté, et dont la mise en œuvre est faisable et abordable. ●

MISSION DE L'AWWA

Fondée en 1881, l'AWWA est la plus grande association scientifique et éducative à but non lucratif consacrée à la gestion et au traitement de l'eau, la ressource la plus vitale au monde. Avec plus de 50 000 membres, l'AWWA fournit des solutions pour améliorer la santé publique, protéger l'environnement, renforcer l'économie et améliorer notre qualité de vie.

« L'AWWA est impatiente de travailler en collaboration avec l'EPA, les réseaux d'eau, les défenseurs de l'environnement et de nombreux autres partenaires pour élaborer une règle sur le plomb qui protège chaque communauté, et dont la mise en œuvre est faisable et abordable. »

Puissance unificatrice de l'eau

Les Américains sont favorables aux investissements !



PAR YVAN BREULT, ing., M. Env.
Délégué de Réseau Environnement auprès de
la WEF



(Traduction libre permise par la Water Environment Federation [WEF] de l'article suivant : Bufe, M. (août 2024). « The Unifying Power of Water: New poll shows majority of U.S. voters support water investments ». *Water Environment & Technology*, p. 25-29.)



Depuis 2015, la campagne portant sur la valeur de l'eau (*The Value of Water Campaign*) consulte annuellement les électeurs américains afin de connaître leur opinion sur les infrastructures en eau du pays, et ce qu'ils considèrent comme étant les actions prioritaires à entreprendre et les solutions potentielles. Voici un résumé des conclusions du rapport de 2024 !

Les résultats de l'enquête permettent de composer le *Value of Water Index* (US Water Alliance, 2024). Selon cet indice, un approvisionnement en eau sûr et fiable est classé parmi les trois principales priorités pour 88 % des 1 000 électeurs américains sondés. « Seules la réduction de l'inflation et la construction d'une économie plus forte sont mieux classées », note Christy Harowski, directrice de la campagne.

Les résultats du sondage de 2024 révèlent également trois éléments : deux électeurs sur trois sont favorables à des investissements fédéraux supplémentaires dans les infrastructures en eau; la plupart des Américains seraient prêts à payer un peu plus chaque année pour améliorer l'accès à l'eau et la santé de la communauté; ils sont en faveur de programmes gouvernementaux permanents d'assistance aux clients à faible revenu afin de les aider à payer leurs factures.

Fiabilité de l'approvisionnement en eau : une priorité

Le soutien massif des électeurs aux investissements dans le secteur de l'eau fait suite à la plus grande injection de fonds pour les infrastructures en eau de l'histoire du pays, a noté

M^{me} Harowski : « La loi bipartite sur les infrastructures, adoptée en 2021, prévoit un total de 55 milliards de dollars américains sur cinq ans pour les dépenses liées à l'eau. » Selon les résultats de la dernière enquête sur les besoins en eau de l'Agence américaine de protection de l'environnement (U.S. EPA, 2025), les inquiétudes des électeurs concernant la fiabilité de l'approvisionnement en eau sont bien fondées. Selon Steve Dye, directeur principal des affaires gouvernementales de la WEF, cette enquête a révélé que les communautés américaines devront investir plus de 630 milliards de dollars au cours des 20 prochaines années afin de maintenir leur conformité réglementaire en vertu de la *Clean Water Act* et de plusieurs règlements qui lui sont associés. Il ajoute : « Et encore une fois, ce montant ne concerne que la conformité actuelle à la *Clean Water Act*, ce qui exclut le financement requis pour répondre à la croissance des communautés et aux besoins émergents. » Par exemple, les permis octroyés actuellement ne tiennent pas compte de l'encadrement réglementaire attendu pour l'élimination des substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées des biosolides ainsi que des effluents d'eaux usées, ni des solutions nécessaires pour faire face aux incidents de pénurie d'eau et à la qualité de l'eau (p. ex. : élimination des microplastiques et d'autres contaminants des eaux de surface qui sont utilisées comme sources d'eau potable).

Payer plus pour assurer une eau de qualité

Selon les résultats obtenus, la plupart des électeurs seraient prêts à payer environ 50 dollars de plus par an pour financer

les améliorations nécessaires du système d'eau. Kishia Powell, directrice générale de la WSSC Water (s. d.) – qui fournit des services d'eau potable et d'assainissement des eaux usées à près de 1,9 million de personnes dans le Maryland –, apprécie la volonté du public de contribuer financièrement à l'effort d'amélioration des infrastructures en eau, mais reconnaît que des augmentations de tarifs modestes ne suffiront pas à elles seules à combler l'écart séparant les besoins de la capacité de production.

« Nous sommes à un point où nous devons repenser la manière dont nous finançons les améliorations du secteur de l'eau », déclare M^{me} Powell, qui préconise une approche à trois volets comprenant un financement fédéral accru, des structures tarifaires adéquates et abordables, et des programmes d'assistance à la clientèle à faible revenu.

Améliorer l'accessibilité à l'eau

L'accessibilité à l'eau peut être abordée de diverses manières, en commençant par la structure des tarifs, explique Carol Malesky, directrice principale du conseil en gestion et en technologie chez Stantec (Edmonton, Alberta). Certains services publics proposent une structure tarifaire progressive qui fournit des services d'eau essentiels à faible coût; à mesure que la consommation d'eau augmente, les coûts unitaires augmentent. « Cela encourage la conservation de l'eau et garantit que les gros consommateurs d'eau paient plus », explique M^{me} Malesky. Toutefois, pour certains ménages à revenus limités, ces mesures ne suffisent pas. M^{mes} Malesky, Harowski et Powell, ainsi que près de 60 % des personnes ayant répondu au sondage sur la valeur de l'eau, conviennent que les programmes d'aide aux ménages à faible revenu sont essentiels afin d'améliorer l'accessibilité à l'eau.

Les défis auxquels sont confrontés les services publics dans la mise en œuvre des programmes d'aide sont triples, selon M^{me} Malesky. Tout d'abord, il faut trouver des sources de financement, ensuite il faut enregistrer celles et ceux qui ont besoin d'aide selon les critères établis, et enfin il faut aider ces derniers à s'affranchir de leur dépendance à l'aide financière. En raison du temps et des ressources nécessaires à l'administration de ces programmes, la plupart des services publics s'associent à des organismes à but non lucratif locaux. Malgré cela, les

« Selon les résultats obtenus, la plupart des électeurs seraient prêts à payer environ 50 dollars de plus par an pour financer les améliorations nécessaires du système d'eau. »

« M^{mes} Malesky, Harowski et Powell, ainsi que près de 60 % des personnes ayant répondu au sondage sur la valeur de l'eau, conviennent que les programmes d'aide aux ménages à faible revenu sont essentiels afin d'améliorer l'accessibilité à l'eau. »

programmes existants ont souvent un faible taux d'inscription en raison d'exigences de qualification strictes.

Militer en faveur des investissements

Le message que les résultats du sondage sur la valeur de l'eau ont envoyé aux décideurs politiques est clair : « Si une initiative sur l'eau est soumise au vote, la plupart des Américains la soutiendront », déclare M^{me} Harowski. « Les professionnels de l'eau doivent informer les élus et leurs électeurs de l'état de leurs infrastructures, ajoute M. Dye. Cela implique de leur rappeler qu'une grande partie de notre population apprécie les investissements dans le secteur de l'eau. »

La manière dont ces messages sont adaptés dépend du public. Certains décideurs politiques et élus envisagent les investissements dans les infrastructures hydrauliques sous l'angle du développement économique : « Il est plus difficile de faire grandir une communauté dont les infrastructures sont défectueuses, explique M. Dye. Lier les améliorations à la croissance économique trouve un écho auprès de ces publics. » D'autres réagissent mieux aux messages qui personnalisent le problème : « Des systèmes défectueux peuvent entraîner une perte de productivité, ajoute-t-il. Cela peut se traduire par une perte de revenus pour les familles et les entreprises. »

« Les services publics et leurs clients ont des besoins réels qui ne sont pas vraiment compris par ceux qui ne font pas partie du secteur de l'eau », déclare M^{me} Powell, qui a témoigné devant le Congrès américain en faveur de la loi bipartite sur les infrastructures et des questions liées à l'eau. « Nous avons le devoir de faire connaître ces besoins et de plaider en faveur des fonds nécessaires pour assurer un approvisionnement en eau sûr et propre », conclut-elle. ●

Références

U.S. EPA (2025). *U.S. Environmental Protection Agency*. En ligne : epa.gov.

US Water Alliance (2024). *2024 Value of Water Index*. En ligne : uswateralliance.org/programs/the-value-of-water-campaign/2024-value-of-water-index.

WSSC Water (s. d.). *We deliver the essential*. En ligne : wsscwater.com.

Qu'est-ce que la SWANA ?

Coup d'œil sur l'association et la section québécoise



PAR ANNE-MARIE HALLÉ
Présidente du conseil d'administration
de la SWANA Québec

Depuis 2013, Réseau Environnement est le parrain de la mise en place de la section québécoise de la Solid Waste Association of North America (SWANA). Compte tenu de la notoriété de cette organisation à l'échelle nord-américaine, de son réseau et de la complémentarité entre les services offerts, les deux organisations ont uni leurs forces. Tour d'horizon de la SWANA et de son rôle !

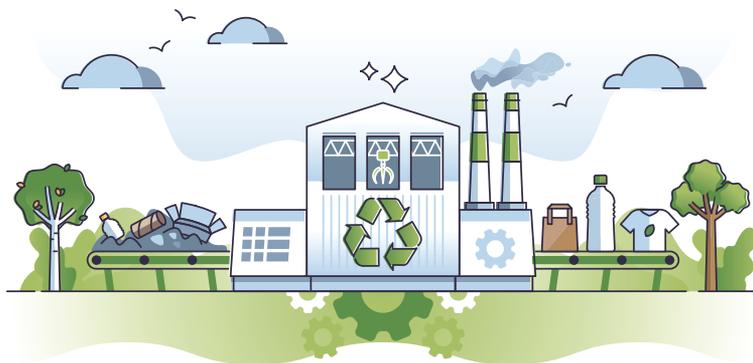
Fondée en 1961, la SWANA est un organisme à but non lucratif (OBNL) au service des professionnels œuvrant dans les différentes sphères de la gestion et du traitement environnemental des déchets. Visant l'avancement des connaissances ainsi que la professionnalisation et l'innovation dans ce secteur d'activité, la SWANA offre à ses membres des programmes de formation et des occasions de réseautage. De plus, elle met l'expertise et les connaissances de ses membres à profit afin de participer au façonnement des politiques publiques.

La SWANA est aujourd'hui la plus importante association de professionnels en gestion des déchets au monde, avec plus de 10 000 membres. La majorité d'entre eux – dans une proportion d'un peu plus de 60 % – sont des fonctionnaires du secteur public, tandis que le reste des membres sont issus d'OBNL, d'entreprises exploitantes d'infrastructures de gestion des matières résiduelles du secteur privé, de fournisseurs d'équipements et de technologies, ainsi que de firmes de consultation en ingénierie et en environnement.

En 2023, Amy Lestition Burke a pris la barre de la SWANA à titre de directrice générale et cheffe de la direction. Son arrivée en poste a entraîné un vent de changement; les efforts sont maintenant déployés à travers l'éducation, la représentation et la recherche pour opérer le virage vers la gestion des ressources.

Pourquoi devenir membre de la SWANA ?

Être membre de l'association permet, entre autres, d'interagir avec des professionnels du secteur des matières résiduelles provenant de partout en Amérique du Nord. Par exemple, en



plus du congrès annuel de la SWANA, le réseau des sections canadiennes organise un symposium tous les deux ans autour d'une thématique d'actualité.

En ce qui concerne la SWANA Québec, la section organise des événements éducatifs sur des questions très spécifiques au domaine des matières résiduelles, mais ayant un impact considérable pour la collectivité. Par exemple, le 10 décembre dernier s'est tenu la conférence intitulée « Pleins feux sur les REP en vigueur et à venir », ayant réuni Maryse Vermette (Éco Entreprises Québec [ÉEQ]), Jules Foisy Lapointe (GoRecycle), Jean-François Richard (Société de gestion des huiles usagées [SOGHU]) et Jean-François Lefort (Consignation). Animé par Sabrina Charron de RECYC-QUÉBEC, ce panel de discussion a permis d'approfondir les connaissances des quelque 50 participantes et participants sur les tenants et les aboutissants des programmes de responsabilité élargie des producteurs.

La SWANA Québec vient ainsi créer de nouvelles occasions d'échanges de connaissances et d'expertise entre les professionnels de la saine gestion des matières résiduelles

« La SWANA Québec vient ainsi créer de nouvelles occasions d'échanges de connaissances et d'expertise entre les professionnels de la saine gestion des matières résiduelles issus d'entreprises privées, d'OBNL et de municipalités. »

issus d'entreprises privées, d'OBNL et de municipalités. Il s'agit d'une contribution toute modeste, mais qui permet d'ouvrir une fenêtre sur un secteur d'activité des plus essentiels, en constante évolution, constitué de spécialistes passionnés (ce qui n'est malheureusement pas toujours reconnu pleinement).

Événement annuel : WASTECON® devient RCon™

Chaque année, la SWANA tient un congrès de grande envergure qui réunit les professionnels du domaine de la gestion des matières résiduelles qui sont membres des 47 sections réparties aux États-Unis, au Canada et dans les Caraïbes. Des conférences, des sessions techniques et des tables rondes permettent aux participantes et participants de s'informer et d'échanger sur les plus récentes avancées technologiques, techniques et scientifiques. En 2024, la dernière édition de WASTECON® – qui a eu lieu à Grapevine, au Texas – portait sur le leadership et l'innovation, et a mobilisé plus de 1 400 personnes pendant toute une semaine.

Du 12 au 15 novembre 2025, à Columbus (Ohio), se tiendra la nouvelle conférence annuelle RCon™ qui vient désormais remplacer les deux événements traditionnels de la SWANA ; le « R » signifie « ressource » en raison de la contribution du secteur de la gestion des matières résiduelles à l'économie circulaire et à la décarbonation. En effet, plusieurs mots débutant par « R » font partie du champ lexical du secteur, comme « réduire à la source », « réutiliser », « réparer », « recycler », « recirculer », « reconditionner », etc.

Pour vivre une expérience des plus enrichissantes par rapport à l'évolution des connaissances, des pratiques et des technologies dans le domaine, et pour nourrir les réflexions sur la gestion durable des ressources, ne manquez pas la toute première édition de RCon™ 2025, à Columbus. C'est un rendez-vous! ●

QUOI DE NEUF À LA SWANA QUÉBEC ?

Lors de l'assemblée générale annuelle de la SWANA Québec, qui s'est tenue le 28 octobre 2024, les membres ont élu Anne-Marie Hallé (Enviro Connexions) pour agir à titre de présidente du conseil d'administration, succédant ainsi à Jean-Luc Plante (JLPlante Services Conseils), dont le mandat de deux ans se terminait. Ce dernier a choisi de poursuivre son implication comme vice-président. Tous les autres membres du conseil d'administration ont par ailleurs souhaité renouveler leur mandat, soit Nicolas Perrino (EBI) comme trésorier, Geneviève Pigeon (Premier Tech), Céline Vaneeckhaute (Université Laval) et Thibaud Daoust (Daigneault, avocats), qui joue aussi le rôle de représentant des jeunes professionnels de la SWANA. Iris Laforme, coordonnatrice technique du secteur Matières résiduelles chez Réseau Environnement, appuie pour sa part le conseil d'administration dans la planification et la mise en œuvre de ses activités.

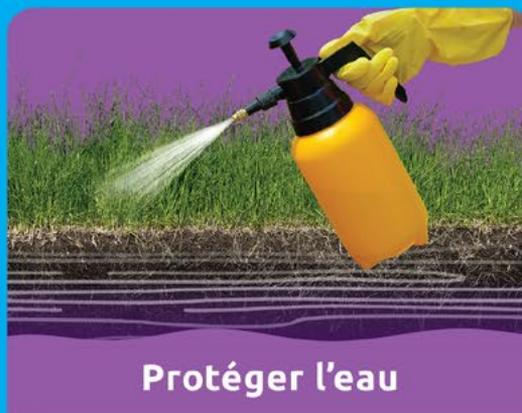
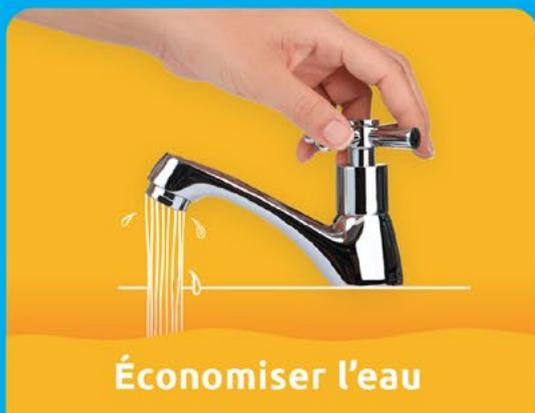


Conférence organisée par la SWANA Québec, qui a eu lieu le mardi 10 décembre 2024 à la Maison du développement durable. De gauche à droite : Sabrina Charron (RECYC-QUÉBEC), Jean-François Lefort (Consignaction), Maryse Vermette (ÉEQ), Jules Lapointe Foisy (GoRecycle) et Jean-François Richard (SOGHU).

DÉCOUVREZ

le site dédié à nous informer
pour protéger notre richesse collective

**PENSEZ
BLEU**.COM



Ludique et
interactif



BONNES
PRATIQUES

QUIZ

INFOS

BALADO

VIDÉO

Campagne financée par :

Québec 

Propulsée par :

 Réseau
Environnement

