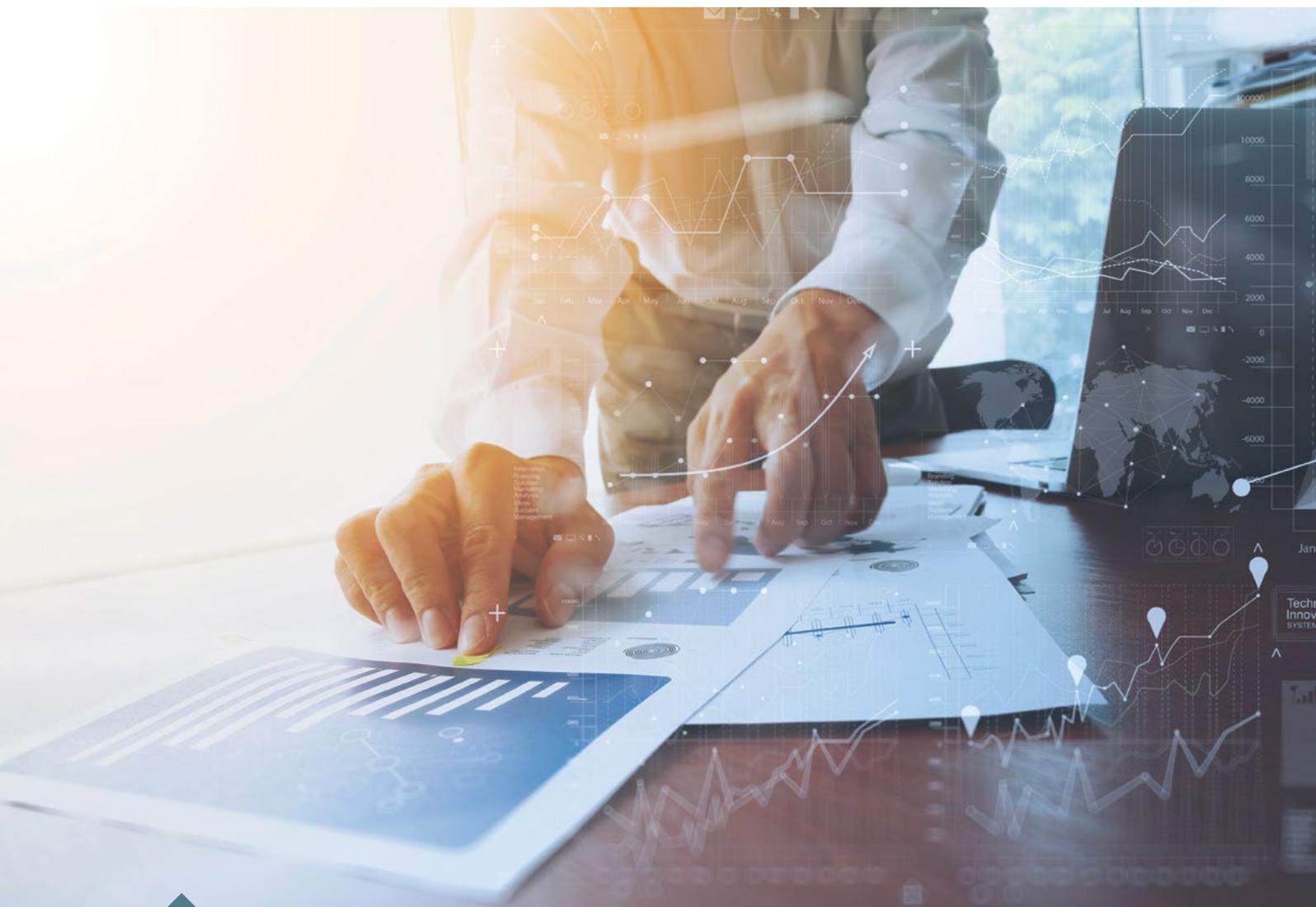


La revue
des spécialistes de
l'environnement
au Québec

Volume 56 • Numéro 2
Juin 2023

Vecteur Environnement



DOSSIER

ÉCOFISCALITÉ : UN OUTIL ESSENTIEL POUR UNE ÉCONOMIE VERTE

- Écofiscalité : origine, définition et perspectives
- Écofiscalité : des outils à la portée du secteur municipal!
- Retour sur les ateliers d'Americana 2023 : les prochains jalons en écofiscalité au Québec

PUBLIÉE PAR :

 **Réseau
Environnement**



Le saviez-vous?

Cela fait près de **20 ans** que nous finançons le système de collecte sélective au Québec.

C'est plus de **2 milliards** qui ont été versé aux municipalités par l'entremise des producteurs depuis 2005.

Maintenant que ÉEQ est OGD, combinons nos expertises afin de bonifier le système de collecte sélective.

Optimisons ensemble les territoires de collectes, priorisons les regroupements et signons une entente contractuelle.

Nous vous contacterons pour plus de détails.
eeq.ca/modernisation

CHRONIQUES

Tour d'horizon	48
Innovation	52
AWWA	54
WEF	56
SWANA	58
Actualité internationale	60
À lire	61
À l'agenda	62

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

Coordonnateur de publication
Romain Bédard-Roux

Avec la collaboration de :

Mohammed Abourich, Abdellah Aji, Florent Barbecot, Malika Bendouz, Alexandre R. Cabral, Pauline Chevalier, Clémentine Chevallier, Dominique Claveau-Mallet, Yves Comeau, Loriane Des Alliers, Éric Desbiens, Marc-André Desjardins, Jules Foisy Lapointe, Mélanie Germain, Jordan Gosseries, Hugo Guerche, Thierry Kahale, Robert Lafond, Lyne Latulippe, Charles Leclerc, Lisbeth Longlune, Grégory Mattioli, Stéphanie Murray, Anne-Marie Nantel, Luisa Novara, Ousmane Ouédraogo, Martijn Pakker, Jean Paré, Geneviève Pigeon, Jean-Luc Plante, Michael Robert-Angers, Simon Rousseau, Simon Savard, Agathe Stévenin, Jeanne Tremblay.

Financé par le
gouvernement
du Canada



Abonnement annuel papier (60 \$) ou numérique (30 \$)
Les auteurs des articles publiés dans *Vecteur Environnement* sont libres de leurs opinions. La forme masculine est privilégiée sans intention discriminatoire et uniquement dans le but d'alléger les textes. Le contenu de *Vecteur Environnement* ne peut être reproduit, traduit ou adapté, en tout ou en partie, sans l'autorisation écrite de l'éditeur.

Imprimé sur Rolland Enviro® (Enviro SATIN texte blanc base 140M). Ce papier contient 100 % de fibres recyclées durables, est fabriqué avec un procédé sans chlore et à partir d'énergie biogaz. Il est certifié FSC® et désigné par Garant des forêts intactsSM.



100%

FSC position
pour Maska

PCF



Photo de la couverture
Shutterstock

Photo de la page 5
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

Dossier

Écofiscalité : un outil essentiel pour une économie verte

ÉCOFISCALITÉ	5
Origine, définition et perspectives	6
ÉCOFISCALITÉ	10
Des outils à la portée du secteur municipal!	10
RETOUR SUR LES ATELIERS D'AMERICANA 2023	12
Les prochains jalons en écofiscalité au Québec	12
ENTREVUE	14
Rencontre avec Martijn Pakker	14
Les enjeux de la politique environnementale	14
SPÉCIAL	16
Eaux souterraines contaminées par les PFAS	16
La remédiation in situ est-elle possible?	16
EAU	20
Microfibres issues du lavage de vêtements	20
Une initiative citoyenne de réduction à la source	20
MATIÈRES RÉSIDUELLES	22
Recyclage illégal d'appareils ménagers	22
GoRecycle continue sa lutte!	22
AIR, CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET ÉNERGIE	24
Réduction des GES	24
Les défis du MDN à Valcartier	24
SOLS ET EAUX SOUTERRAINES	28
Gestion des ressources en eau	28
Sanctuariser pour préserver le meilleur	28
BIODIVERSITÉ	30
Milieus humides	30
Une richesse à découvrir	30
ARTICLE SCIENTIFIQUE	34
Sols contaminés « BC » dans les LET	34
Pourquoi les enfouir si on peut les valoriser?	34
ARTICLE TECHNIQUE	42
Mise à niveau des étangs aérés de Rivière-du-Loup	42
Oser l'innovation	42

CONSEIL D'ADMINISTRATION DE RÉSEAU ENVIRONNEMENT

Président Martin Beaudry ASI Services Techniques Inc.	Administratrice Karine Boies Cain Lamarre	Président du comité régional Côte-Nord Poste vacant
Président sortant Nicolas Turgeon Investissement Québec – CRIQ	Administrateur Robert A. Dubé Atout Recrutement	Présidente du comité régional Estrie Léonie Lepage-Ouellette Ville de Sherbrooke
Secrétaire-trésorier Yves Gauthier	Administrateur Sylvain Gaudreault Cégep de Jonquière	Président du comité régional Outaouais Stéphane Maillé Epursol
Vice-présidente, secteur Air, Changements climatiques et Énergie Johanne Whitmore Chaire de gestion du secteur de l'énergie	Administratrice Céline Vaneeckhaute BioEngine	Présidente du comité régional Mauricie / Centre-du-Québec Jeanne Charbonneau CNETE
Vice-présidente, secteur Biodiversité Caroline Bisson Ville de Saint-Jean-sur-Richelieu	Administrateur Relève Marion Harvey	Présidente du comité régional Montréal Mylène Fugère Institut de l'ingénierie durable
Vice-présidente, secteur Eau Martine Lanoue Ville de Terrebonne	Président du comité régional Abitibi-Témiscamingue Poste vacant	Présidente du comité régional Saguenay-Lac-Saint-Jean Sandra Rossignol
Vice-président, secteur Matières résiduelles Simon Naylor Viridis Environnement	Présidente du comité régional Bas-Saint-Laurent / Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine Geneviève Pigeon Ville de Rivière-du-Loup	Président-directeur général de Réseau Environnement Mathieu Laneuville
Vice-président, secteur Sols et Eaux souterraines Philippe Glasson Enutech Inc.	Président du comité régional Capitale-Nationale / Chaudière-Appalaches Jean-Louis Chamard GMR International Inc.	

UNE SÉRIE DE BALADOS



SUR LA GESTION INTÉGRÉE DES EAUX PLUVIALES

Une Coopération France-Québec

CO•EAUPLUVIALE
FR - CA

Partager

Diffuser

Innover



PRÉSENTEZ VOS INNOVATIONS
et faites rayonner vos idées



A composite image showing a white incandescent light bulb with a silver base, which is attached to a green stem with several long, pointed green leaves. The entire composition is set against a light, textured background.

Écofiscalité : un outil essentiel pour une économie verte

L'écofiscalité, un concept encore méconnu du grand public, constitue pourtant l'une des mesures les plus efficaces et concrètes pour lutter contre les changements climatiques. Son objectif est de valoriser le principe d'internalisation des coûts et celui de pollueur-payeur par le biais d'instruments économiques visant à décourager les activités nuisibles à l'environnement ou à encourager celles qui lui sont favorables. Effectivement, ce qui différencie l'écofiscalité des autres mesures – telles que les subventions gouvernementales ou encore les redevances – est son impact pérenne ; elle influence directement le marché et constitue ainsi une réelle possibilité de changement en modifiant le comportement des consommatrices et consommateurs.

La transition amorcée – socialement responsable – vers une économie verte par le gouvernement du Québec s'inscrit dans le cadre de la Stratégie gouvernementale de développement durable et s'entreprind notamment grâce à l'écofiscalité. Actuellement, une trentaine de mesures écofiscales visant à favoriser des comportements écoresponsables ou à financer une politique environnementale ont été mises en place au Québec. Ces mesures sont particulièrement pertinentes pour les villes et municipalités en tant qu'outil de diversification du revenu et d'aide à la lutte aux changements climatiques. De plus, les revenus découlant des politiques écofiscales peuvent avoir des retombées économiques additionnelles pour le Québec (p. ex. : réduction de l'impôt sur le revenu et la masse salariale, investissement dans de nouvelles technologies et infrastructures, etc.).

Les articles du présent dossier permettent de mieux cerner les déterminants clés du succès de l'écofiscalité ainsi que de présenter comment elle peut être bénéfique non seulement pour l'environnement, mais aussi pour l'économie et la société. Une chose est certaine : la transparence sera un aspect incontournable dans l'application des mesures écofiscales.



Écofiscalité

Origine, définition et perspectives

L'écofiscalité n'est pas un concept nouveau en science économique – Arthur Pigou a écrit un livre à ce sujet en 1920! Les gouvernements ont maintenant recours à des taxes qui ont pour effet de hausser le prix des activités et des produits polluants et de changer les comportements. Toutefois, l'utilisation de mesures écofiscales demeure limitée, et l'introduction, le maintien et le rehaussement d'écotaxes posent des défis politiques.



PAR LYNE LATULIPPE, Ph. D., M. Fisc., LL. B.
Professeure titulaire et chercheuse principale,
Chaire de recherche en fiscalité et en finances
publiques, Université de Sherbrooke



ET PAR MICHAEL ROBERT-ANGERS, M. Fisc.
Professionnel de recherche, Chaire de
recherche en fiscalité et en finances publiques,
Université de Sherbrooke

D'où vient le concept d'écofiscalité?

Les travaux du précurseur de l'économie de l'environnement (Pigou, 1920) s'intéressent aux défaillances du pouvoir explicatif de la théorie économique en absence de marché pour les externalités négatives (pollution de tout type). Pour illustrer ses réflexions, prenons le cas de pêcheurs qui seraient détenteurs d'un droit d'usage sur un cours d'eau non pollué pour y mener leurs activités. Supposons qu'une usine située aux abords du cours d'eau doit déverser des rejets dans ce même cours d'eau dans le cadre de son processus de production. En présence d'un marché pour la pollution, l'usine pourrait alors acquérir le droit de polluer le cours d'eau auprès des pêcheurs, contre compensation. L'usine pourrait ainsi exercer ses activités, mais devrait intégrer l'impact de la pollution à son coût de production.

Elle devrait alors ajuster son niveau de production et/ou le prix de son produit en conséquence.

La théorie développée par Pigou est très intéressante, mais son application concrète recèle des difficultés. Il faut bien comprendre que dans l'exemple précédent, les pêcheurs pourraient ne pas être les seuls intervenants pénalisés par la pollution, multipliant le nombre d'ententes à conclure pour permettre à l'usine de fonctionner. De plus, on imagine bien qu'il est virtuellement impossible d'attribuer un coût à toutes les formes de pollution causées par l'action économique. Dans certains cas, l'unique fait de retracer le pollueur peut même être ardu. Par conséquent, l'identification des niveaux de pollution « efficaces » est une question éminemment complexe. Enfin, même si le droit à un environnement propre, sain et durable est reconnu comme un droit humain (ONU, 2022), il subsiste de nombreuses difficultés à le faire reconnaître.

S'appuyant néanmoins sur les concepts développés par Pigou, des économistes de l'environnement ont démontré dans les années 70 que la taxation des actions générant la pollution était plus efficace au sens économique que la réglementation prohibitive pour atteindre un objectif environnemental (Baumol et Oates, 1971). On jetait ainsi les bases de l'écofiscalité, telle qu'on la connaît.

Selon cette approche, après avoir fixé des standards environnementaux (niveau acceptable de qualité de l'eau, de l'air, etc.), les gouvernements appliquent des taxes qui viennent hausser le prix associé aux activités et aux produits polluants, ce qui les rend moins attrayants économiquement et entraîne le changement de comportement visé. Ainsi, sans procéder de façon contraignante, on réoriente les décisions des individus vers des options plus écoresponsables, et on favorise l'adoption de technologies de production moins polluantes par les entreprises.

Il importe de préciser qu'ici encore, bien que la taxe prélevée par une administration publique ne corresponde pas nécessairement au coût de la pollution tel que théorisé par Pigou, identifier avec justesse le niveau qui permettra d'atteindre l'objectif environnemental fixé au départ demeure complexe. Ainsi, tandis qu'un niveau trop élevé de taxation aura virtuellement le même effet qu'une réglementation interdisant certaines activités par ailleurs utiles, un niveau trop faible ne fera que hausser la charge fiscale des agents économiques visés par le prélèvement, sans modification de comportement. Enfin, dans certains cas, l'absence de solutions de rechange (produits ou services) ou encore l'inexistence de technologies vertes pertinentes vient aussi compliquer le virage vert.

Une définition contemporaine de l'écofiscalité

Dans la littérature, certains auteurs limitent l'apposition de l'étiquette de mesure écofiscale aux instruments économiques qui permettent effectivement de corriger les défaillances de marché en internalisant les effets de la pollution (Bourbonnais, 2021). Cette définition, qui découle du courant de pensée résumé précédemment, suppose une évaluation des coûts sociaux et environnementaux de la pollution, et implique une éventuelle diminution des bases d'imposition polluantes (et des revenus tirés des taxes).

Une définition plus souple du concept d'écofiscalité est toutefois dominante. Celle-ci englobe l'ensemble des impôts, des taxes et des redevances appliqués à certains produits, services ou activités qui détériorent l'environnement, ou à certaines activités d'extraction de ressources naturelles, sans égard à la finalité environnementale du prélèvement. L'Organisation des Nations unies (ONU) définit de la façon suivante une taxe environnementale : « [...] une taxe dont la base d'imposition est une unité physique (ou une variable de substitution) qui a une incidence négative, spécifique et établie sur l'environnement » (ONU, 2016; p. 135).

Ce type de définition présente l'avantage de distinguer assez facilement les prélèvements écofiscaux des autres, et de permettre des sous-regroupements par base d'imposition tels l'énergie, les transports, la pollution et les ressources (Eurostat, s. d.).

Par ailleurs, bien que cela déborde la définition de l'ONU, il est cohérent, d'un point de vue économique, de considérer certains allègements fiscaux comme des mesures écofiscales. En effet, en matière environnementale, la fiscalité peut ne pas être que punitive. Des allègements à l'impôt sur le revenu des sociétés et des particuliers et aux taxes à la consommation peuvent être prévus afin d'encourager l'adoption de mode de production et de consommation plus respectueux de l'environnement.

Application au contexte québécois

Sur la base de la définition de l'ONU, la mesure écofiscale la plus ancienne au Québec est la taxe québécoise sur les carburants. C'est aussi celle qui génère le plus de revenus, soit 2,1 milliards de dollars en 2021-2022 (Gouvernement du Québec, 2022). Bien qu'elle s'applique sur un polluant et accroît le coût d'une activité dommageable à l'environnement, celle-ci a toutefois d'abord été mise en place afin de financer l'entretien et le développement du réseau routier. Depuis 2010-2011, dans une perspective d'intégration du principe de l'utilisateur-payeur, le gouvernement du Québec redirige l'essentiel des revenus de cette taxe dans un fonds destiné à l'entretien et au développement du réseau routier, ainsi qu'au développement des infrastructures de transport en commun (Gouvernement du Québec, 2010).

Un large éventail de mesures écofiscales est appliqué au Québec. Si l'on prend en compte les prélèvements qui ne sont pas un impôt, une taxe ou une redevance tels le *système de plafonnement et d'échange de droits d'émission* et les *écofrais* (qui ne sont pas versés à une administration publique), on en recense une trentaine.

Toutefois, force est de constater que le niveau des prélèvements tirés des mesures écofiscales est généralement faible, ne favorisant pas les changements de comportement (Carbonneau et collab., 2022). À titre d'exemple, la taxe sur les carburants, appliquée au volume transigé, n'a pas été augmentée depuis 10 ans. La stagnation du niveau de cette taxe, alors que le niveau des prix continue de croître, a engendré un recul de son importance mesurée en dollars constants. D'ailleurs, on constate aussi que depuis quelques années, les prélèvements assumés par les automobilistes sont trop faibles pour assurer le financement du réseau routier, en rupture avec la vision gouvernementale de 2010 (CGSE, 2020).

« L'expérience montre que se soucier des aspects redistributifs, par exemple par la mise en place de prestations ciblées, peut favoriser l'acceptabilité sociale des mesures écofiscales [...]. »

En fait, le taux de plusieurs mesures écofiscales n'est pas indexé annuellement au Québec. Pourtant, le rehaussement des prélèvements permettrait de faciliter l'atteinte des objectifs gouvernementaux en matière environnementale. La cible qui vient le plus rapidement à l'esprit est la réduction des gaz à effet de serre, mais – à titre d'exemple – l'écofiscalité pourrait aussi être mise davantage à contribution pour réduire les quantités de matières résiduelles enfouies et incinérées ainsi que la surconsommation d'eau potable.

Un outil sous-utilisé

Depuis le début des années 2000, les préoccupations environnementales ont engendré un intérêt accru auprès des chercheuses et chercheurs pour l'écofiscalité, un outil efficace pour atteindre des objectifs environnementaux (OCDE, 2006). Toutefois, en moyenne, les recettes tirées des prélèvements écofiscaux par les pays membres de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) – mises en proportion de leur produit intérieur brut – sont en recul depuis 1994, première année pour laquelle cette donnée est collectée (OCDE, 2023).

Cette tendance est préoccupante dans un contexte où les enjeux environnementaux prennent de l'ampleur, même si elle peut s'expliquer par les défis politiques associés à l'introduction, au maintien et au rehaussement d'écotaxes. En effet, une partie de la population remet en question la pertinence de ces prélèvements, qui peuvent aussi être perçus comme inéquitables (Kallbekken et Sælen, 2011). Dans ce contexte, une utilisation plus intensive des mesures écofiscales, au Québec et ailleurs, implique de favoriser leur acceptabilité sociale.

Quelques solutions existent. On peut d'abord penser à la mise en place de fonds dédiés qui permettent, en théorie, une divulgation transparente de l'utilisation des recettes écofiscales en vue de solutionner des problèmes environnementaux. Pour être efficace, cette stratégie implique cependant le respect de certains principes, dont l'élaboration et le suivi de la mise en œuvre des actions menées à l'aide des montants amassés. Le gouvernement du Québec utilise les fonds dédiés, mais – dans le passé – n'a pas respecté systématiquement les principes de bonne gouvernance qui leur sont associés (VGQ, 2019).

L'une des solutions est de combiner les prélèvements à une réduction simultanée d'autres impôts, tel l'impôt sur le revenu. Dans ce cas, on modifie le dosage des impôts sans augmenter la charge fiscale des contribuables. Un exemple de ce type de réforme fiscale environnementale est la tarification fédérale du carbone (qui n'est pas appliquée au Québec). Les prélèvements tirés de cette taxe sont retournés à 90 % aux familles par l'entremise du versement d'un crédit d'impôt remboursable. Les ménages qui réduisent leur empreinte carbone en changeant de comportement minimisent leur exposition à cette taxe et en tirent un gain net.

Enfin, les mesures écofiscales reposent sur le principe du pollueur-payeur. Si des modifications de comportement peuvent permettre d'éviter totalement ou partiellement ces taxes, cela peut toutefois impliquer des investissements (voiture électrique, rénovation domiciliaire) peu accessibles aux ménages à faible revenu. L'écofiscalité peut donc, dans certains cas, amplifier les écarts de revenu. L'expérience montre que se soucier des aspects redistributifs, par exemple par la mise en place de prestations ciblées, peut favoriser l'acceptabilité sociale des mesures écofiscales (Murray et Rivers, 2015). ●

Références

- Baumol, W.J., et W.E. Oates (1971). « The Use of Standards and Pricing for the Protection of the Environment », *Swedish Journal of Economics*, vol. 73, p. 42-54.
- Bourbonnais, C. (2021). *L'écofiscalité en contexte d'adaptation : portrait global, principaux enjeux et recommandations pour le Québec*, Ouranos, 60 p.
- Carbonneau, S., M. Robert-Angers et L. Latulippe (2022). *Inventaire des mesures écofiscales au Québec*, Cahier de recherche 2022-11, Chaire de recherche en fiscalité et en finances publiques, 60 p.
- CGSE (Chaire de gestion du secteur de l'énergie) (2020). *L'écofiscalité au Québec – Quelles options pour accélérer la transition énergétique et la décarbonisation de l'économie*, 68 p.
- Eurostat (s. d.). *Fiscalité*. En ligne : ec.europa.eu/eurostat/fr/web/environment/information-data/environmental-taxes-subsidies.
- Gouvernement du Québec (ministère des Finances) (2010). *Budget 2010-2011 – Renseignements additionnels sur les mesures du budget*, 220 p.
- Gouvernement du Québec (ministère des Finances) (2022). *Statistiques budgétaires du Québec – Automne 2022*.
- Kallbekken, S., et H. Sælen (2011). « Public acceptance for environmental taxes: self-interest, environmental and distributional concerns ». *Energy Policy*, vol. 39, n° 5, p. 2966-2973.
- Murray, B., et N. Rivers (2015). « British Columbia's revenue-neutral carbon tax: a review of the latest "grand experiment" in environmental policy », *Energy Policy*, vol. 86, p. 674-683.
- OCDE (2006). *L'économie politique des taxes liées à l'environnement*, 215 p.
- OCDE (2023). *Taxes liées à l'environnement*. En ligne : stats.oecd.org.
- ONU (2016). *Cadre central du Système de comptabilité économique et environnementale 2012*, 378 p.
- ONU (2022). *Droit à un environnement propre, sain et durable*. En ligne : digitallibrary.un.org/record/3982508/files/A_76_L.75-FR.pdf?ln=en.
- Pigou, A. C. (1920). *The economics of welfare*, 837 p.
- VGQ (Vérificateur général du Québec) (2019). *Rapport du commissaire au développement durable*, mai 2019, chapitre 4, 19 p.

GMAR PPRC

PROGRAMME D'EXCELLENCE
EN GESTION DES MATIÈRES RÉSIDUELLES



Outiller



Stimuler



Reconnaître



Adhérer

[reseau-environnement.com/
programmes-dexcellence](http://reseau-environnement.com/programmes-dexcellence)





Écofiscalité

Des outils à la portée du secteur municipal!

Les villes et les municipalités québécoises doivent actuellement composer avec une stagnation de leurs revenus fonciers, combinée à une croissance importante de leurs dépenses. Dans ce contexte, comment peuvent-elles diversifier leurs sources de revenus? Cet article vise à démystifier les mesures écofiscales et à démontrer leurs avantages pour le milieu municipal, dans un contexte de lutte aux changements climatiques.



PAR SIMON SAVARD
Conseiller aux politiques,
Union des municipalités du Québec

Au cours des dernières années, et particulièrement dans le contexte de la pandémie, le nombre de ventes en ligne a connu une augmentation importante. Alors que les produits peuvent être livrés directement aux consommateurs, les commerces ayant pignon sur rue ne sont plus un intermédiaire indispensable. Par ailleurs, la hausse d'une multitude d'activités économiques en ligne fait en sorte que la croissance économique ne se traduit

plus en nombre de pieds carrés. Ces changements entraînent inévitablement des conséquences critiques pour les villes et les municipalités, puisqu'ils signifient une perte importante de revenus fonciers, qui représentent près de 70 % de leurs revenus.

Parallèlement à ce phénomène, les villes et les municipalités doivent composer avec des pressions additionnelles qui accroissent leurs dépenses. Pensons, par exemple, aux impacts de l'inflation sur les produits que doivent acheter les administrations municipales (carburant, asphalte, béton, etc.), à la hausse des coûts de construction – qui ont grimpé jusqu'à 30 % de 2020 à 2022 (Aviso Conseil, 2023) –, ou encore aux dépenses supplémentaires que représentent l'adaptation des infrastructures aux aléas climatiques et la préparation aux événements climatiques extrêmes (WSP, 2022).

Cette stagnation anticipée des revenus fonciers des villes et des municipalités, combinée à la croissance importante de leurs dépenses, les incite naturellement à devoir diversifier leurs sources de revenus. Le contexte s'avère donc propice pour explorer différentes pistes de solutions novatrices, telles que l'implantation de mesures d'écofiscalité.

Qu'est-ce que l'écofiscalité ?

L'écofiscalité – aussi appelée fiscalité environnementale – est un outil basé sur le principe d'utilisateur-payeur ou de pollueur-payeur visant à inciter l'adoption de comportements écoresponsables par les citoyennes et citoyens. Elle a pour objectif d'intégrer les coûts associés aux impacts environnementaux causés par différentes activités humaines dans le prix payé par l'utilisateur. L'écofiscalité est basée sur la logique de marché : on part du principe que l'augmentation du prix d'un service ou d'un bien aura pour effet d'en diminuer l'achat ou l'utilisation.

Les mesures écofiscales peuvent ainsi permettre aux villes et aux municipalités de diversifier leurs sources de revenus tout en contribuant concrètement à mieux protéger l'environnement. Dans un contexte où les enjeux climatiques sont une priorité pour le milieu municipal, l'écofiscalité offre par ailleurs des pistes de solutions intéressantes pour mettre en œuvre des incitatifs écoresponsables, et constitue un levier efficace pour lutter contre les changements climatiques et protéger notre environnement.

Quelques exemples de mesures écofiscales

Bien que toujours peu utilisée au Québec, l'écofiscalité est de plus en plus envisagée par plusieurs villes et municipalités – ici et ailleurs dans le monde – aux fins d'atténuation et d'adaptation aux changements climatiques. Parmi les mesures écofiscales mises en place au Québec qui sont régulièrement citées, mentionnons, par exemple, les redevances sur les produits à usage unique mises en place par la Ville de Prévost, la taxe sur le coefficient d'occupation du sol implantée par les villes de Varennes et de Victoriaville, ou encore le système de collecte intelligente des matières résiduelles de la Ville de Beaconsfield.

Au cours des dernières années, l'Union des municipalités du Québec (UMQ) a été au diapason de ses membres et a

multiplié les outils et les activités pour informer et accompagner le milieu municipal à ce chapitre. La Plateforme municipale pour le climat, lancée en 2021, comprend notamment tout un chantier consacré à la résilience financière, avec un sous-chantier voué à l'écofiscalité (UMQ, s. d.). Dans le cadre des récentes éditions de ses assises annuelles, l'UMQ a également abordé la question de l'écofiscalité et de la diversification des revenus municipaux lors de forums et de conférences sous différents angles, ce qui a suscité un intérêt marqué de la part des délégués et déléguées. Plus récemment, en mars dernier, l'UMQ a consacré un webinaire complet à l'écofiscalité et aux moyens pour implanter des mesures écofiscales par les villes et les municipalités (UMQ, 2023).

L'écofiscalité, c'est pour tout le monde !

Bref, l'écofiscalité constitue assurément une voie d'avenir prometteuse pour les villes et les municipalités, quelles que soient leur taille et leur situation géographique ; elle leur permet de faire d'une pierre deux coups en diversifiant leurs sources de revenus, tout en agissant concrètement pour sensibiliser la population à la nécessité de mieux protéger l'environnement et de lutter plus activement contre les changements climatiques. Il revient à chaque conseil municipal de choisir les outils les mieux adaptés à leurs besoins et à leurs réalités. ●

Références

Aviseo Conseil (2023). *Étude de l'impact de la hausse des prix de la construction sur les municipalités du Québec*. En ligne : umq.qc.ca/wp-content/uploads/2023/03/etude-sur-les-couts-de-construction-aviseo-umq.pdf.

UMQ (s. d.). *Plateforme municipale pour le climat*. En ligne : pourleclimat.ca.

UMQ (2023). *L'écofiscalité en pratique : quoi, quand et comment ?*. En ligne : umq.en1clic.ca/entity/instance/detail/view.html?entityInstanceId=19134.

WSP (2022). *Étude sur l'impact des changements climatiques sur les finances publiques des municipalités du Québec*. En ligne : umq.qc.ca/wp-content/uploads/2022/09/2022-09-13-version-finale-etudeimpactscsurfinancesmunicipales.pdf.

The banner features the CPEQ logo (Conseil Patronal de l'Environnement du Québec) and the Québec coat of arms. A central graphic shows a network of icons representing various environmental and business concepts. A large yellow circle on the right contains the text: 'VISITEZ LE www.cpeq.org/fr/guides pour télécharger votre copie gratuite du guide !'. A green box on the left contains the text: 'NOUVEAU GUIDE «La décarbonation et l'atteinte de la carboneutralité en entreprise»'.



Retour sur les ateliers d'Americana 2023

Les prochains jalons en écofiscalité au Québec

L'écofiscalité – qui vise à conjuguer fiscalité et protection de l'environnement – était le thème central d'Americana, qui s'est déroulé du 20 au 22 mars dernier. Lors de divers ateliers multisectoriels, les participantes et participants ont eu l'occasion de s'exprimer sur divers aspects liés à l'écofiscalité : les occasions manquées, les éléments à améliorer et les priorités. Voici donc un bilan des discussions!



PAR HUGO GUERCHE, M. Sc.
Coordonnateur du secteur Air,
Changements climatiques et Énergie,
Réseau Environnement
hguerche@reseau-environnement.com

Virage manqué de l'écofiscalité

Lors des ateliers, il a été entendu que plusieurs actions n'ont pas été prises il y a quelques années, alors que l'écofiscalité commençait à devenir populaire. Parmi les éléments mentionnés, notons le travail en vase clos (qui rend la prise de décision inexistante), ainsi que le fait qu'il y ait peu de transparence quant

aux décisions gouvernementales ou à la traçabilité des produits. L'obsolescence programmée et le manque d'initiatives dans le domaine des transports – la plus grande source d'émissions de gaz à effet de serre (GES) au Québec – ont été critiqués, tout comme le gaspillage de ressources (eau, sources d'énergie, ressources naturelles, etc.).

Exemplarité et rôle de l'État

Le gouvernement a un rôle à jouer; il devrait présenter une stratégie globale d'écofiscalité, qui inclurait l'écoconditionnalité dans les appels d'offres. L'État doit agir comme catalyseur pour sensibiliser la population québécoise aux divers aspects environnementaux – dont l'écofiscalité – afin qu'elle puisse comprendre l'impact des décisions pour préserver les ressources.

« À l'heure où les changements climatiques remettent en question les façons de faire, l'écofiscalité se présente comme un outil multisectoriel très adapté permettant de prendre des décisions plus respectueuses de l'environnement. »

De plus, le principe des 3RV (réduction, réemploi, recyclage et valorisation) devrait être priorisé par rapport à l'élimination et à l'enfouissement, et des indices de réparabilité pourraient être adoptés afin de réduire le gaspillage. Ce même principe a été mentionné pour la construction, les bâtiments et les textiles, où l'enfouissement est une pratique trop courante. L'utilisation de malus reste importante, mais les bonus – soit récompenser les bons gestes – devraient aussi faire partie du lot.

Les villes et municipalités ont été largement citées par les participantes et participants aux ateliers : elles sont au cœur des enjeux, mais n'ont pas forcément les outils pour agir. Ces dernières, dépendantes des revenus de la taxe foncière, devraient recevoir de l'accompagnement et une plus grande partie des redevances. Des pistes de solutions ont été proposées : l'adoption d'une taxe sur l'essence pour financer le transport régional, la municipalisation des industries, des commerces et des institutions (ICI), ou encore la tarification de l'eau. Le gouvernement doit donc décentraliser afin de donner une marge de manœuvre aux acteurs locaux qui pourraient agir plus directement.

D'autres idées ont également été exprimées, telles que l'adoption de mesures concernant le secteur agricole, la hausse du prix du carbone et la création de fonds pour des mesures concrètes.

Comment provoquer des changements de comportement ?

La hausse de prix pourrait avoir un effet de frein visant à décourager les choix qui ne sont pas écologiques ; les participantes et participants ont indiqué qu'il fallait donc mettre en valeur le principe du pollueur-payeur afin de changer les mentalités (p. ex. : hausser de manière nette la redevance à l'enfouissement, taxer davantage la pollution [prix du carbone, taxes kilométriques ou sur les véhicules énergivores]). D'autres hausses de prix et solutions ont été pensées par les personnes participantes afin de décourager la destruction de milieux naturels, de limiter l'étalement urbain, de mettre en place un système de responsabilité élargie des producteurs (REP) pour les produits difficiles à recycler (p. ex. : textiles) et de repenser la tarification d'Hydro-Québec. Bref, l'écofiscalité devrait donc être vue comme un outil permettant de changer les mentalités et non comme une simple manne financière.

Pour une écofiscalité équitable

Il est important d'adopter des critères favorisant la justice environnementale afin de ne pas accroître les inégalités sociales. Ainsi, des mesures visant le changement des habitudes de vie – thématique abordée plusieurs fois lors des ateliers – devront être élaborées en tenant compte de la situation personnelle pour ne pas vulnérabiliser des personnes déjà défavorisées : par exemple, des remboursements d'impôts ou des incitatifs ciblés pourraient être mis en place, ou encore une modulation

en fonction des revenus. En d'autres mots, tenir compte des différentes réalités (p. ex. : milieu urbain ou rural, moyens disponibles en fonction de la municipalité) devra faire partie intégrante de la solution.

Adoption d'une comptabilité verte

Une question qui a souvent été abordée lors des ateliers est le fait qu'il n'y a pas ou peu de moyens de comptabiliser l'utilisation des ressources, ce qui mène à du gaspillage. Faudrait-il mesurer l'utilisation de l'eau avec des compteurs, afin de mettre un prix sur cette ressource rare ? Connaître la valeur écosystémique des milieux naturels empêcherait certainement des destructions, et mettre en place une cote énergétique pour mieux comprendre l'utilisation de l'énergie dans les bâtiments aiderait également. Il manque donc d'indicateurs concrets pour éviter les pertes des ressources et des milieux.

Une écofiscalité transparente est souhaitée

Les participantes et participants ont mentionné vouloir plus de transparence et de suivis dans la reddition de comptes, afin de savoir comment l'argent qui est prélevé de cette fiscalité est réutilisé par la suite. De plus, il est souhaité que le principe du plus bas soumissionnaire soit revu, afin de promouvoir les critères environnementaux. Sinon, il faudrait avoir plus d'indicateurs sur la provenance des produits mis sur le marché (dont la traçabilité), sur ce qui adviendra des résidus en construction, et plus généralement, sur l'utilisation qui sera faite des fonds issus de l'écofiscalité.

L'importance de la visibilité du coût

Finalement, le dernier thème identifié lors des ateliers est l'importance d'inclure le coût environnemental dans le prix des biens et des services, comme d'avoir une TVQ carbone ou d'internaliser les GES dans les coûts de consommation. L'idée est de rendre visible le malus lors de l'achat pour que celui-ci ait un effet (les écofrais, par exemple, ne sont pas toujours visibles). Cette même logique s'applique à l'utilisation des ressources sur laquelle il n'y a pas forcément de visibilité du coût.

Écofiscalité : un outil nécessaire

Ces ateliers auront permis de mettre au jour les occasions manquées, mais également de proposer des pistes de solutions intéressantes pour les autorités. À l'heure où les changements climatiques remettent en question les façons de faire, l'écofiscalité se présente comme un outil multisectoriel très adapté permettant de prendre des décisions plus respectueuses de l'environnement. ●

Photo de la page 12 : Atelier sur l'écofiscalité – Americana 2023. Source : Mélanie Olmstead Photographe.

Rencontre avec Martijn Pakker

Les enjeux de la politique environnementale



PAR LISBETH LONGLUNE
Coordonnatrice adjointe au secteur Eau,
Réseau Environnement

En tant que responsable des relations stratégiques à l'Institut pour la politique européenne de l'environnement (IEEP), Martijn Pakker s'efforce de combler le fossé entre la preuve scientifique et la politique environnementale afin de fournir aux décideurs des informations solides et éclairées sur des questions environnementales complexes. Coup d'œil sur son parcours et sa compréhension des défis environnementaux futurs.

À la lumière de votre parcours, pouvez-vous vous présenter brièvement ?

Je suis un citoyen néerlandais qui travaille pour l'IEEP en tant que chef d'équipe des activités de relations stratégiques depuis janvier 2023. Au cours des huit dernières années, j'ai travaillé pour différentes organisations de recherche en santé publique, en agriculture et en changement climatique en Asie et en Amérique du Sud, notamment dans le groupe CGIAR (*Consultative Group on International Agricultural Research*). J'ai également occupé le poste de responsable politique (*policy officer*) à Bruxelles. Mon expérience en plaidoyer et en relations internationales m'a amené à retourner à Bruxelles après huit ans d'absence pour occuper ce nouveau poste à l'IEEP. Je travaille actuellement à établir des partenariats et des relations stratégiques, ainsi qu'à mobiliser des ressources horizontales pour que les résultats de notre recherche soient pris en compte dans la politique européenne et celle des États membres.

Comment percevez-vous l'avenir de la politique environnementale aux échelles mondiale et européenne ? Quelles sont les tendances et les perspectives émergentes pour promouvoir la durabilité environnementale dans les années à venir ?

Le grand défi au niveau européen concerne les élections de 2024, car il y a un risque réel que le *Green Deal* (un pacte visant à atteindre la neutralité carbone et à promouvoir la croissance économique durable) soit compromis. Notre *European Green*



Deal Barometer – publication annuelle de l'IEEP qui analyse la confiance d'experts environnementaux provenant de partout dans l'Union européenne – est un dispositif très efficace qui permet à l'IEEP et à ses partenaires de s'engager dans un plaidoyer basé sur des données scientifiques. Les tendances électorales des pays européens peuvent exercer une influence sur les décisions prises, et si une idéologie politique prédomine dans l'espace politique, les choix effectués seront en accord avec cette orientation. En d'autres termes, si les partis politiques expriment des préférences pour les industries et les entreprises, il y a un risque que le *Green Deal* soit affaibli et que ses ambitions soient réduites pour correspondre à cette nouvelle tendance politique. Pour atteindre les objectifs établis, une collaboration entre tous les États membres est essentielle.

En ce qui concerne les perspectives émergentes, un nombre croissant de pays prennent conscience de la nécessité d'une coopération internationale pour lutter contre les changements climatiques. En outre, l'importance du rôle de la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques s'accroît au niveau mondial, comme en témoigne sa visibilité croissante. Ce rassemblement représente également une belle occasion pour les pays de négocier et de garantir que les objectifs ne soient pas affaiblis.

Comment renforcer la collaboration entre les gouvernements, les entreprises et les citoyens pour garantir l'acceptabilité sociale et promouvoir une politique environnementale durable à long terme ?

Le rôle des entreprises dans la lutte contre les changements climatiques est crucial, et il serait une erreur de les négliger. Le secteur privé dispose de moyens importants, tels que des capacités d'investissement considérables, parfois supérieures à celles des États. Il est donc impossible de les exclure de la solution. Par ailleurs, en mettant en place des dialogues entre la société civile, les citoyens, les entreprises et les gouvernements, des mesures concrètes peuvent être prises, où toutes les parties prenantes ont une responsabilité dans leur mise en œuvre. Cela permettra, entre autres, de créer des partenariats à long terme où la société civile pourra travailler de manière structurée pour changer les politiques environnementales.

Quels sont les défis les plus critiques auxquels nous devons faire face pour nous adapter aux changements climatiques ? Quelles sont les initiatives et les avancées les plus innovantes que vous avez observées récemment ?

Le principal défi consiste à éviter que les négociations politiques conduisent à l'inaction et que cela entraîne une dilution des déclarations, les rendant inefficaces. Ainsi, pour élaborer des

« Les politiques environnementales ne se résument plus à une simple décision politique ; elles sont de plus en plus basées sur des données scientifiques et des recherches. »

politiques efficaces, il est crucial de s'assurer qu'elles reposent sur des preuves scientifiques solides et qu'elles sont soutenues par tous les partenaires impliqués, tels que la société civile, les entreprises et les chercheurs. Les politiques environnementales ne se résument plus à une simple décision politique ; elles sont de plus en plus basées sur des données scientifiques et des recherches.

Comment le Québec peut-il s'inspirer de l'expérience de l'Europe pour réussir sa transition énergétique ?

La solidarité entre les entités gouvernementales est une clé importante, que ce soit au Canada ou en Europe entre les différents États membres. En outre, il est crucial de promouvoir une consommation responsable et de trouver de nouvelles sources d'énergie durables. Bien que le Canada ne soit pas confronté à une crise énergétique urgente, il peut accélérer l'innovation et l'adoption de nouvelles méthodes énergétiques grâce à une politique ouverte et favorable aux investissements dans les technologies innovantes. ●

SALON AFFAIRES
MUNICIPALES 2023



FÉDÉRATION
QUÉBÉCOISE DES
MUNICIPALITÉS

présenté par **Hydro Québec**



**RÉSERVEZ
VOTRE KIOSQUE DÈS MAINTENANT**
Le plus grand rassemblement dédié
aux approvisionnements municipaux au Québec

fqm.ca

28-29
SEPTEMBRE
CENTRE DES CONGRÈS
DE QUÉBEC

Eaux souterraines contaminées par les PFAS

La remédiation in situ est-elle possible ?



PAR MALIKA BENDOZ, Ph. D.
Directrice technique, Chemco inc.



ET PAR JEAN PARÉ, ing.
Vice-président, Ventés et marketing, Chemco inc.
jean.pare@chemco-inc.com

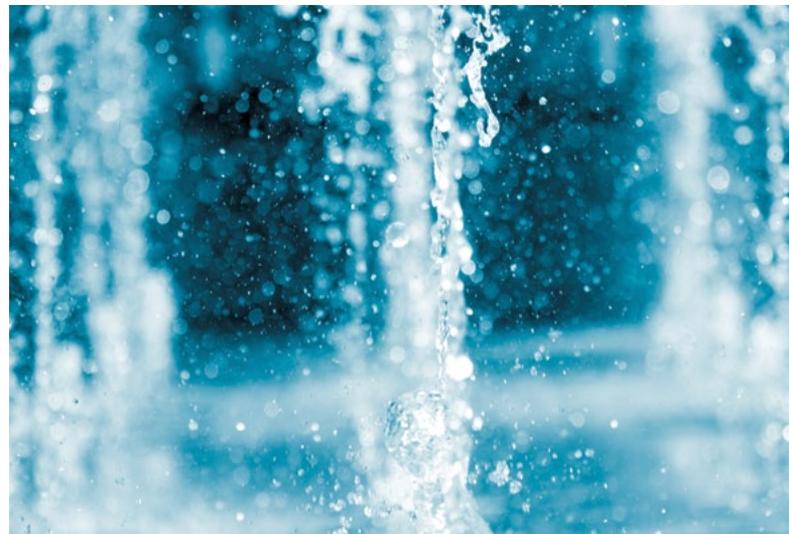
Depuis quelques décennies, un groupe de substances émergentes fluorées largement distribuées dans l'environnement mondial retient l'attention de la communauté scientifique. Il s'agit des substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées (PFAS), qui se retrouvent notamment dans les eaux souterraines qui doivent être décontaminées afin d'assurer la santé du public et de l'environnement.

PFAS en quelques mots

Ces substances chimiques synthétiques – à stabilité chimique et thermique élevée qui peuvent repousser l'eau et les huiles – sont contenues notamment dans les antiadhésifs, les emballages alimentaires, les imperméabilisants et les mousses extinctrices d'incendie. La liste *PFASMASTER* de l'Environmental Protection Agency (EPA) des États-Unis contient actuellement 12 048 entrées de PFAS (Barnabas et collab., 2022).

Au Canada, une réglementation fédérale – adoptée en 2008 et revue en 2016 – interdit la fabrication, l'utilisation, la vente et l'importation de l'acide perfluorooctanesulfonique (PFOS) et de l'acide perfluorooctanoïque (PFOA), ainsi que d'autres composés perfluorés à longues chaînes. Cela inclut les produits manufacturés qui contiennent ces substances. On doit noter qu'un nombre restreint d'utilisations de ces substances est encore permis par cette réglementation et elles concernent principalement l'emploi de mousses extinctrices qui en contiennent (MELCC, 2022).

Même si les acides perfluoroalkyliques à longues chaînes ont été pour la plupart interdits ou éliminés des produits de



consommation dans de nombreux pays, l'Agence suédoise des produits chimiques estime que 3 000 PFAS sont en circulation dans le monde (Avendaño, 2018).

Santé Canada, en collaboration avec le Comité fédéral-provincial-territorial sur l'eau potable, a élaboré des recommandations à l'égard des PFAS dans l'eau potable (Santé Canada, 2022a). Notons qu'à l'heure actuelle, il n'y a pas de lignes directrices canadiennes pour les PFAS en ce qui concerne les sols. En l'absence d'une recommandation pour la qualité des sols, Santé Canada a élaboré des valeurs de dépistage des sols (SSV) pour 11 substances perfluoroalkylées sélectionnées (Santé Canada, 2022b).

Une problématique pour les eaux souterraines

Plusieurs articles et reportages récents (Perreault, 2023; Montembeault, 2023) ont mis en lumière la problématique d'avoir des nappes d'eaux souterraines contaminées, qui engendre des répercussions sur la qualité de l'eau potable desservie à la population. Ainsi, le changement des sources d'alimentation rendu nécessaire pour les municipalités touchées entraîne des coûts ainsi qu'une diminution de la capacité et de la flexibilité d'approvisionnement, en plus d'affecter la confiance du public envers les infrastructures municipales.

La remédiation des milieux solides et aqueux contaminés par les PFAS est extrêmement difficile en raison de leur stabilité chimique et thermique élevée dans l'environnement, de leurs

propriétés physicochimiques uniques (comportements à la fois hydrophobes et oléophobes) et de leur nature extrêmement persistante (biodegradation limitée ou nulle).

Une solution innovante venue d'ailleurs

Bien que diverses méthodes aient été rapportées pour éliminer les composés PFAS des sols contaminés sources (Ross et collab., 2018; Bolan et collab., 2021; Mahinroosta et Senevirathna, 2020), la méthode d'immobilisation a constitué une partie importante de la solution de remédiation des sols contaminés par les PFAS, quoique son efficacité à long terme doit encore être étudiée.

Cet article examine une technologie d'immobilisation in situ pour les contaminations des sols et/ou des eaux souterraines par des PFAS via l'application de charbon activé colloïdal développé spécifiquement pour ce type de composés. Le traitement thermique du charbon actif en conditions réductrices élimine les acides, crée des centres de surface basiques et augmente considérablement la capacité de sorption des PFAS anioniques. L'influence des substances humiques dissoutes (matières organiques dissoutes) sur l'adsorption des PFAS sur ce charbon actif s'est avérée très faible (Saeidi et collab., 2020). Cette technologie a été développée par une compagnie allemande et mise en place sur plusieurs sites européens afin de limiter la progression de la contamination via le mouvement des eaux souterraines, et ainsi de protéger les récepteurs sensibles (p. ex. : cours d'eau, puits d'eau potable, etc.).

Le charbon actif colloïdal est injecté directement dans la zone contaminée par des puits crépinés ou des pointes d'injection ciblées. En raison de la taille des particules de l'ordre de 1 à 2 microns, la suspension est répartie de manière optimale dans la porosité où s'écoulent les eaux contaminées; le charbon enrobe alors la matrice du sol et assure une immobilisation durable des contaminants grâce à sa surface adsorbante et spécialement modifiée. La durée d'effet de la zone adsorbante ainsi établie dans l'aquifère peut s'étendre sur plusieurs décennies selon le flux massique de contaminants traversant la zone amendée

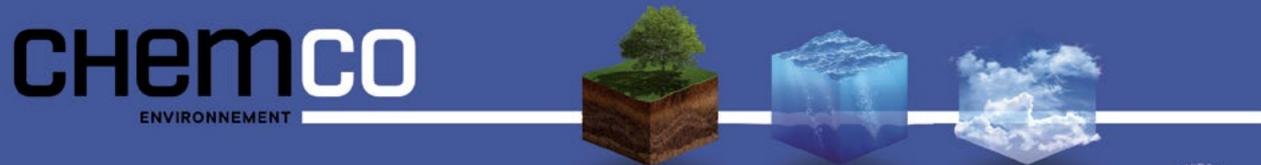
établi par les concentrations de base et la vitesse d'écoulement des eaux souterraines.

Citons, à titre d'exemple, le cas de l'aéroport de l'OTAN en Rhénanie-du-Nord-Westphalie, où des exercices de lutte contre les incendies avec des mousses contenant des PFAS ont été menés pendant des décennies. Les polluants se sont ainsi retrouvés dans les nappes phréatiques, ce qui a conduit à la formation d'un panache de PFAS. La géologie du site est constituée d'un mélange de sables à grains mixtes dans la zone supérieure jusqu'à environ 20 mètres (m) sous le niveau du sol. Sous ce niveau, on retrouve une couche d'argile d'environ 2 m d'épaisseur ainsi que des sables fins limoneux très compactés. L'horizon argileux divise l'aquifère en une zone supérieure et une zone inférieure qui sont toutes les deux contaminées (zone supérieure : 17 à 20 m sous le niveau du sol; zone inférieure : à partir de 22 m sous le niveau du sol).

L'objectif de l'introduction du charbon actif colloïdal spécialement développé était de traiter le panache polluant dans la zone inférieure située à 22 m sous la surface de façon in situ. Dans le contexte de la situation géologique et hydrogéologique complexe du site, une vaste campagne de suivis environnementaux sur une période de deux ans a été menée dans les deux zones composant les aquifères contaminées.

La charge de PFAS a été déterminée à l'aval du panache comme étant de 1 100 ng/l dans la zone supérieure et de 100 ng/l dans la zone inférieure (somme totale de 27 composés). Une barrière d'adsorption in situ a ensuite été mise en place dans l'aquifère par injection directe en poussée du charbon actif colloïdal « Intraplex® B » dans la zone supérieure.

Les résultats de surveillance disponibles jusqu'à présent montrent que le matériau de charbon actif a complètement retenu la charge polluante dans la zone d'adsorption en quelques semaines. Les concentrations de PFAS en aval hydraulique sont descendues sous les valeurs cibles. Aucun changement des conditions hydrogéologiques n'a été observé après l'introduction



CHEMCO
ENVIRONNEMENT

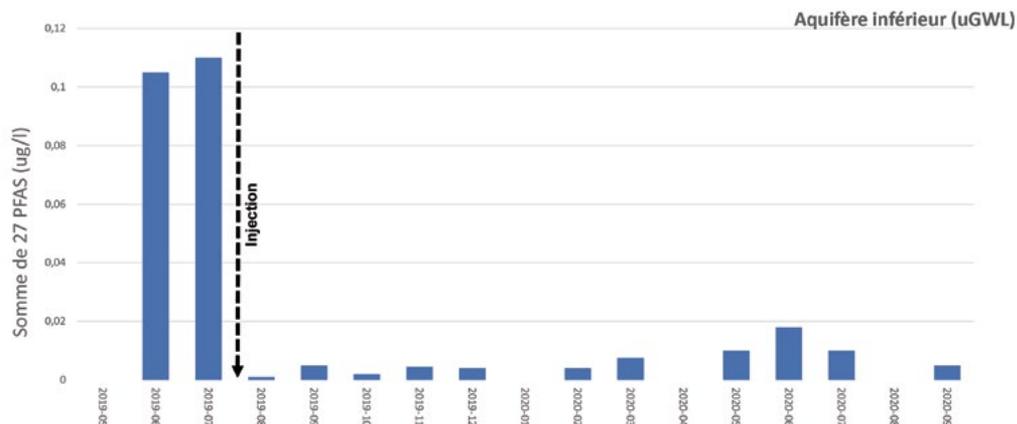
TECHNOLOGIE CONCEPTION & FOURNITURE

AMENDEMENTS DES BARRIÈRES PERMÉABLES REACTIVES CHARBON ACTIF, OXYDANTS, TECHNOLOGIES DE FER ZÉRO VALENT	OXYDATION CHIMIQUE RÉDUCTION CHIMIQUE STABILISATION DES MÉTAUX
BIORÉMÉDIATION AMÉLIORÉE	TECHNOLOGIE DE SORPTION POUR PFAS, HYDROCARBURES, SOLVANTS CHLORÉS
LAVAGE DES SOLS AVEC CO-SOLVANT & SURFACTANT	

1 800 575-5422
CHEMCO-INC.COM



FIGURE 1
Diminution des concentrations de PFAS (27 composants individuels) dans l'effluent de la barrière d'adsorption Intraplex® B



du charbon activé colloïdal, comme cela a pu être déterminé par les mesures de la direction de l'écoulement des eaux souterraines dans l'aquifère.

Les concentrations de PFAS dans l'aquifère inférieur (uGWL) sont restées stables dans un intervalle d'environ 0 à 20 ng/l au cours des 15 derniers mois (figure 1). Une estimation de la durée de vie de la barrière a été réalisée avec une quantité de charbon actif appliquée de 3,7 kg/m² de surface d'entrée et une vitesse de déplacement de 0,16 m/j; la durée de vie théorique en fonction de la capacité totale de la barrière est actuellement estimée à 50 ans. Sur cette base, les coûts de traitement sont d'environ 0,07 \$/m³ d'eau souterraine traitée. Ce montant est largement inférieur à toute intervention de surface visant l'enlèvement de ces contaminants, car les barrières d'adsorption sont une méthode durable et passive utilisant les gradients d'écoulements naturels pour l'enlèvement des contaminants PFAS ciblés.

Un avenir prometteur pour nos ressources en eau

Pour le futur – et afin de compléter les processus d'élimination des contaminants sorbés –, la communauté scientifique travaille à coupler les barrières de sorption in situ avec des mécanismes de destruction oxydatifs-catalytiques ou biologiques afin de développer une solution pérenne au traitement in situ des PFAS. D'ici là, les mécanismes de sorption pourront protéger nos sources d'eau potable et les récepteurs sensibles trouvés dans l'environnement.

Références

Avendaño, S. M. (2018). *Environmental fate of novel polyfluoroalkyl surfactants in surface soil*. McGill University (Canada).

Barnabas, S. J., et collab. (2022). « Extraction of Chemical Structures from Literature and Patent Documents using Open Access Chemistry Toolkits: A Case Study with PFAS ». *Digital Discovery*, n° 1, p. 490-501.

Bolan, N., et collab. (2021). « Remediation of poly- and perfluoroalkyl substances (PFAS) contaminated soils – To mobilize or to immobilize or to degrade? ». *Journal of Hazardous Materials*, vol. 401, art. 123892.

Mahinroosta, R., et L. Senevirathna (2020). « A review of the emerging treatment technologies for PFAS contaminated soils ». *Journal of Environmental Management*, vol. 255, art. 109896.

MELCC (ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques) (2022). *Composés perfluorés dans l'eau potable au Québec : suivis réalisés de 2016 à 2021*. En ligne : environnement.gouv.qc.ca/eau/potable/composes-perfluores/rapport-composes-perfluores-eau-potable-2016-2021.pdf.

Montembeault, M. (2023). *Des contaminants éternels dans l'eau potable de villes québécoises*. En ligne : ici.radio-canada.ca/nouvelle/1959068/contaminants-eternels-eau-potable-villes-quebecoises.

Perreault, M. (2023). *Vers des taux plus bas de perfluorés dans l'eau*. En ligne : lapresse.ca/actualites/sciences/2023-04-02/vers-des-taux-plus-bas-de-perfluores-dans-l-eau.php.

Ross, I., et collab. (2018). « A review of emerging technologies for remediation of PFASs ». *Remediation Journal*, vol. 28, n° 2, p. 101-126.

Saeidi, N., et collab. (2020). « Understanding the effect of carbon surface chemistry on adsorption of perfluorinated alkyl substances ». *Chemical Engineering Journal*, vol. 381, art. 122689.

Santé Canada (2022a). *Objectifs pour la qualité de l'eau potable au Canada : substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées – Objectifs pour consultation publique*. En ligne : canada.ca/content/dam/hc-sc/documents/programs/consultation-draft-objective-per-polyfluoroalkyl-substances-canadian-drinking-water/overview/apercu.pdf.

Santé Canada (2022b). *Mises à jour des valeurs de dépistage pour le sol de Santé Canada pour les substances perfluoroalkyliques et polyfluoroalkyliques (PFAS)*. [Les valeurs toxicologiques de références et les valeurs de dépistage pour le sol PFAS sont présentées dans le mémo de Santé Canada (avril 2022) : disponible sur demande au cs-sc@hc-sc.gc.ca].



À go, on recycle
comme il faut.

GoRecycle est l'**organisme
de gestion reconnu** pour
assurer le recyclage adéquat
des appareils ménagers
de réfrigération et de
climatisation au Québec.

Depuis notre création :

+ de

200 000

appareils réfrigérants collectés

+ de

220 000

tonnes de GES évitées



Pour en savoir plus sur nos solutions et sur l'importance de recycler, visitez GoRecycle.com.

Microfibres issues du lavage de vêtements

Une initiative citoyenne de réduction à la source



PAR **MOHAMMED ABOURICH**
Étudiant de maîtrise, Polytechnique Montréal



PAR **LUÍSA NOVARA**
Chargée de projets en gestion des matières résiduelles, GRAME

PAR **ABDELLAH AJJI**
Professeur titulaire, Polytechnique Montréal

◀ ET PAR **DOMINIQUE CLAVEAU-MALLET**
Professeure adjointe, Polytechnique Montréal
dominique.claveau-mallet@polymtl.ca



Des filtres à lave-linge ont été installés dans une vingtaine de résidences dans le cadre d'une expérience de science citoyenne menée par le GRAME. Les ménages ont procédé à la collecte de la charpie retenue par leur filtre durant une période de six mois. Les données collectées ont été transmises à Polytechnique Montréal et exploitées pour estimer les quantités de microfibres synthétiques retenues à la source.

L'intérêt de documenter les microfibres issues du lavage de vêtements est bien justifié. Un rapport de l'Union internationale pour la conservation de la nature estime que les fibres synthétiques issues du lavage comptent pour 34,8 % des rejets mondiaux de microplastiques primaires dans les océans (Boucher et Friot, 2017).

Conscient de cette problématique, le Groupe de recommandations et d'actions pour un meilleur environnement (GRAME) a lancé une expérience de science citoyenne intitulée « Pour un fleuve plus propre » visant la promotion de la réduction de l'utilisation et du rejet de plastique à usage unique. Cette expérience a permis d'installer des filtres à lave-linge LUV-R (Environmental Enhancements, 2023) dans certaines résidences de la région du grand Montréal.

Les foyers participants ont ensuite procédé à la collecte de la charpie capturée dans leur filtre pour une durée de six mois et documenté leurs habitudes de lessive. Les données collectées ont été transmises à Polytechnique Montréal pour caractériser

les fractions de microfibres synthétiques contenues dans les charpies ainsi que quantifier la masse et le nombre de microfibres potentiellement évitées.

Quantification basée sur des conditions réelles de lavage

Cette expérience de science citoyenne se distingue par le fait qu'elle représente les conditions réelles au sein des ménages participants. Ils n'ont toutefois pas été soumis à des règles ou à des protocoles de lavages bien précis, mais plutôt sollicités à colliger les informations liées à la réalisation de leur lessive habituelle. L'exploitation des données collectées a montré que pour les 19 foyers participants, 58 lavages par ménage ont été effectués sur une période de 6 mois avec en moyenne 7 lavages réalisés entre deux nettoyages de filtre, donnant lieu à un échantillon de charpie.

Une première étape de prétraitement des échantillons

L'objectif de cette étape a été de séparer les microfibres plastiques de la matière organique et des fibres naturelles qui se retrouvent dans la charpie, tout en évitant d'altérer les plastiques. Des protocoles de digestion chimique ont été testés sur les échantillons de charpie à différentes concentrations et températures de digestion ainsi qu'à divers temps d'exposition. Les réactifs les plus efficaces pour la dégradation de la fraction organique ont été le peroxyde d'hydrogène (H_2O_2 30 %) et

« En supposant que tous les ménages disposent d'une laveuse, ces résultats – extrapolés à l'échelle de la ville de Montréal – équivaldraient annuellement à 12,8 tonnes de microfibrilles plastiques pouvant potentiellement être interceptées suivant l'approche massique. »

l'hypochlorite de sodium (NaOCl 3 %). Les altérations des microplastiques dues à l'exposition à ces réactifs ont été évaluées par l'analyse des spectres infrarouges des échantillons de contrôle et par microscopie électronique à balayage. Le réactif NaOCl a été choisi pour la digestion considérant son efficacité, sa simplicité de mise en œuvre et sa disponibilité.

Quelque 14 millions de microfibrilles retenues

Après digestion, deux méthodes de quantification – la première basée sur le pesage des échantillons et la seconde consistant en un dénombrement des microfibrilles – ont été exploitées pour quantifier le flux de microfibrilles retenues par les filtres. Au total, ce sont 156 g de microfibrilles synthétiques qui ont été estimées retenues par les filtres à l'échelle du projet suivant l'approche massique. Il est à préciser qu'il s'agit d'une estimation supérieure de la quantité de microfibrilles synthétiques, car des fibres naturelles n'ont pas été entièrement dégradées après la digestion des charpies et étaient donc encore détectables dans certains échantillons lors de leur caractérisation.

Concernant l'approche par comptage, il est ressorti un nombre moyen de l'ordre de 27 600 microfibrilles par gramme de charpie. À l'échelle du projet, cela s'est traduit par l'interception de près de 14 millions de microfibrilles.

En supposant que tous les ménages disposent d'une laveuse, ces résultats – extrapolés à l'échelle de la ville de Montréal – équivaldraient annuellement à 12,8 tonnes de microfibrilles plastiques pouvant potentiellement être interceptées suivant l'approche massique.

Ce qu'en pensent les ménages participants

Un sondage mené par le GRAME auprès des foyers participants a montré que 67,8 % d'entre eux ont eu de la difficulté à installer

le filtre; 21,4 % ont dû faire appel à un plombier. En ce qui concerne son utilisation, 71,4 % ont jugé son nettoyage difficile. Par ailleurs, 64,2 % ont signalé une mauvaise évacuation de l'eau et 46,4 % de mauvaises odeurs. À l'achèvement du projet, seulement 53,5 % des ménages participants prévoient de continuer à utiliser le filtre.

Orienter les réglementations grâce à la science citoyenne

Cette étude démontre bien le potentiel des filtres à détourner une quantité importante de microfibrilles à la source. L'approche citoyenne révèle cependant certains aspects relatifs à son installation et à son utilisation qui peuvent potentiellement limiter l'efficacité d'une telle mesure à grande échelle.

Les résultats de cette expérience peuvent fournir des éléments de réflexion quant à la possibilité d'orienter les nouvelles réglementations pour lutter contre les microplastiques (p. ex. : par l'installation de filtres intégrés aux lave-linge neufs, à l'instar de pays comme la France où – à compter de 2025 – les lave-linge neufs seront dotés d'un filtre à microfibrilles plastiques limitant leur rejet dans les eaux usées). ●

Photo de la page 20 : Six mois de microfibrilles interceptées dans un ménage de cinq personnes. Source : Dominique Claveau-Mallet.

Références

Boucher, J., et D. Friot (2017). *Primary microplastics in the oceans: a global evaluation of sources*. Gland, Switzerland, 44 p.

Environmental Enhancements (2023). *Products Lint Luv-R*. En ligne : environmentalenhancements.com/store/index.php/products/products-lint-filter.



MESURE DE NIVEAU

Sonde de niveau LMK382 & afficheur CIT 400

Le système idéal pour la surveillance des limites et le contrôle des pompes.



hoskin.qc.ca | sales@hoskin.ca



Recyclage illégal d'appareils ménagers GoRecycle continue sa lutte!



PAR JULES FOISY LAPOINTE
Directeur général, GoRecycle

La saison des déménagements est à nos portes! Une période de l'année qui représente un défi et qui soulève des questionnements, comme ceux associés au ramassage des appareils réfrigérants et aux enjeux du recyclage inadéquat. La solution? Le programme de GoRecycle!

Dans le souci d'améliorer les pratiques actuelles, il devient essentiel de mettre en lumière le seul organisme reconnu par RECYC-QUÉBEC qui assure le recyclage responsable des appareils ménagers de réfrigération et de climatisation partout au Québec : GoRecycle. Depuis sa création, en 2021, l'organisme de responsabilité élargie des producteurs (REP) a rencontré des défis qui ne l'empêchent pas de porter un regard ambitieux sur les projets des prochaines années.

Organisme sans but lucratif formé par 20 membres fondateurs de l'industrie – principalement des détaillants –, GoRecycle est responsable de coordonner le transport et le recyclage des appareils réfrigérants et climatisés, en plus de faire de la sensibilisation auprès du public. Le cœur du problème? Ces appareils contiennent des halocarbures, des huiles et des matières valorisables dont il est primordial d'assurer le recyclage responsable en fin de vie. Au Québec, la majorité des appareils sont actuellement recyclés pour leurs métaux. Cependant, le rejet des halocarbures et des matières dangereuses dans l'environnement n'est pas pris en considération, ce qui engendre d'importantes conséquences environnementales.

Encore aujourd'hui, plusieurs citoyennes et citoyens abandonnent leurs appareils en bordure de rue, soit entre les mains de recycleurs de métaux non autorisés. GoRecycle évalue qu'une tonne de gaz à effet de serre (GES) est émise dans l'atmosphère chaque fois qu'un seul appareil n'est pas adéquatement recyclé. Ce sont 300 000 appareils qui sont recyclés illégalement chaque année, représentant l'ajout des émissions d'environ 100 000 véhicules supplémentaires sur nos routes du Québec. Il y a urgence d'agir!

Depuis le 1^{er} octobre 2022, en vertu de l'article 8.1 du Règlement sur la récupération et la valorisation de produits par les entreprises, il est interdit d'en faire la récupération sans en être autorisé. Ainsi, le programme de GoRecycle offre aux citoyennes et citoyens la seule solution responsable et légale pour le recyclage de



ces appareils; il permet de valoriser 95 % des matières, en plus de récupérer les halocarbures et les matières dangereuses.

Un démarrage accéléré

Le lancement du programme a été marqué par l'embauche d'une équipe, par la mise en place des premiers points de collecte ainsi que par le recrutement des membres. Le 1^{er} avril 2021, Jules Foisy Lapointe n'était pas encore à l'emploi et recevait déjà des appels de villes et municipalités ainsi que de détaillants désirant une collecte. Il était urgent de recruter une équipe motivée pour relever l'immense défi qui se présentait, dans lequel M. Foisy Lapointe allait endosser le rôle de directeur général, et ce, en pleine pandémie et pénurie de main-d'œuvre, et ne pouvant s'appuyer sur aucune notoriété existante. L'équipe compte désormais huit personnes convaincues que les entreprises et le secteur public peuvent travailler ensemble pour lutter contre les changements climatiques et la gestion des déchets.

Un autre grand défi a été de surmonter le peu de connaissances de la réglementation en vigueur de la part des entreprises, des villes et municipalités ainsi que des recycleurs. De nombreux intervenants n'avaient jamais entendu parler du Règlement sur

« Ainsi, le programme de GoRecycle offre aux citoyennes et citoyens la seule solution responsable et légale pour le recyclage de ces appareils; il permet de valoriser 95 % des matières, en plus de récupérer les halocarbures et les matières dangereuses. »

les halocarbures en vigueur depuis 2004, interdisant le rejet dans l'atmosphère. C'est donc à travers de nombreuses campagnes d'information, des rencontres individuelles et sectorielles ainsi qu'avec le soutien de RECYC-QUÉBEC que l'organisme a réussi à rallier la majorité des entreprises et des villes et municipalités visées, à l'exception des recycleurs de métaux qui résistent encore à ce jour.

La même résistance a été observée chez les citoyennes et citoyens. Lors de la première campagne de communication destinée au grand public, la majorité de la population québécoise ignorait l'impact des halocarbures et des réels enjeux de recyclage de ces appareils. À sa grande surprise, l'organisme a également été la cible de personnes qui défendaient les ferrailleurs locaux sur les réseaux sociaux au détriment de l'environnement; ce cynisme a été un grand choc pour l'équipe.

Convaincu de la valeur de sa mission, GoRecycle a continué ses efforts. Aujourd'hui, ce sont plus de 170 membres de l'industrie qui financent le programme et participent activement à la recherche de solutions pour augmenter le volume d'appareils collectés. Grâce à la collaboration des villes et municipalités ainsi que des détaillants, l'organisme a mis sur pied plus de 450 points de collecte au Québec, dont près de 300 écocentres et 90 bannières de détaillants offrant un service de collecte et de recyclage à l'achat d'un appareil neuf. En 2022, c'est plus de 125 000 appareils qui ont été collectés par ces partenaires,

permettant d'éviter l'émission d'environ 150 000 tonnes de GES et l'enfouissement de près de 6 000 tonnes de déchets.

Poursuivre la lutte et accroître la sensibilisation

Le programme continue de développer ses services afin d'éviter à tout prix que des appareils terminent leur vie dans un contexte de recyclage illégal. Il est crucial pour GoRecycle que le Règlement soit appliqué afin d'éliminer l'important marché parallèle provoqué par les recycleurs de métaux qui achètent les appareils réfrigérants sans en assurer le traitement conforme. D'ailleurs, l'organisme collabore avec le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs afin d'assurer la réalisation d'inspections sur le terrain. GoRecycle consacre également ses efforts à la sensibilisation et à l'éducation du grand public grâce à des campagnes de communication marketing qui visent, entre autres, à faire connaître les solutions responsables (p. ex. : les points de dépôt, la collecte à domicile, l'importance de considérer le réemploi des appareils).

À l'approche de la saison des déménagements, GoRecycle rappelle que chaque fois qu'une personne choisit un point de dépôt partenaire ou les services de collecte à domicile d'un détaillant partenaire, elle participe à la lutte contre les déchets et les changements climatiques. Visitez le gorecycle.com pour connaître toutes les solutions de réemploi, de réparation et de recyclage des appareils ménagers. ●



Devenez membre de l'AIMQ



Un carrefour de services, d'information et de formation.



Association des ingénieurs municipaux du Québec

Je suis ingénieur.e municipal.e.

Formation, consultation, information, conseils, partage d'information... L'AIMQ me simplifie la vie!

- Conseils juridiques, formations à coût réduit ou au tarif membre auprès de nos partenaires: : Trivium Avocats, CERIU, AQTR, ADGMQ, COMAQ, ADMQ et FQM.
- *Génial, Les conférences* : gratuites et admissibles aux heures de formation de l'OIQ.
- Service d'appels à tous, d'offres d'emploi, congrès annuel, veille stratégique, infolettre exclusive, documents et guides, lectures d'intérêt, communautés de pratique et plus encore!

L'AIMQ, MON centre de référence depuis 60 ans!

aimq.net/devenir-membre



Réduction des GES

Les défis du MDN à Valcartier



PAR **MÉLANIE GERMAIN**
 Coordonnatrice, Construction de Défense
 Canada
 melanie.germain@dcc-cdc.gc.ca

Le ministère de la Défense nationale (MDN) – l'un des propriétaires d'équipements et de biens immobiliers les plus importants du gouvernement fédéral – est le plus grand émetteur de gaz à effet de serre (GES) parmi l'ensemble des agences et des ministères canadiens. Le MDN s'est doté de la Stratégie énergétique et environnementale de la Défense qui définit les orientations pour mieux gérer sa consommation énergétique et ses émissions de GES.

Depuis 2017, l'Équipe de la Défense a réalisé des progrès en matière d'écologisation de l'organisation. Les investissements continus dans les technologies vertes et les approches novatrices à l'égard de la gestion des activités aident le MDN à respecter ses engagements afin de soutenir l'objectif de carboneutralité d'ici 2050 du gouvernement fédéral.

Défis du MDN

L'Unité des opérations immobilières de la région du Québec (UOI Québec) est responsable de planifier et de gérer l'achat, l'entretien, la vente, la location et l'aliénation des biens immobiliers et des infrastructures du MDN. Par le biais du Détachement des opérations immobilières Valcartier (DOIV), elle gère un parc immobilier de 439 bâtiments sur près de 560 000 m², dont près de 80 % se trouvent sur la Base de soutien de la 2^e Division du Canada Valcartier (Base Valcartier), environ 10 % sur le territoire de la ville de Québec et le reste dans neuf autres villes.



En ce qui a trait à la gestion énergétique, au développement durable et à la réduction des GES, l'UOI Québec est assujettie à différentes stratégies et directives fédérales citées à la figure 1. Conformément à ces stratégies, les objectifs sont de réduire les GES de 40 % d'ici 2025 par rapport au niveau de 2005, puis de 10 % par période de 5 ans à partir de 2025 afin d'atteindre 90 % de réduction des GES en 2050, tout en visant la carboneutralité, l'amélioration de la performance énergétique et la réduction des coûts énergétiques.

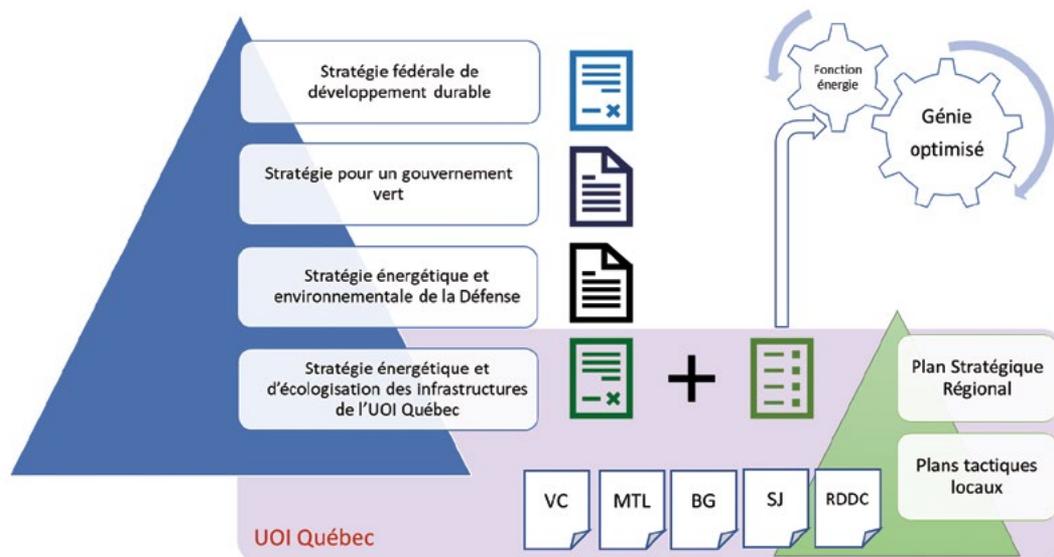
SEED 2020-2023

La Stratégie énergétique et environnementale de la Défense (SEED) a été créée par le MDN en 2013. L'une de ses grandes lignes visait notamment à procéder à des améliorations écoénergétiques sur les bases militaires. La SEED précise l'engagement du MDN à transformer son approche relative à la gestion de l'énergie. La dernière mise à jour de la SEED 2020-2023 vise à atteindre quatre buts (Gouvernement du Canada, 2022a) :

« Les investissements continus dans les technologies vertes et les approches novatrices à l'égard de la gestion des activités aident le MDN à respecter ses engagements afin de soutenir l'objectif de carboneutralité d'ici 2050 du gouvernement fédéral. »

FIGURE 1

Stratégies du gouvernement du Canada et du MDN – Plan tactique local Valcartier 2021-2023



1. Moins de gaspillage d'énergie : réduire la demande en énergie de la Défense en améliorant l'efficacité énergétique et les mesures d'économie d'énergie dans tous les aspects des activités de la Défense ;
2. Énergie plus propre : adopter des sources d'énergie à plus faibles émissions de carbone et plus durables comme l'hydroélectricité, l'énergie éolienne et les panneaux solaires photovoltaïques ;
3. Réduction de l'empreinte environnementale : réduire les émissions de GES du portefeuille d'infrastructures, des parcs de véhicules commerciaux et opérationnels, ainsi que de l'équipement ;
4. Meilleure gestion du rendement énergétique : s'assurer que les systèmes et les processus sont en place pour améliorer la gestion de l'énergie et pour mesurer plus efficacement le rendement.

Pour atteindre ces objectifs, le MDN s'est donné 16 cibles dont les activités sont regroupées sous les quatre thèmes suivants : 1) efficacité énergétique ; 2) changements climatiques ; 3) biens immobiliers durables ; 4) achats écologiques. Pour la suite du présent article, seules deux cibles de la SEED seront abordées, liées au premier thème (efficacité énergétique), sur un total de neuf cibles spécifiques à ce thème :

- Cible 1 : réduire de 40 % les émissions de GES des infrastructures sous les niveaux de 2005 d'ici 2025, et atteindre la carboneutralité d'ici 2050 ;
- Cible 3 : évaluer 75 % des bases ou des escadres admissibles à un marché de services écoénergétiques (MSE) et en faire passer 50 % à l'étape de mise en œuvre.

Le coût économique de la consommation énergétique induite par les opérations immobilières est important. En 2018, ce coût dépassait les 20 millions de dollars par année pour la région du Québec. La moyenne de consommation par mètre carré de bâtiments gérés par l'UOI Québec à Valcartier est de 1,17 GJ/m² pour 2020-2021. Cela indique un grand potentiel d'optimisation sur le plan de la consommation énergétique.

Stratégie énergétique et d'écologisation des infrastructures

L'UOI Québec a mis en œuvre sa propre Stratégie énergétique et d'écologisation des infrastructures 2020-2023 (SEEI UOI Québec) pour définir la stratégie spécifique de la région du Québec, incluant notamment la mise en place d'un système de gestion de l'énergie (SGE). L'UOI Québec a rédigé son Plan stratégique régional afin de guider chaque détachement vers l'atteinte des objectifs, et de leur donner les outils et les principes directeurs pour rédiger leurs plans tactiques locaux.

Pour y arriver, l'UOI Québec a adopté les principes de la norme ISO 50001 qui consiste à implanter un SGE, qui se veut une procédure structurée en matière de gestion de l'énergie et qui permet à une organisation de maximiser ses ressources internes en travaillant de façon concertée vers l'atteinte d'objectifs communs. Le DOIV s'occupe de mettre en œuvre des actions ciblées ainsi que de mesurer et de vérifier l'avancement des actions et des projets implantés. À la fin d'un cycle du SGE (deux ans), le DOIV remet un rapport d'étape qui contient les résultats de l'avancement de son SGE. Cette stratégie établit les fondements de la Politique énergétique de la Base Valcartier pour son système de gestion de l'énergie.

Mise en œuvre

L'UOI Québec a dû faire preuve d'initiative et d'innovation pour améliorer sa performance et obtenir des résultats significatifs lui permettant d'atteindre les objectifs de la SEEI UOI Québec. Les actions réalisées jusqu'à maintenant pour chacune des cibles mentionnées précédemment seront décrites ci-après.

Cible 1

Une équipe de gestion de l'énergie a été mise en place. Celle-ci comprend des officiers énergie du MDN et un soutien technique de Construction de Défense Canada (CDC). Les gestionnaires de l'énergie sont les responsables locaux de l'énergie et les

experts techniques qui intègrent les principes des techniques énergétiques dans les opérations des bases afin d'accroître l'efficacité et la durabilité des infrastructures.

Le SGE a été mis à l'essai dans un projet pilote à la Base Valcartier en 2018 et les résultats obtenus ont dépassé les attentes. La clé du succès est sans contredit la participation et l'engagement de tous les intervenants dans l'adoption et la mise en place du SGE. Ce projet pilote se poursuit vers une nouvelle phase qui mènera l'organisation vers les objectifs ultimes de réduction de la facture énergétique et de l'empreinte carbone projetée pour 2025 (Défense nationale, 2020).

Un comité de gestion de l'énergie a lancé, il y a 10 ans, une grande campagne de sensibilisation sur le thème « L'économie d'énergie, notre choix, notre force ! ». Cette campagne avait pour but de sensibiliser la communauté militaire et civile de Valcartier sur les moyens de réduire la consommation d'énergie. Aujourd'hui, le comité de sensibilisation est toujours en place et s'est agrandi (Défense nationale, 2022). L'équipe de gestionnaires de projets ainsi que le personnel Environnement sont invités à se joindre au comité de sensibilisation local afin d'apporter leurs idées et leur vision, et ainsi aider à promouvoir les avantages liés à l'efficacité énergétique et à l'écologisation des infrastructures.

Les résultats obtenus sont une réduction des GES de 21 % en 2020. La prochaine étape est d'atteindre une réduction des GES de 40 % d'ici 2025 et une réduction de 15 % de la facture énergétique. Afin d'atteindre la carboneutralité, le MDN continuera de déclarer ses émissions et appuiera les approches innovantes pour accroître l'efficacité énergétique et réduire les émissions de GES provenant des activités militaires, et ce, sans compromettre les capacités ou les opérations. Le MDN mesure et rend compte de ses émissions de GES afin de comprendre les domaines dans lesquels il peut s'améliorer et le niveau de réduction atteint jusqu'à présent.

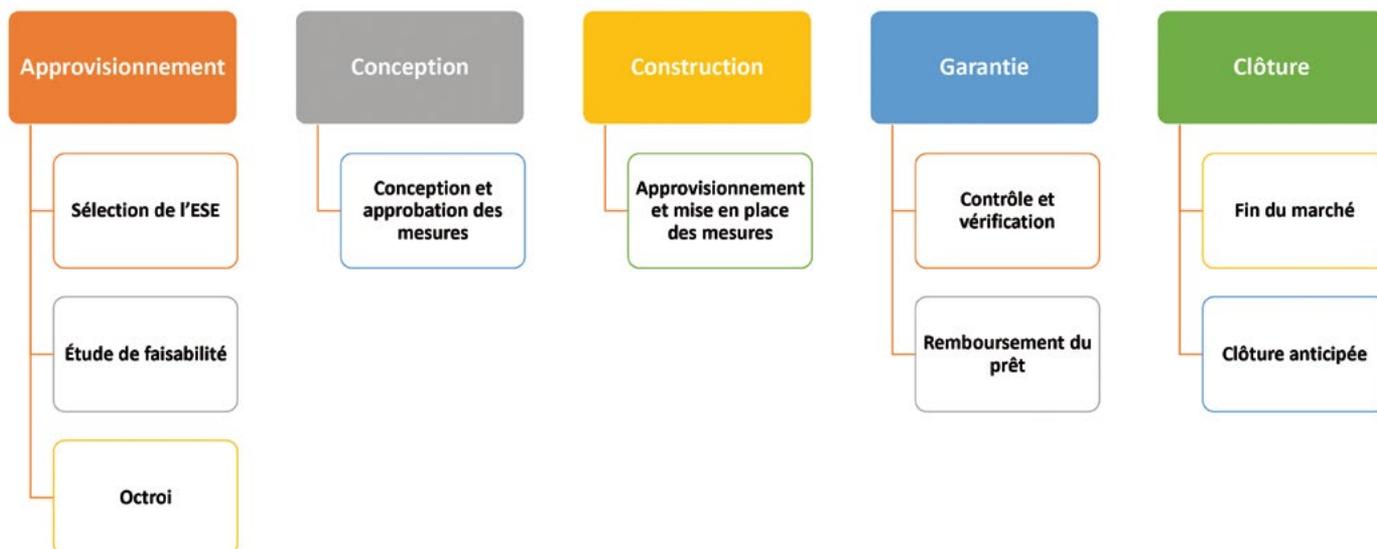
Cible 3

Un marché de services écoénergétiques correspond à une approche « clés en main » consistant à améliorer l'efficacité énergétique des installations en réduisant la consommation des services publics ainsi que les émissions de GES (CDC, 2021). Dans un MSE, l'entreprise de services écoénergétiques (ESE) fournit tous les services nécessaires pour atteindre l'objectif, y compris l'étude de faisabilité initiale, le financement initial, la conception, la gestion du projet, l'installation, la construction, la mise en service, la formation des opérateurs, la vérification de la consommation et le suivi du fonctionnement des systèmes (figure 2).

Les MSE sont uniques dans le sens où l'ESE assure le financement des améliorations, et doit garantir les économies réalisées. Le MDN rembourse le montant financé à l'aide des fonds économisés grâce à la réduction des coûts des services publics. Le but est d'améliorer l'efficacité énergétique à l'aide des plus récentes technologies, notamment grâce à de l'éclairage et à des moteurs à haute efficacité, à des améliorations aux systèmes de chauffage, de ventilation et de climatisation, à des mises à niveau de l'enveloppe des bâtiments, à des sources d'énergie de rechange, ainsi qu'à des pratiques opérationnelles et d'entretien.

En août 2022, un MSE d'une valeur de 54,3 millions de dollars a été octroyé à la Base Valcartier (Bonnant, 2022). Au total, ce sont 81 bâtiments situés dans le périmètre de la Base Valcartier qui bénéficieront d'améliorations considérables en ce qui concerne le chauffage, la climatisation, la ventilation et l'éclairage. Ces changements aux différents systèmes permettront de réduire les émissions de GES d'environ 9 500 tonnes par année. Selon les calculs effectués lors de l'étude de faisabilité, la transformation écoénergétique des infrastructures permettra également au MDN d'économiser près de 1,5 million annuellement, soit 26 % des frais de fonctionnement et d'entretien à Valcartier ; cette

FIGURE 2
Phases d'implantation d'un MSE (source : Construction de Défense Canada)





© Construction de Défense Canada

Nouveau bâtiment du 5^e Régiment du génie de combat de la Base Valcartier certifié Leadership in Energy and Environmental Design (LEED – niveau Argent).

somme servira à payer une bonne partie du contrat payable en 15 ans. Une réduction des émissions de GES et des coûts opérationnels devrait être observable à partir de mars 2024.

Prochaines étapes

La SEED renforce un comportement conscient de l'énergie au sein du personnel du MDN, en plus de veiller à ce que les processus décisionnels tiennent compte de la durabilité et de l'efficacité énergétique. Le DOIV entend continuer à planifier, à construire, à maintenir, à réparer, à rénover et à démolir les installations d'une manière qui appuie l'état de préparation militaire et réduit l'empreinte écologique, permettant ainsi d'obtenir un portefeuille immobilier plus optimal et plus abordable, et de diminuer les coûts à long terme. Dans le cadre de son SGE, le DOIV entamera prochainement la deuxième itération de son cycle (2023-2025), et mettra à jour son plan tactique local pour définir les nouvelles priorités pour les deux années à venir en matière de gestion de l'énergie et de réduction

de ses émissions de GES. Il rendra compte de ses progrès pour assurer la transparence et démontrer des résultats. Des rapports annuels sur la mise en œuvre de la SEED continueront d'être produits par l'intermédiaire de la Stratégie fédérale de développement durable (Gouvernement du Canada, 2022b), ainsi que des rapports sur les résultats ministériels. ●

Photo de la page 24 : Base Valcartier. Source : Archives Adsum.

Références

Bonnant, D. (2022). « 54,3 M\$ pour réduire les gaz à effet de serre des bâtiments à Valcartier », *Adsum*, décembre 2022, p. 12.

CDC (2021). *Secteur de services – services environnementaux, Module 6 – Objectifs écologiques et durables du gouvernement fédéral*, 90 p.

Défense nationale (2020). *Unité des opérations immobilières (Québec), Plan opérationnel 2020-2023*, 158 p.

Défense nationale (2022). *Unité des opérations immobilières (Québec), Plan tactique local Valcartier 2021-2023 – Gestion de l'énergie, réduction des émissions de GES*, 70 p.

Gouvernement du Canada (2022a). *Stratégie énergétique et environnementale de la défense*. En ligne : canada.ca/fr/ministere-defense-nationale/organisation/rapports-publications/seed.html.

Gouvernement du Canada (2022b). *Stratégie fédérale de développement durable*. En ligne : fsds-sfdd.ca/fr.

« La SEED renforce un comportement conscient de l'énergie au sein du personnel du MDN, en plus de veiller à ce que les processus décisionnels tiennent compte de la durabilité et de l'efficacité énergétique. »

S'ADAPTER AU CLIMAT UN GUIDE POUR LES MUNICIPALITÉS

PAR LA RÉGLEMENTATION

10 THÉMATIQUES
+ Une série de mesures ciblées basées sur les meilleures pratiques

- Mobilité et mixité des usages
- Densité résidentielle douce
- Planification de projets durables
- Construction et restauration durables
- Toits verts et blancs
- Aménagement d'un stationnement
- Aménagement d'un terrain
- Arbres et verdissement
- Agriculture urbaine
- Milieux naturels



DES EXEMPLES CONCRETS POUR AGIR FACE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

TÉLÉCHARGEZ-LE GRATUITEMENT!

[UMQ.QC.CA](https://umq.qc.ca)



La voix des GOUVERNEMENTS de proximité

Gestion des ressources en eau

Sanctuariser pour préserver le meilleur



PAR FLORENT BARBECOT, Ph. D., HDR
Professeur titulaire, Chaire stratégique en hydrogéologie urbaine, Département des sciences de la Terre et de l'atmosphère, UQAM
barbecot.florent@uqam.ca

Notre conceptualisation du cycle de l'eau et de sa sensibilité aux impacts environnementaux dépend de notre connaissance de ses différentes composantes. Des biais de perception nous font placer les eaux de surface à un niveau de priorité discutable, alors que nous devrions faire des choix éclairés afin de préserver la ressource en eau du Québec pour les générations futures.

Le dernier rapport de synthèse du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat nous met face à nos responsabilités. Nous devons nous préparer à un avenir plus chaud, plus aride, moins favorable à l'espèce humaine. Les impacts du changement climatique vont s'accroître au fur et à mesure du réchauffement mondial (p. ex. : extrêmes de températures, intensité des précipitations, sévérité des sécheresses, augmentation en fréquence et en intensité des événements climatiques rares, etc.). Ces impacts auront également des répercussions sur le cycle de l'eau; heureusement, ce dernier s'appuie sur les eaux souterraines, un réservoir inertiel représentant plus de 95 % des eaux douces liquides sur Terre (Gleeson et collab., 2016). Ce réservoir, mal connu, requiert toute notre attention, car il constitue notre principal soutien pour affronter les conditions climatiques plus difficiles attendues dans les prochaines décennies (jusqu'à +3 °C d'ici la fin du siècle).

« Ce réservoir [eaux souterraines], mal connu, requiert toute notre attention, car il constitue notre principal soutien pour affronter les conditions climatiques plus difficiles attendues dans les prochaines décennies (jusqu'à +3 °C d'ici la fin du siècle). »



L'eau à l'état naturel

Le changement climatique n'est pas un phénomène du futur. En effet, nous le vivons au Québec depuis longtemps : nos ressources en eau subissent les modifications du climat depuis les années 90. L'augmentation des températures (+1,8 °C dans le sud du Québec) a inexorablement induit un accroissement des flux d'évapotranspiration. Cette fraction de l'eau des pluies, qui n'est plus disponible pour la recharge des eaux souterraines, vient modifier les budgets et les flux en eau. Une situation que nous parvenons à comprendre grâce à de nouvelles approches scientifiques couplant les domaines de la géochimie isotopique et de l'hydrodynamique (Mattei et collab., 2020; Lefebvre et collab., 2015). La diminution des quantités d'eau disponibles pour l'infiltration est critique, car elle contrôle le renouvellement des eaux souterraines qui, bien que cachées, assurent la pérennité des eaux de surface.

Si nos lacs résistent bien aux périodes de sécheresse, c'est parce que les eaux souterraines viennent les soutenir à longueur d'année (Arnoux et collab., 2017). Les lacs de kettle en sont un bon exemple : leurs eaux sont renouvelées jusqu'à 80 % par des apports souterrains. C'est aussi le cas pour les rivières : toutes, sans exception, sont soutenues par les eaux souterraines au Québec. Par exemple, la rivière Saint-Charles – utilisée pour l'alimentation en eau de la ville de Québec – est majoritairement alimentée (deux tiers du temps) par les eaux souterraines (Picard,



© Florent Barbecot

Échantillonnage pour l'évaluation de la contribution d'eau souterraine dans les lacs du sud du Québec par Marie Arnoux.

2023). Ce soutien est évident aux étiages hivernaux (pas de ruissèlement quand les températures sont en dessous de zéro) et estivaux. Il est plus ardu à identifier à longueur d'année, car les apports souterrains sont diffus et difficiles à quantifier sans le soutien des techniques isotopiques (isotopes de la molécule d'eau, du carbone et du radon).

Une empreinte humaine croissante sur nos ressources en eau

Si l'équilibre entre les eaux souterraines et les eaux de surface permet de compenser en partie le forçage climatique en milieu naturel, le crédit « eau » est grignoté petit à petit sous la pression anthropique. Chaque été, un nombre croissant de villes et de municipalités est confronté à des problèmes d'approvisionnement en eau, et particulièrement dans les grandes agglomérations où la situation est la plus critique. Depuis des décennies, les aménagements urbains ont été optimisés pour permettre une évacuation rapide des précipitations en dehors des villes. Avec ce choix technologique, nous avons oublié une propriété importante de l'eau : sa capacité à emmagasiner la chaleur lors des changements d'état (solide, liquide, gazeux). Ainsi, s'il est agréable de se reposer à l'ombre d'un arbre en été, c'est que la végétation permet l'évaporation continue d'eau et l'export de la chaleur accumulée du fait du rayonnement solaire. En se privant de cette fonctionnalité, les villes surchauffent et les îlots de chaleur s'intensifient. Le climat urbain s'emballe. Difficilement prévisible, il requiert la mise en place d'approches scientifiques originales comme de la science participative pour tenter de le comprendre (Collect'O, s. d.).

Avec l'accroissement de la densité du tissu urbain, du réseau routier ainsi que des activités industrielles et agricoles, nous augmentons inexorablement les flux d'éléments chimiques (nutriments, sels, perturbateurs endocriniens, etc.) contribuant à des pollutions diffuses et à l'accroissement des risques de pollutions ponctuelles (Barbecot, 2020). Notre environnement devient de plus en plus fragilisé (p. ex. : PFAS), et bien souvent l'inertie apportée par les réservoirs souterrains a endormi notre

vigilance sur les signes de dégradation de l'environnement aqueux. Mais en comprenant la distribution des éléments chimiques – qui, du fait des interactions eau-roche, enregistrent le cheminement souterrain des eaux –, nous avons la chance de pouvoir évaluer la vulnérabilité des ressources souterraines pour tenter de les préserver (Barbecot et Lefebvre, 2021).

Oser pour les générations futures

Les travaux scientifiques qui permettent de quantifier et de qualifier les ressources en eau, tout en intégrant leur dynamique, sont de première importance pour faire évoluer notre regard sur la complexité des processus contrôlant du cycle hydrique. Si nous ne prenons pas soin de ces ressources cachées, le Québec ne sera pas à la hauteur des défis imposés par les différentes facettes du changement climatique au cours des prochaines décennies. Nous rejoindrons ainsi le club des nations qui subissent ces modifications et voient la biodiversité et l'environnement s'éroder inéluctablement. Il est encore temps d'accompagner les municipalités régionales de comté (MRC) et les organismes de bassins versants (OBV) dans des prises de décisions permettant de considérer aussi bien les surfaces à sacrifier pour le développement des activités humaines, que la possibilité de sanctuariser les aires de recharge et certaines ressources en eau souterraine. Sans ce choix éclairé, il serait utopique de prétendre préserver les lacs et les milieux naturels du Québec des grands défis qui nous attendent. ●

Photo de la page 28 : Émergence d'eaux souterraines (aquifère de la Craie). Source : Florent Barbecot.

Références

- Arnoux, M., et collab. (2017). « Geochemical and isotopic mass balances of kettle lakes in southern Quebec (Canada) as tools to document variations in groundwater quantity and quality ». *Environmental Earth Sciences*, vol. 76, n° 3, art. n° 106.
- Barbecot, F. (2020) *Renforcement de la protection des puits municipaux en lien avec l'utilisation de pesticides*. Rapport présenté au MELCC, 66 p. En ligne : environnement.gouv.qc.ca/eau/prelevements/reglement-prelevement-protection/evaluation-normes/Renforcement-puits-municipaux-pesticides.pdf.
- Barbecot, F., et K. Lefebvre (2021). *Synthèse hydro-géochimique des régions couvertes par les projets d'acquisition de connaissances sur les eaux souterraines et développement d'un indice de résistance chimique des eaux souterraines du Québec*. Rapport présenté au MELCC, 194 p. En ligne : environnement.gouv.qc.ca/eau/prelevements/reglement-prelevement-protection/evaluation-normes/aout2022/rapport-indice-geochimique-uqam.pdf.
- Collect'O (s. d.). *Collect'O – Le projet*. En ligne : hydro-sciences.uqam.ca/collecto/le-projet.
- Gleeson, T., et collab. (2016). « The global volume and distribution of modern groundwater ». *Nature Geoscience*, vol. 9, n° 2, p. 161-167.
- Lefebvre, K., et collab. (2015). « Combining isotopic tracers (^{222}Rn and $\delta^{13}\text{C}$) for improved modelling of groundwater discharge to small rivers ». *Hydrological Processes*, vol. 29, n° 12, p. 2814-2822.
- Mattei, A., et collab. (2020). « Pore water isotope fingerprints to understand the spatiotemporal groundwater recharge variability in ungauged watersheds ». *Vadose Zone Journal*, vol. 19, n° 1.
- Picard, A. (2023). *River baseflow age-structure as tool for vulnerability assessment of surface waters – St-Charles river, Québec*. Mémoire, Université du Québec à Montréal, 48 p.

Milieux humides

Une richesse à découvrir



PAR **STÉPHANIE MURRAY**
 Coordonnatrice de la cartographie détaillée
 des milieux humides, Canards Illimités Canada
 s_murray@ducks.ca

Les intervenants sont unanimes : la cartographie détaillée des milieux humides des territoires habités du sud du Québec est un outil essentiel pour orienter leur plan d'action. Pour mieux conserver et protéger les milieux humides, tous s'entendent sur l'importance de maintenir une base de connaissances à jour, mais surtout de bien comprendre ce qui les caractérise.

20 ans de cartographie au Québec

Depuis 2003, les spécialistes de Canards Illimités Canada (CIC) arpentent les quatre coins du territoire québécois en quête d'informations sur les milieux humides. Ce qui a commencé par un projet pilote pour la Ville de Boisbriand s'est progressivement transformé en un projet global de cartographie détaillée des milieux humides. En 2009, CIC a conclu une entente de partenariat avec le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) afin de cartographier l'ensemble des milieux humides présents dans les secteurs habités du sud du Québec (CIC, 2023). Cette alliance stratégique a permis au gouvernement du Québec de bénéficier de l'expertise acquise par CIC en matière de cartographie afin d'offrir aux MRC, aux villes et aux municipalités ainsi qu'aux organismes de bassins versants des outils géomatiques et des données précises pour soutenir le développement régional.

Une méthodologie de pointe

La démarche de cartographie détaillée, adoptée par CIC et le MELCCFP, repose sur une méthodologie éprouvée. Une équipe de spécialistes procède d'abord à l'interprétation d'images numériques du territoire en trois dimensions. Une fois les données extraites, elles font l'objet d'une validation sur le terrain par échantillonnage. En plus de générer une base de connaissances précise identifiant les milieux humides, cette démarche permet également aux intervenants locaux d'appuyer leur planification territoriale sur des données uniformes à l'échelle du territoire d'étude.

Des données précises

Selon les données actuelles, les milieux humides couvrent approximativement 11 % du territoire cartographié à ce jour



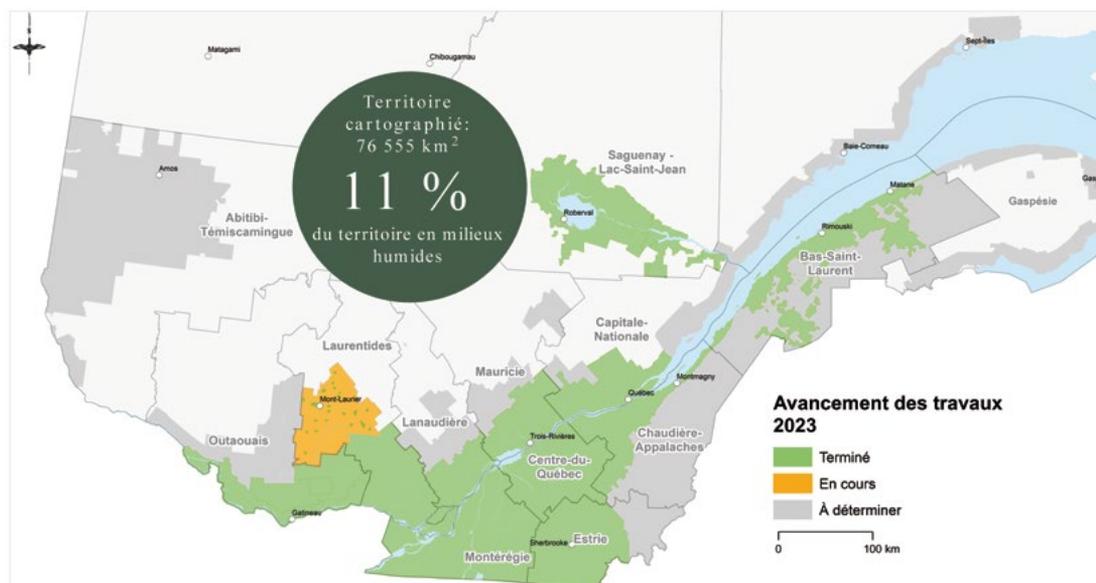
(figure 1). Ils sont répertoriés selon sept types d'écosystèmes : les tourbières boisées, ombrotrophes (bogs) et minérotrophes (fens) – qui agissent comme de véritables éponges à CO₂ –, les prairies humides, les marais, les marécages ainsi que les eaux peu profondes. Il s'agit d'un système de classification propre au territoire québécois. Il nous distingue des autres provinces canadiennes qui utilisent le Système de classification des terres humides du Canada (GTNTH, 1997) pour catégoriser les milieux selon cinq catégories. Pour les identifier adéquatement, il faut analyser les écosystèmes, leur hydrologie et les bassins versants qui les alimentent. Un travail colossal qui s'effectue par la photo-interprétation suivie d'une validation sur le terrain.

L'avenir de la cartographie détaillée

La télédétection, les données de cartographie automatisée et l'intelligence artificielle semblent des avenues prometteuses. Cependant, ces nouvelles technologies ne permettent toujours pas de distinguer les tourbières boisées des marais ou des zones

« Cette alliance stratégique a permis au gouvernement du Québec de bénéficier de l'expertise acquise par CIC en matière de cartographie afin d'offrir aux MRC, aux villes et aux municipalités ainsi qu'aux organismes de bassins versants des outils géomatiques et des données précises pour soutenir le développement régional. »

FIGURE 1
Cartographie détaillée des milieux humides des secteurs habités du sud du Québec (source : CIC et MELCCFP)



d'eaux peu profondes avec le même niveau de précision que par l'intervention humaine; le jugement des spécialistes aguerris en matière d'écosystèmes demeure essentiel pour analyser adéquatement les subtilités du territoire. CIC entend donc poursuivre ses démarches avec le MELCCFP afin d'approfondir ses connaissances du territoire en développant des données de cartographie détaillée à la hauteur des attentes des villes et des municipalités, tout en utilisant les nouvelles technologies.

Des services essentiels

Rappelons que dans les basses-terres du Saint-Laurent, près de 45 % des milieux humides ont à ce jour disparu, et 65 % de ceux qui restent continuent de se dégrader en raison de l'activité humaine (Pellerin et Poulin, 2013). Or, ces zones sont nécessaires comme milieux de vie pour une multitude d'espèces végétales et animales, ainsi que pour aider à contrôler les débits des cours d'eau, à filtrer l'eau et à alimenter les nappes phréatiques. Des services écologiques d'autant plus essentiels dans un contexte de changements climatiques, où les pluies intenses et les épisodes de sécheresse risquent de s'accroître et de se succéder. La gestion de l'eau, à l'échelle d'un bassin versant, requiert la connaissance et l'intégration des informations sur les milieux humides dans l'aménagement du territoire.

Cartographie : un outil incontournable

CIC a une connaissance exhaustive du territoire, non seulement parce que l'équipe de cartographie l'a survolé attentivement, mais aussi parce qu'elle a su construire des relations durables avec diverses parties prenantes des secteurs municipal, provincial et fédéral – en effet, le projet global de cartographie détaillée des milieux humides du sud du Québec compte à ce jour plus de 90 partenaires. Dans un contexte de changements climatiques et d'émergence de nouvelles espèces invasives,

les milieux humides se transforment rapidement; il est donc essentiel de suivre leur évolution afin de pouvoir les protéger ou les restaurer adéquatement. ●

Photo de la page 30 : Un marais en Outaouais. Source : CIC et MELCCFP.

Références

CIC (2023). *La technologie au profit de la conservation*. En ligne : canards.ca/endroits/quebec/cartographie-detailee-des-milieux-humides-du-quebec.

GTNTH (Groupe de travail national sur les terres humides) (1997). *Système de classification des terres humides du Canada, 2^e édition*. Édité par B.G. Warner et C.D.A. Rubec. Recherche sur les terres humides, Université de Waterloo, Waterloo, Ontario, 68 p.

Pellerin, S., et M. Poulin (2013). *Analyse de la situation des milieux humides au Québec et recommandations à des fins de conservation et de gestion durable*. Rapport produit pour le MDDEFP, 104 p. En ligne : environnement.gouv.qc.ca/eau/rives/analyse-situation-milieux-humides-recommandations.pdf.

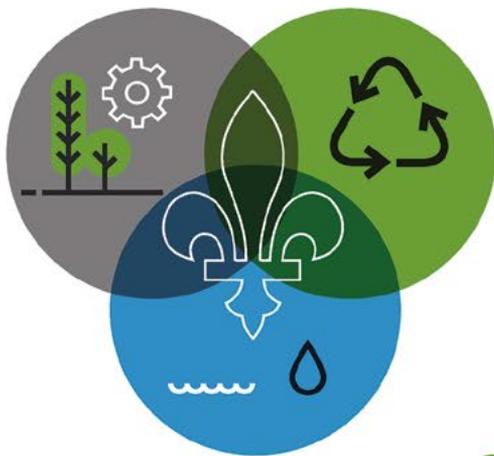
À PROPOS DE CANARDS ILLIMITÉS CANADA

CIC – un organisme privé à but non lucratif – est le chef de file de la conservation des milieux humides au Canada. Sa mission? Conserver les milieux humides et les habitats qui s'y rattachent au bénéfice de la sauvagine nord-américaine, et promouvoir un environnement sain pour la faune et les humains. Actif depuis 40 ans au Québec, CIC réalise des activités de conservation d'habitats, de recherche, d'éducation et de sensibilisation afin de protéger, de restaurer et d'assurer une meilleure gestion des milieux humides.

>>> DEVENEZ MEMBRE

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.



* Comme le mentionne l'Institut de la Francophonie pour le développement durable dans son rapport intitulé *Économie verte – Guide pratique pour l'intégration des stratégies de l'économie verte dans les politiques de développement* (2015) : « Une économie verte est un véhicule pour le développement durable. C'est une économie qui se traduit par une amélioration du bien-être humain et de l'équité sociale, tout en réduisant considérablement les risques environnementaux et les pénuries écologiques. »



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, dont *Americana* et le Salon des TEQ ;
- 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 !

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 >>

Réseau Environnement est au cœur des enjeux de l'environnement avec **plus de 50 ans d'expérience** dans la mise en œuvre 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, sans oublier la sensibilisation des citoyens.



RÉSEAUTAGE
EXPERTISE
INFORMATION



DEVENIR MEMBRE :

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

📞 514 270-7110

✉ info@reseau-environnement.com

🌐 www.reseau-environnement.com



Sols contaminés « BC » dans les LET

Pourquoi les enfouir si on peut les valoriser ?

Résumé

Au Québec, les lieux d'enfouissement technique (LET) peuvent recevoir plusieurs types de déchets solides, dont des sols contaminés. Le site de Saint-Nicéphore, situé à Drummondville et géré par WM Québec inc., étudie diverses possibilités pour le reprofilage de la couverture finale d'une ancienne partie. Le site reçoit une quantité importante de sols contaminés à enfouir ou à valoriser, dont des sols communément connus sous l'appellation « BC », soit des sols dont les niveaux de contamination se trouvent entre les valeurs limites des annexes I et II du Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains (RPRT; Q-2, r. 37). Présentement, le Règlement sur l'enfouissement et l'incinération de matières résiduelles (REIMR; Q-2, r. 19) restreint l'utilisation des sols BC comme matériaux de construction de la couche de drainage du recouvrement final (article 50 du REIMR). Ils peuvent aussi être utilisés comme recouvrement journalier (donc, en fin de compte, enfouis; article 42 du REIMR) ou comme couche de transition entre les déchets et la couche imperméable (couche de drainage) si leur conductivité hydraulique respecte l'article 50 du REIMR. Dans le cadre d'un projet de recherche en partenariat avec l'Université de Sherbrooke, des recouvrements expérimentaux de grande échelle ont été construits en utilisant des sols contaminés BC. Les données d'un suivi des eaux de surface effectué pendant trois ans sont présentées dans le cadre de cet article. À la lumière des résultats obtenus, il est justifiable de s'interroger sur le pourquoi de l'interdiction d'utiliser des sols BC comme couches d'imperméabilisation et de protection dans les systèmes de recouvrements finaux et de relancer le débat sur la possibilité de faire évoluer le Règlement actuel.

MOTS-CLÉS : LET, VALORISATION DE SOLS CONTAMINÉS, RECOUVREMENT FINAL, REIMR, RPRT.

Abstract

In Quebec, landfills can receive several types of solid wastes, including contaminated soils. The Saint-Nicéphore site, located in Drummondville and managed by WM Québec inc., is studying opportunities for the reprofiling of the final cover of an old cell. The site receives a large quantity of contaminated soils to be buried or reclaimed, including soils commonly known as "BC", i.e. soils whose contamination levels are between the limit values of Schedules I and II of the Regulation respecting land protection and rehabilitation (Q-2, r. 37). Currently, the Regulation respecting the landfilling and incineration of residual materials (Q-2, r. 19) restricts the use of BC soils as construction materials for the drainage layer of the final cover (section 50 of the Regulation). They can also be used as a daily cover (therefore, ultimately, buried) and as a transition layer between the waste and the impermeable layer (drainage layer), if their hydraulic conductivity complies with section 50 of the Regulation respecting the landfilling and incineration of residual materials. As part of a research project in partnership with the University of Sherbrooke, large-scale experimental covers were constructed using BC contaminated soils. The data of surface water monitoring carried out over three years are presented herein. In the light of the results obtained, it is justifiable to question the reason for banning the use of BC soils as low permeability or protection layers within final cover systems and to relaunch the debate on the advisability of changing the current regulations.

Keywords: technical landfill sites (TLS), valorization of contaminated soils, final cover, landfill regulation, contaminated sites regulation.



PAR THIERRY KAHALE¹, LORIANE DES ALLIERS¹, OUSMANE OUÉDRAOGO¹
ET ALEXANDRE R. CABRAL¹

¹Département de génie civil et génie du bâtiment, Université de Sherbrooke;
alexandre.cabral@usherbrooke.ca

Introduction

Mise en contexte

Les lieux d'enfouissement technique (LET) sont soumis à une réglementation stricte qui impose des contraintes pour l'étanchéité, la gestion du lixiviat généré et la qualité des eaux de surface et souterraines (REIMR; Q-2, r. 19; BAPE, 2011). Les LET doivent respecter plusieurs contraintes en ce qui concerne les types de matériaux de recouvrement journalier et final. Les sols peu contaminés et considérés comme non contaminés peuvent être utilisés pour construire le recouvrement final. Les sols faiblement contaminés et les sols considérés comme non contaminés (respectivement sols « AB » et « < A », selon la nomenclature largement utilisée dans la pratique), dont les niveaux de concentration sont inférieurs aux limites (RPRT; Q-2, r. 37), peuvent être utilisés. Les sols moyennement contaminés (communément identifiés comme sols « BC »), dont les niveaux de contamination se situent entre les valeurs limites des annexes I et II du RPRT, ne peuvent être utilisés que comme couche de couverture journalière ou de drainage (article 50 du REIMR). Ainsi, les couches de protection dites « imperméables » de ces derniers ne peuvent être construites avec des sols BC.

Le site de Saint-Nicéphore, situé à Drummondville et géré par WM Québec inc., est le cinquième plus grand site d'enfouissement en matière de quantité de déchets enfouis. Afin de poursuivre ses efforts pour minimiser les impacts de la production de lixiviats, l'entreprise étudie diverses possibilités de reprofilage de la couverture des anciennes cellules, y compris l'utilisation de sols contaminés. Le site d'enfouissement de Saint-Nicéphore reçoit et continuera de recevoir dans les prochaines années une quantité importante de sols contaminés AB et BC.

L'étude présentée ici – qui fait partie d'un projet de recherche mené par le Groupe de géotechnique environnementale de l'Université de Sherbrooke et WM Québec inc. (Cabral et collab., 2019; Kahale et collab., 2021) – permet d'évaluer si les couvertures contenant des sols CBB affectent davantage la qualité de l'eau et les sols de surface que les autres couvertures. Quatre grandes couvertures expérimentales ont été construites et instrumentées en 2018, incluant des sols BC. Les activités de surveillance hebdomadaires comprennent la comptabilisation de la quantité d'eau de pluie qui s'écoule des quatre couvertures expérimentales, ainsi que la détermination de la concentration d'une gamme de contaminants par rapport à la qualité de l'eau et aux sols de surface.

Question de recherche et hypothèse

Compte tenu du contexte entourant le recouvrement des LET et des problématiques décrites précédemment, les questions suivantes ont été posées : 1) est-ce que l'utilisation de sols contaminés BC comme couche imperméable ou de protection d'un système de recouvrement final affecterait la qualité de l'eau de surface plus qu'un recouvrement construit avec des sols non contaminés ou des sols AB; 2) est-ce que la présence de sols BC peut entraîner une contamination des sols de surface davantage que les enclos recouverts de sols non contaminés ou contenant des sols AB?

L'hypothèse formulée pour l'étude présentée ici a été la suivante : les sols contaminés BC, si superposés entre deux couches de sol non contaminé ou une couche de sol contaminé AB, n'affecteraient pas la qualité des eaux de surface ou des sols de surface.

Objectif

L'objectif de l'étude concernant l'utilisation de sols BC est de contribuer à faire évoluer la législation actuelle qui interdit la réutilisation de sols BC comme matériau constituant la couche imperméable ou la couche de protection d'un système de recouvrement final d'un LET.

Originalité

Cette étude est l'une des premières au Québec à documenter les impacts environnementaux de recouvrements finaux (couches d'imperméabilisation ou de protection) contenant des sols contaminés sur le terrain, et ce, pendant plusieurs années.

Revue du cadre législatif et des critères sélectionnés

Au Québec, plusieurs lois et règlements imposent des restrictions et des critères par rapport à l'enfouissement des sols contaminés, dont la Loi sur la qualité de l'environnement (LQE), le Règlement sur la protection et la réhabilitation des terrains (RPRT), le Règlement sur l'enfouissement et l'incinération des matières résiduelles (REIMR) et le Règlement sur l'enfouissement des sols contaminés (RESC). La LQE est la loi habilitante de tous ces règlements. Les valeurs limites utilisées comme critère de validation de l'hypothèse sont tirées directement de l'article 53 du REIMR (Beaulieu, 2021; MDDELCC, 2016; Gouvernement du Québec, 2020). L'organigramme de la figure 1 (p. 36) présente de manière condensée et schématisée les différentes options de valorisation d'un sol contaminé, selon les concentrations et les types de contaminants qu'il contient. Plus un sol est contaminé, plus les possibilités de valorisation sont limitées.

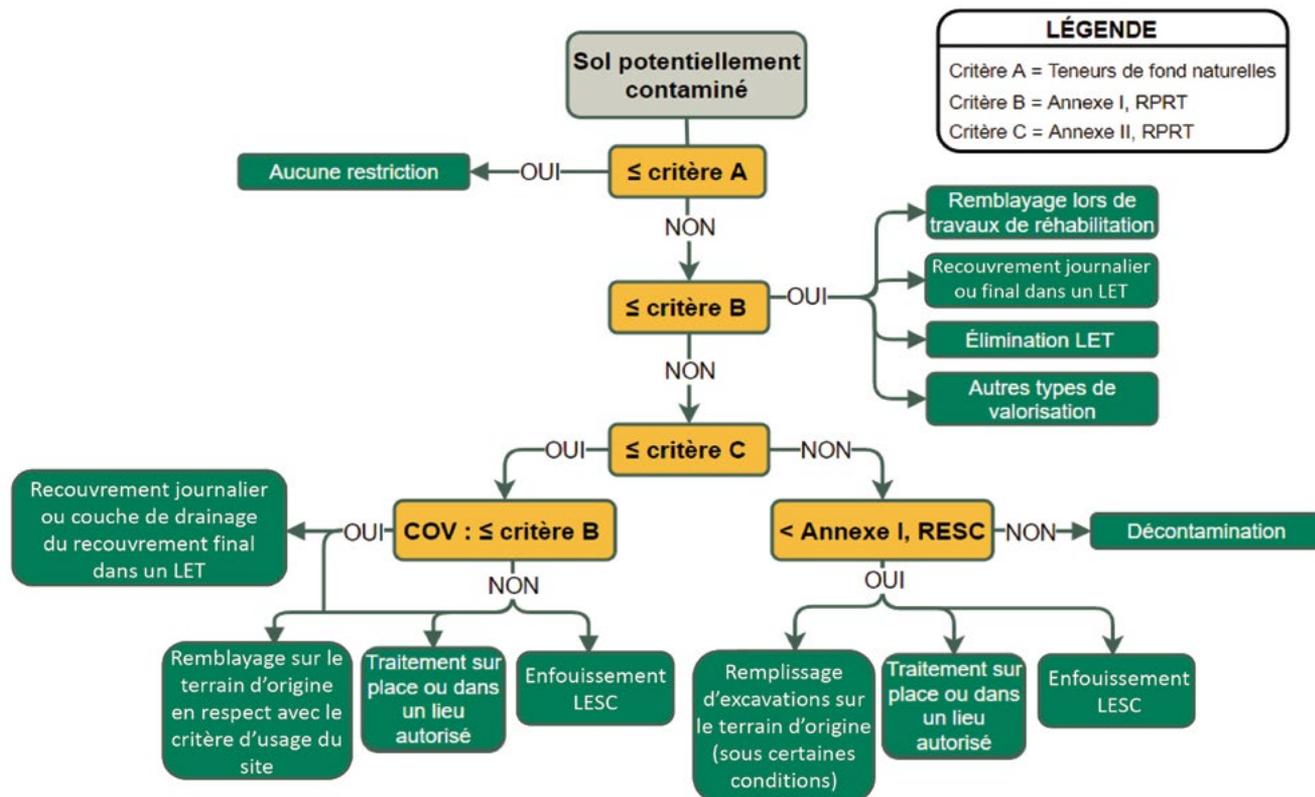
Matériaux et méthodes

Les recouvrements expérimentaux ont été construits en 2018 sur le site du LET de Saint-Nicéphore (Cabral et collab., 2019). Ces recouvrements expérimentaux, qui incluent cinq lysimètres répartis dans quatre enclos différents, sont munis de nombreux instruments et enregistreurs de données. Une partie de ces instruments a été utilisée pour cette étude, qui se concentre sur la composition des eaux de surface, dont le débit – mesuré en continu – et la qualité ont été suivis sur une période de trois ans. Des échantillons de sol à proximité du drain de pied (aval de l'enclos, près du drain collecteur) ont aussi été collectés afin de faire faire des analyses chimiques.

Lysimètres et enclos

Cinq lysimètres et quatre enclos ont été construits sur le plan expérimental (figure 2a, p. 37), soit un pour chaque lysimètre, à l'exception de L1 et L2 qui ont été mis en place dans un même enclos plus grand. Les enclos ont été nommés L1-L2, L3, L4 (figure 2b) et L5 (figure 2c). De plus, afin de pouvoir comparer

FIGURE 1
Organigramme du cadre législatif entourant la valorisation et l'élimination des sols au Québec



les données recueillies, quelques éléments sont constants d'un enclos à l'autre. Le fond de l'excavation et les couches de sol suivent une pente de 2 %, ce qui permet de collecter les eaux de ruissellement en bas de pente (figure 3).

Le matériel de recouvrement est le même pour tous les lysimètres (figure 3), soit le même sol qui avait été utilisé pour construire le recouvrement des anciennes cellules. Ce même type de sol a été utilisé pour recouvrir tous les enclos, qui ont été ensuite végétalisés. Les surfaces des enclos étaient de 280 m² pour l'enclos L1-L2 et de 376 m² pour l'enclos L5, tandis que les enclos L3 et L4 avaient une superficie de 220 m².

L1 et L2 ont été entièrement remplis du matériel (non contaminé) qui recouvre déjà les anciennes cellules, ce qui en faisait l'enclos de contrôle. Les enclos L3 et L4 contiennent respectivement du sol contaminé BC et AB dans le recouvrement, dans le but de vérifier si l'utilisation de sols BC n'affecte pas la qualité de l'environnement davantage qu'un sol moins contaminé (AB) ou non contaminé. Contrairement aux autres enclos, L5 est substantiellement plus grand dans le but de simuler un bassin versant (études hydrologiques en cours) et est constitué de deux parties distinctes. La première partie, en amont et où se situe le lysimètre (voir encadré à la figure 2c), comprend le

lysimètre qui est rempli du matériel de recouvrement existant présentement (non contaminé). La deuxième partie, en aval, occupe la plus grande partie de l'enclos. Elle a été recouverte d'une couche de sol contaminé BC, puis d'une couche finale de matériel de sol non contaminé. Une vue de haut de l'enclos L5 est présentée dans la figure 2c.

Échantillonnage de l'eau de surface

Lorsqu'il pleuvait ou que la neige fondait, l'eau qui ruisselait jusqu'au drain de pied était collectée par des drains et des tuyaux qui l'acheminaient vers des collecteurs (barils de 200 L; figure 2b et 2c; figure 3). La méthode d'échantillonnage consistait à prélever 1,5 L d'eau de surface dans les barils, après l'avoir homogénéisée (en brassant), avec une fréquence d'échantillonnage d'environ deux semaines. Les échantillons étaient ensuite envoyés à un laboratoire agréé pour que les analyses chimiques usuelles de contrôle de qualité des eaux de surface soient effectuées : azote (N), coliformes fécaux, composés phénoliques, DBO₅, matières en suspension (MES), zinc (Zn) et pH.

Échantillonnage du sol de surface

La couche de sol la plus superficielle de chaque enclos était échantillonnée chaque fois que les eaux de ruissellement

FIGURE 2

a) Vue aérienne du site d'enfouissement de Saint-Nicéphore (source : Waste Management inc.); b) Plan expérimental : enclos L1-L2, L3 et L4; c) Enclos L5 (insertion : matériaux de remplissage)

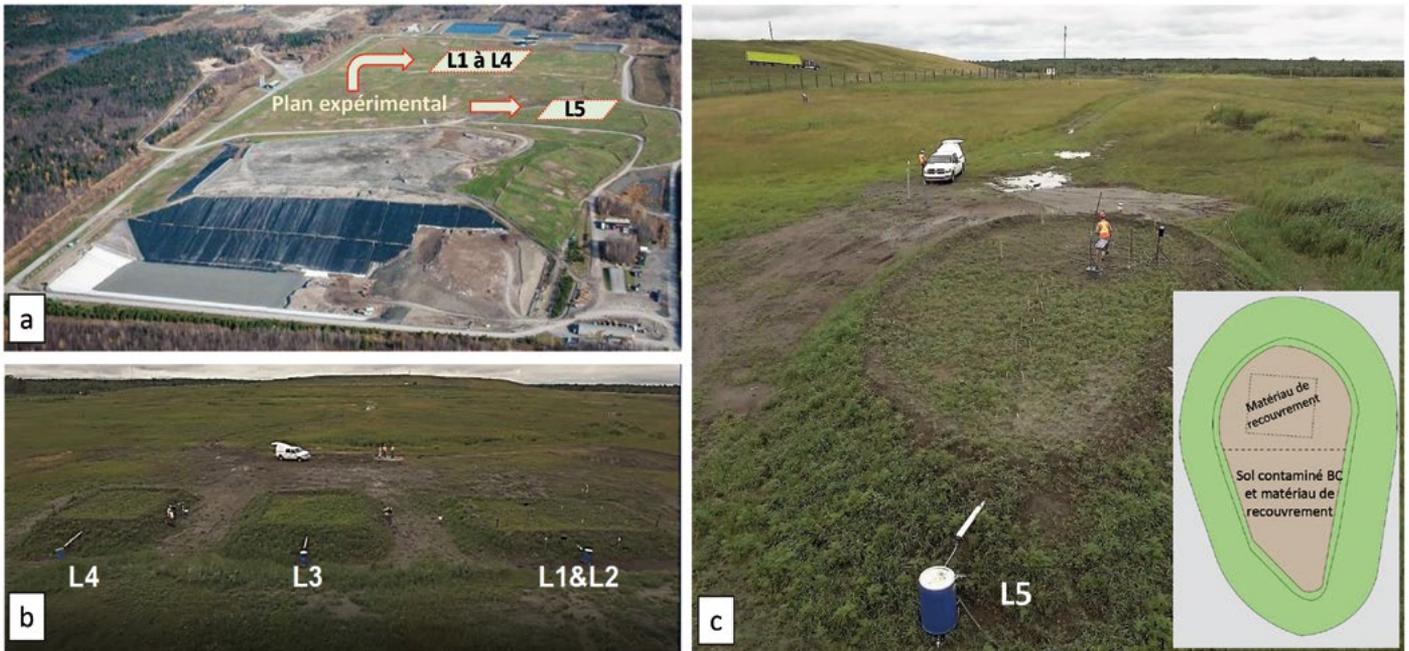
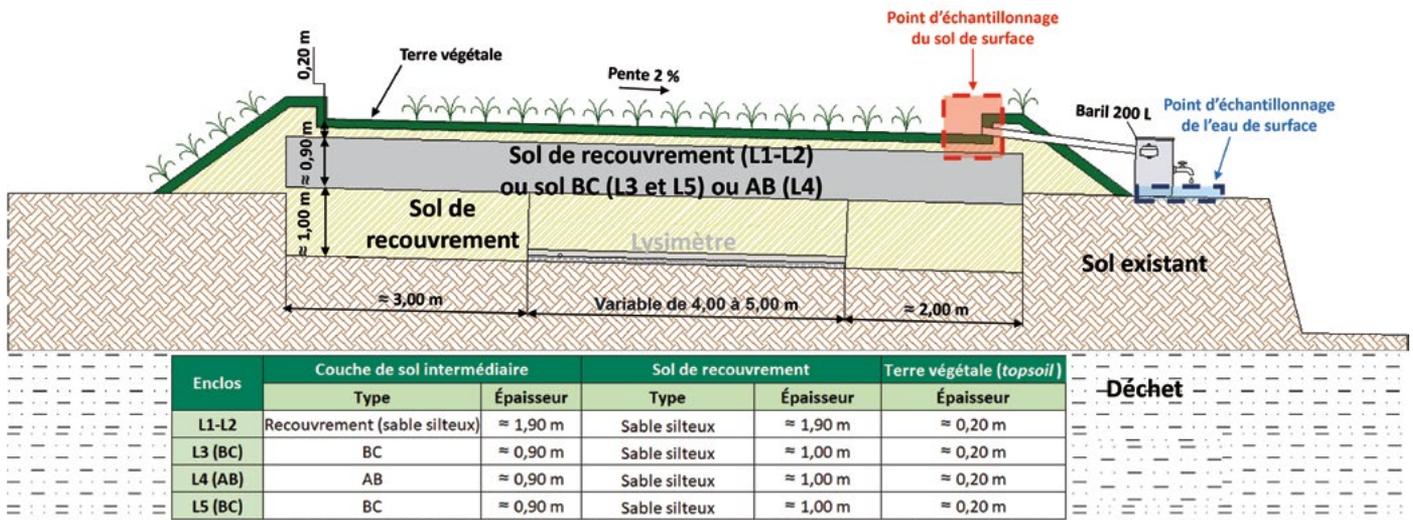


FIGURE 3

Schéma d'un enclos



étaient collectées. L'échantillonnage se faisait du printemps au début de l'automne seulement, car on présumait qu'il n'y avait pas de ruissellement durant l'hiver : deux sous-échantillons étaient prélevés à la pelle manuelle à proximité du drain collecteur situé au pied (en aval) de chaque enclos et un bocal était rempli avec une petite quantité de sol de surface, pour en faire un seul échantillon. Le premier sous-échantillon

était situé au centre (proche de l'exutoire vertical), et l'autre à une extrémité. Les zones de prélèvement sont indiquées à la figure 3. Les bocaux préidentifiés étaient ensuite envoyés à un laboratoire agréé pour des analyses chimiques pour un total de 42 paramètres distincts dans les classes suivantes : métaux et métalloïdes, hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et hydrocarbures pétroliers (C₁₀ à C₅₀).

Résultats et discussions

Un total de 48 échantillons d'eau de surface et 44 de sol ont été prélevés pour tous les enclos de l'ouverture du chantier, au printemps 2018, jusqu'à sa fermeture à l'hiver 2020. Les résultats présentés ci-après visent fondamentalement à comparer les valeurs des analyses chimiques pour les échantillons d'eau avec les valeurs limites de l'article 53 du REIMR. Quant aux sols de surface, puisqu'aucun échantillon prélevé ne dépassait les valeurs limites de l'annexe I du RPRT (critère B), la présentation des résultats est effectuée autour du critère A (relatif à la province géologique des Appalaches), à savoir la teneur de fond naturelle.

Eau de surface

Dans les échantillons d'eau de surface prélevés, les analyses chimiques réalisées ont décelé que deux paramètres ont dépassé les valeurs limites, soit le zinc et les MES. Il est important de préciser que les MES ne représentent pas une problématique en soi au site de Saint-Nicéphore, puisqu'un bassin de sédimentation leur laisse le temps de se déposer. Le tableau 1 montre uniquement les résultats obtenus aux dates où il y avait dépassement du zinc et/ou des MES.

Comme on peut observer, les dépassements sont nombreux pour l'enclos L1-L2, construit avec des sols non contaminés. Cela donne une première indication du rôle qu'a pu avoir le sol non contaminé (prescrit par le REIMR) placé au-dessus de sols BC, dans les enclos où ces derniers se trouvaient. De plus, les valeurs maximales pour chaque date ne sont pas toujours associées aux enclos contenant des sols BC.

Le tableau 2 présente, pour chaque enclos, les moyennes, les écarts-types, les valeurs maximales, ainsi que le pourcentage d'échantillons ayant dépassé les limites. Les valeurs maximales pour chacun des deux paramètres où l'on a trouvé des dépassements ont été extraites du tableau 1, alors que les moyennes et les écarts-types ont été calculés à partir des

valeurs dans ce tableau, pour chaque date. Les enclos n'ont pas tous le même nombre d'échantillonnages à cause de la contrainte du minimum requis de 1,5 L d'eau par échantillon pour que le laboratoire puisse réaliser la totalité des analyses chimiques demandées.

Les concentrations de zinc ont dépassé la limite recommandée à une seule occasion pour L3 et à quatre occasions pour L5, ce qui représente respectivement 10 % et 36 % de tous les échantillons collectés dans L3 et L5. La plupart des excès pour tous les paramètres se produisent en été lorsque les débits ayant ruisselé sont plus élevés en raison des orages, sauf pour la forte précipitation tombée le 10 octobre 2018.

Malgré le dépassement des limites fixées pour les MES, il convient de noter deux points importants. Premièrement, à l'intérieur du site de Saint-Nicéphore, les eaux de ruissellement sont canalisées vers des bassins de sédimentation, ce qui permet de diminuer la charge de MES avant le renvoi dans un cours d'eau. De plus, les sédiments transportés par les eaux de ruissellement diminuent avec le temps, parce que la végétation d'un recouvrement final se développe. On observe dans les tableaux 1 et 2 cette tendance à une diminution de la charge de MES avec le temps. Deuxièmement, les concentrations plus élevées en MES mesurées dans les eaux de ruissellement de certaines parcelles ne sont pas nécessairement tributaires de la présence de sols contaminés dans le recouvrement final (couche relativement proche de la surface). Ces fortes concentrations en MES dépendent éventuellement d'autres facteurs qui n'ont pas été pris en compte dans la présente étude. Il est opportun de répéter qu'il n'y a eu aucun dépassement pour aucun autre des paramètres normés à l'article 53 du REIMR et, de ce fait, nous n'avons pas présenté l'évolution de leur concentration dans le temps.

Sols de surface

Selon les résultats d'analyses chimiques des sols échantillonnés à la surface de tous les enclos, à proximité du drain de pied,

TABLEAU 1

Résultats d'analyses chimiques d'eau de surface par date d'échantillonnage et pour les paramètres où il y a eu dépassement des valeurs limites (selon l'article 53 du REIMR – les dates où il y a eu dépassement sont indiquées en surbrillance)

PARAMÈTRE	ENCLOS	VALEUR LIMITE (mg/L)	N ^{bre} TOTAL ÉCHANT.	CONCENTRATIONS (mg/L) AUX DATES OÙ IL Y A EU DÉPASSEMENT								
				2018-09-06	2018-10-10	2019-04-24	2019-05-08	2019-07-02	2019-07-09	2019-07-22	2020-06-17	2020-07-26
Zinc	L1-L2	< 0,17	12	0,02	0,19	0,03	0,01	0,01	0,02	0,08	0,05	0,18
	L3 (BC)		10	0,02	0,21	0,02	0,04	0,01	0,02	0,03	0,05	0,02
	L4 (AB)		15	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,05	0,03	0,29	0,04
	L5 (BC)		11	0,09	0,50	0,15	0,23	0,12	0,32	0,33	0,10	0,08
MES	L1-L2	< 90	12	650	140	8	7	8	150	120	128	300
	L3 (BC)		10	12	368	6	12	12	12	29	8	18
	L4 (AB)		15	80	70	159	64	180	230	220	264	71
	L5 (BC)		11	80	182	72	75	110	70	95	124	44

les niveaux de contamination pour les 42 paramètres analysés en laboratoire (Hébert et Bernard, 2013) ne dépassent jamais le critère B (annexe I du RPRT). Par conséquent, ils peuvent tous être classés comme AB ou moins. Afin d'être en mesure de donner un meilleur aperçu du risque de contamination des sols de surface par des couches de sols BC « sandwichées » dans le recouvrement final, le tableau 3 présente les résultats des paramètres ayant dépassé le critère A, à savoir la teneur

de fond naturelle. Sur les 42 paramètres analysés, seulement quatre ont dépassé le critère A, et ce, à quelques occasions. Les paramètres où il y a eu des dépassements sont l'arsenic, l'étain, le triméthyl-2,3,5 naphthalène et le pyrène.

Pour l'arsenic, les dépassements ont eu lieu à seulement deux occasions : le 20 août 2018 pour le L4 et le 5 mai 2020 pour L1-L2. Toutefois, ces deux valeurs (11 et 16 ppm – tableau 3) sont

TABLEAU 2
Analyse statistique des résultats du tableau 1 (les dates où il y a eu dépassement sont indiquées en surbrillance)

PARAMÈTRE	VALEUR LIMITE (mg/L)	ENCLOS	N ^{bre} TOTAL ÉCHANT.	MOYENNE ± ÉCART-TYPE (mg/L)	VALEUR MAXIMALE (mg/L)	NOMBRE DE DÉPASSEMENTS	POURCENTAGE D'ÉCHANTILLONS AYANT DÉPASSÉ
Zinc	< 0,17	L1-L2	12	0,07 ± 0,07	0,19	2	17 %
		L3 (BC)	10	0,05 ± 0,06	0,21	1	10 %
		L4	15	0,06 ± 0,09	0,29	1	7 %
		L5 (BC)	11	0,21 ± 0,14	0,50	4	36 %
MES	< 90	L1-L2	12	167 ± 203	650	6	50 %
		L3 (BC)	10	53 ± 118	368	1	10 %
		L4	15	148 ± 79	264	5	33 %
		L5 (BC)	11	94 ± 40	182	4	36 %

TABLEAU 3
Résultats d'analyses chimiques des sols de surface par date d'échantillonnage et pour les paramètres où il y a eu dépassement des valeurs limites (critère A, annexe I du RPRT – les dates où il y a eu dépassement sont indiquées en surbrillance)

PARAMÈTRE	VALEUR LIMITE (CRITÈRE A) (mg/kg matière sèche, ppm)	ENCLOS	ENSEMBLE DES DATES DE PRÉLÈVEMENT ET CONCENTRATIONS (mg/kg matière sèche, ppm)										
			2018-08-20	2018-09-20	2018-10-10	2019-05-08	2019-06-05	2019-06-18	2019-08-29	2020-04-07	2020-05-05	2020-06-18	2020-07-30
Arsenic	6	L1-L2	3	3	3	3	5	5	5	5	16	5	5
		L3 (BC)	4	3	4	5	5	5	5	5	5	5	5
		L4	11	3	3	3	5	5	5	5	5	5	5
		L5 (BC)	3	3	3	3	5	5	5	5	5	5	5
Étain	5	L1-L2	6	6	6	6	4	4	4	4	4	4	4
		L3 (BC)	6	6	6	6	4	4	4	4	4	4	4
		L4	6	6	6	6	4	4	4	4	4	4	4
		L5 (BC)	6	6	6	6	4	4	4	4	4	4	4
Triméthyl-2,3,5 naphthalène	0,10	L1-L2				0,10	0,10	0,11		0,10	0,10	0,10	0,10
		L3 (BC)	< 0,1	< 0,1	< 0,1	0,10	0,10	0,12	ND	0,10	0,10	0,10	0,10
		L4				0,10	0,10	0,12		0,10	0,10	0,10	0,10
		L5 (BC)				0,10	0,10	0,10		0,10	0,10	0,10	0,10
Pyrène	0,10	L1-L2	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10		0,10	0,10	0,10	0,10
		L3 (BC)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	ND	0,10	0,10	0,10	0,10
		L4	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11		0,10	0,10	0,10	0,10
		L5 (BC)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10		0,10	0,10	0,10	0,10

nettement inférieures au seuil du critère B, qui est de 30 ppm. En ce qui concerne la limite de concentration en étain, il y a eu plusieurs dépassements du critère A entre le 20 août 2018 et le 8 mai 2019. Cependant, ces dépassements n'étaient pas exclusifs aux enceintes contenant des sols contaminés.

Le 18 juin 2019, lors de l'analyse du triméthyl-2,3,5 naphthalène et du pyrène, les échantillons des enclos contenaient plus que la moyenne des dates d'échantillonnage, à l'exception de L5 (pour les deux paramètres) et de L1-L2 (pour le pyrène). En général, tous les dépassements sont restés très proches du seuil du critère A.

Le tableau 4 présente les résultats des analyses pour les paramètres ayant dépassé la teneur de fond naturelle (critère A). On peut y observer que la grande majorité des résultats, incluant les valeurs qui dépassent le critère A, se trouvent dans une plage assez restreinte. Il convient de noter que pour l'arsenic, le triméthyl-2,3,5 naphthalène et le pyrène, moins de 10 % des analyses révélaient des dépassements du seuil A, alors que pour l'étain, il y a eu des dépassements du seuil A pour 36 % des échantillons, pour l'ensemble des enclos, sans distinction entre les recouvrements contenant des sols non contaminés et des sols contaminés.

Le projet dans lequel s'insérait l'étude présentée ici visait l'identification d'un recouvrement final pour une vieille partie du site de Saint-Nicéphore. De ce fait, il y avait aussi une préoccupation quant aux quantités d'eau ayant percolé. Selon

Rubinos et Spagnoli (2018), la performance peut être améliorée lorsque des sols contaminés sont mélangés à des sols non contaminés de granulométrie plus fine. Ces types de mélange, dont la viabilité économique reste à prouver, devraient être testés pour ce qui est du potentiel de contamination des eaux et des sols de surface.

Conclusion

Les résultats présentés semblent indiquer que, sur la période analysée, des couches de sols BC placées sous une couche superficielle de sol non contaminé ont entraîné une contamination superficielle dépassant les seuils de l'article 53 du REIMR (pour les eaux de ruissellement) seulement pour deux paramètres : Zn et MES. Dans les deux cas, ces mêmes dépassements occasionnels ont été observés pour les recouvrements qui ne contenaient pas de sols contaminés. Cependant, le plus grand nombre de dépassements a eu lieu dans un des recouvrements contenant des sols BC. Il convient donc de suggérer plus d'investigation sur le sujet. Bien que les MES soient le paramètre ayant excédé sa valeur limite le plus fréquemment, l'enjeu demeure limité puisque des bassins de sédimentation situés sur le site du LET de Saint-Nicéphore diminuent passablement la charge de MES émise dans l'environnement.

Quant aux sols de surface, les valeurs du critère B (annexe I du RPRT) n'ont jamais été dépassées pour tous les échantillons prélevés. À quelques reprises, les seuils A (teneurs de fond

TABLEAU 4

Analyse statistique des résultats du tableau 3 (les dates où il y a eu dépassement sont indiquées en surbrillance)

PARAMÈTRE	VALEUR LIMITE (CRITÈRE A) (ppm)	ENCLOS	NOMBRE D'ÉCHANTILLONS	MOYENNE ± ÉCART-TYPE (ppm)	VALEUR MAXIMALE (ppm)	NOMBRE DE DÉPASSEMENTS	POURCENTAGE D'ÉCHANTILLONS AYANT DÉPASSÉ
Arsenic	6	L1-L2	11	4,1 ± 1,1	16	1	9 %
		L3 (BC)	11	5,5 ± 3,6	5	0	0 %
		L4	11	5,0 ± 2,2	11	1	9 %
		L5 (BC)	11	4,2 ± 1,1	5	0	0 %
Étain	5	L1-L2	11	4,4 ± 0,5	6	4	36 %
		L3 (BC)	11	4,4 ± 0,5	6	4	36 %
		L4	11	4,4 ± 0,5	6	4	36 %
		L5 (BC)	11	4,4 ± 0,5	6	4	36 %
Triméthyl-2,3,5 naphthalène	0,10	L1-L2	11	0,10 ± 0,00	0,11	1	9 %
		L3 (BC)	11	0,10 ± 0,01	0,12	1	9 %
		L4	11	0,10 ± 0,01	0,12	1	9 %
		L5 (BC)	11	0,10 ± 0,00	0,10	0	0 %
Pyrène	0,10	L1-L2	11	0,10 ± 0,00	0,10	0	0 %
		L3 (BC)	11	0,10 ± 0,01	0,11	1	9 %
		L4	11	0,10 ± 0,00	0,11	1	9 %
		L5 (BC)	11	0,10 ± 0,00	0,10	0	0 %

« Les enclos contenant des sols contaminés BC n'ont donc pas entraîné de contamination des sols de surface davantage que les enclos recouverts de sols non contaminés ou contenant des sols AB. »

naturelles) ont été dépassés pour l'arsenic, l'étain, le triméthyl-2,3,5 naphthalène et le pyrène. Les enclos contenant des sols contaminés BC n'ont donc pas entraîné de contamination des sols de surface davantage que les enclos recouverts de sols non contaminés ou contenant des sols AB.

On peut conclure qu'il y a lieu d'ouvrir le débat sur l'utilisation de sols BC comme matériaux de construction de recouvrements finaux dans les LET lorsque les sols BC se trouvent en « sandwich » entre un sol non contaminé (en surface) et d'autres couches (dont des sols AB) au-dessous. Il s'agirait d'une option viable du point de vue de la protection environnementale, en plus de constituer une stratégie économiquement intéressante puisqu'on diminuerait le besoin de sols non contaminés, qui doivent être excavés et transportés. Il est pertinent de rappeler qu'à l'heure actuelle, la législation ne permet pas l'utilisation d'un sol contaminé où il y a dépassement du critère B (annexe I du RPRT) pour un des paramètres comme matériaux de construction de la couche imperméable ou de protection d'un système de recouvrement final. On peut l'utiliser comme recouvrement journalier dans les LET, ce qui équivaut à l'enfouir.

Remerciements

Les auteurs reconnaissent avec gratitude le soutien financier du Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (CRD-RDPJ_508222-16), du Consortium de recherche et innovations en bioprocédés industriels du Québec (2017-014-C27) et de Waste Management (WM Québec inc.). De plus, ils tiennent à remercier chaleureusement l'ingénieur Benoit Lacroix Vachon (M. Sc. A., Université de Sherbrooke, 2008) pour son aide précieuse, ainsi que le personnel de WM Québec inc. au site d'enfouissement de Saint-Nicéphore pour son soutien. ●

Références

BAPE (2011). *Bureau d'audiences publiques sur l'environnement*. En ligne : bape.gouv.qc.ca.

Beaulieu, M. (2021). *Guide d'intervention – Protection des sols et réhabilitation des terrains contaminés*. Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, Québec, mai 2021, 326 p. En ligne : environnement.gouv.qc.ca/sol/terrains/guide-intervention/guide-intervention-protection-rehab.pdf.

Cabral, A.R., et collab. (2019). « Design, construction and monitoring of large-scale lysimeters to assess seepage through experimental final cover designs ». *Proceedings Sardinia 2019, 17th International Waste Management and Landfill Symposium*, 193 p.

Gouvernement du Québec (2020). *Règlement sur l'enfouissement et l'incinération des matières résiduelles*. En ligne : legisquebec.gouv.qc.ca/fr/pdf/rc/Q-2,%20R.%2019%20.pdf.

Hébert, J., et J. Bernard (2013). *Bilan sur la gestion des terrains contaminés au 31 décembre 2010*. En ligne : environnement.gouv.qc.ca/sol/terrains/bilan/bilan2010.pdf.

Kahale, T., et collab. (2021). « Impact of contaminated soils used as final cover material ». *Proceedings Sardinia 2021, 18th International Waste Management and Landfill Symposium*, 1337 p.

MDDELCC (2016). *Guide d'intervention relatif à la protection des sols et la réhabilitation des terrains contaminés*. En ligne : environnement.gouv.qc.ca/sol/terrains/guide-intervention.

Rubinos, D. A., et G. Spagnoli (2018). « Utilization of waste products as alternative landfill liner and cover materials – A critical review ». *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, vol. 48, n° 4, p. 376-438.



**L'eau est précieuse.
Redonnons-lui la valeur qu'elle mérite.**



Plus d'information sur www.saur.com

Mise à niveau des étangs aérés de Rivière-du-Loup

Oser l'innovation

En 2016, Rivière-du-Loup a fait preuve d'audace dans son appel d'offres en vue de la mise à niveau de sa StaRRE par étangs aérés en invitant les soumissionnaires à oser l'innovation dans leurs propositions intégrant la conception, la fourniture des équipements et leur mise en place. Le résultat : une solution originale dont plusieurs autres municipalités pourraient s'inspirer afin d'accroître la capacité de leurs étangs.



PAR **MARC-ANDRÉ DESJARDINS**, ing., Ph. D.
Vice-président Environnement, FNX-INNOV
mdesjardins@fnx-innov.com



PAR **ROBERT LAFOND**, ing.
Ingénieur de procédés, Veolia Water
Technologies Canada

PAR **GENEVIÈVE PIGEON**, biol., M. Sc.
Gestionnaire en environnement, Ville de
Rivière-du-Loup

ET PAR **YVES COMEAU**, ing., Ph. D.
Professeur titulaire, Polytechnique Montréal



Mise en service en 1997, la station de récupération des ressources de l'eau (StaRRE) de la Ville de Rivière-du-Loup est de type étangs aérés. Initialement conçue pour desservir une population d'environ 15 000 habitants, la StaRRE – qui comporte un prétraitement (dégrillage et dessablage) suivi de trois étangs en série – a fait l'objet de travaux d'augmentation de capacité en 2005 qui incluaient la mise en place d'un rideau séparateur dans l'étang 1, lequel a été divisé en deux cellules (appelées étangs 1A et 1B) de même volume. À la suite de ces travaux, le débit de conception de la StaRRE a ainsi été porté à 18 000 m³/d pour une charge en DBO₅C de 1 850 kg/d.

Les débits et les charges acheminés à la StaRRE continuant de s'accroître, la Ville a procédé – en 2015 – à un premier appel d'offres visant la conceptualisation, la construction et la mise en marche d'une solution technique en vue d'augmenter la capacité de traitement de ses étangs. La technologie alors pressentie pour la mise à niveau de la StaRRE consistait en un réacteur biologique à garnissage en suspension (RBGS) qui devait être mis en place en amont des étangs. En raison des coûts trop élevés des soumissions reçues, cet appel d'offres

a toutefois été annulé. En 2016, la Ville a lancé un second appel d'offres pour la mise à niveau de sa StaRRE en faisant le pari que si elle ouvrait davantage la porte à l'innovation, des solutions plus créatives et moins coûteuses pourraient lui être soumises. Le devis de performance préparé par la Ville invitait explicitement les soumissionnaires à ne pas se limiter aux balises de conception conventionnelles, en suggérant que si une solution innovante et économiquement avantageuse lui était proposée, la Ville appuierait de façon conséquente la démarche d'autorisation du projet soumis par l'adjudicataire. De fait, le bordereau de soumission prévoyait un montant pour couvrir les coûts du processus d'autorisation ministérielle, soit 100 000 \$. C'est dire à quel point la Ville était convaincue qu'en misant sur l'innovation, il lui serait possible de réaliser un projet qui répondrait aux attentes en matière d'augmentation de capacité de ses étangs, tout en respectant les contraintes budgétaires.

Pour son appel d'offres de 2016 qui fixait le nouveau débit de conception de la StaRRE à 31 500 m³/d (charge en DBO₅C : 3 465 kg/d), soit près du double de la capacité alors disponible, la Ville a opté pour une formule à deux enveloppes avec proposition technique et prix fourni séparément. Parmi les critères d'évaluation

« [...] la Ville était convaincue qu'en misant sur l'innovation, il lui serait possible de réaliser un projet qui répondrait aux attentes en matière d'augmentation de capacité de ses étangs, tout en respectant les contraintes budgétaires. »

de la proposition technique, le critère « Innovation » comptait pour 25 %. Un critère « Développement durable » valant 10 % a également été considéré, la Ville souhaitant que la solution proposée réponde à ses impératifs en cette matière avec une empreinte carbone minimisée et une efficacité énergétique optimale. La note minimale pour voir son enveloppe de prix ouverte était de 70 %. À l'issue du processus d'appel d'offres, la Ville a adopté en avril 2017 une résolution accordant le contrat d'exécution du projet à un groupement comprenant Veolia comme fournisseur technologique et AXOR Experts-Conseils (maintenant FNX-INNOV) comme concepteur et firme d'ingénierie, pour un coût total d'environ 3,6 millions de dollars (avant taxes). L'équipe de projet proposée par le groupement prévoyait également la collaboration de Polytechnique Montréal à titre de caution scientifique.

Une solution originale

Afin d'augmenter la capacité d'abattement de la DBO_5C des étangs, la solution mise de l'avant par le groupement a été de convertir la première cellule de l'étang 1 (étang 1A) en bassin complètement mélangé (BCM) par l'ajout d'aérateurs de surface à hélice directionnelle. Cette approche visant la réduction de la DBO_5C soluble contenue dans les eaux brutes était, dans le cas de la StaRRE de Rivière-du-Loup, moins coûteuse que la mise en place d'un RBGS en amont des étangs. Par contre, compte tenu du nouveau débit de conception (31 500 m³/d), le temps de rétention hydraulique (TRH) dans les étangs subséquents (1B, 2 et 3) était alors largement sous la valeur de 12 jours recommandée par le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC – maintenant le MELCCFP) afin d'assurer la décantation des matières en suspension (MES). Bien que Tremblay et collab. (2020) ont ultérieurement publié des résultats montrant que l'exigence d'un TRH minimal de 12 jours en aval d'un BCM (ou encore d'un RBGS) afin de garantir l'enlèvement des MES pourrait être remise en question, en 2017, cette contrainte était alors perçue comme immuable pour les concepteurs. Afin de contourner celle-ci, le groupement a eu l'idée de compenser le TRH trop court par l'ajout d'un « gardien de but » après les étangs prenant la forme, pour la StaRRE de Rivière-du-Loup, d'un décanteur à floc lesté de type Actiflo®. En combinant ainsi l'utilisation d'un BCM en amont des étangs avec un traitement tertiaire constitué par un décanteur Actiflo en aval de ceux-ci (afin de faire office de barrière pour les MES), le groupement a proposé à la Ville une solution aussi

originale qu'avantageuse sur le plan des coûts. Il restait toutefois à convaincre les autorités ministérielles d'accepter ladite solution qui n'avait été appliquée nulle part ailleurs auparavant.

Modélisation de la filière

Afin de démontrer la capacité épuratoire de la solution proposée dans le cadre du processus d'autorisation, une combinaison de modèles a été utilisée de façon à simuler la filière de traitement composée d'un BCM en amont (étang 1A), de l'étang suivant (étang 1B) recevant l'afflux de matières particulaires biodégradables provenant du BCM, des étangs 2 et 3, et finalement du décanteur Actiflo. L'affluent du BCM était composé de deux apports, soit les eaux usées brutes (après prétraitement) de même que le retour des boues en provenance de l'Actiflo.

Les modèles utilisés sont décrits dans le *Guide pour l'étude des technologies conventionnelles de traitement des eaux usées d'origine domestique* (le Guide) du MELCCFP (2023). Il s'agit du modèle cinétique de premier ordre pour le BCM (étang 1A), du modèle proposé par Desjardins et collab. (2015) pour l'étang suivant le BCM (étang 1B), et du modèle classique d'Eckenfelder pour les étangs subséquents (étangs 2 et 3). En ce qui a trait au décanteur Actiflo, sa performance anticipée a été basée notamment sur les informations consignées dans la fiche d'information technique produite par le Comité sur les technologies de traitement de l'eau, dont la coordination est assurée par le Bureau de normalisation du Québec (fiche EP-11, avril 2012).

En supposant une augmentation linéaire des débits entre 2018 et 2038 (cette dernière année correspondant à l'horizon de conception), la modélisation a permis d'établir dans un premier temps les concentrations maximales attendues à la sortie de l'étang 3 (correspondant à l'entrée de l'Actiflo). Ces concentrations étaient de 30 mg/L pour la DBO_5C et de 77 mg/L pour les MES. Grâce à l'abattement des MES assuré par l'Actiflo, il a été possible de démontrer que les normes fixées par la Ville dans son appel d'offres, soit 25 mg/L pour la DBO_5C ainsi que pour les MES, seront respectées en tout temps. En conditions hivernales, les résultats obtenus ont montré que l'étang 1A devrait en théorie toujours être exploité en mode complètement mélangé (BCM). Toutefois, en conditions estivales, les résultats de la modélisation indiquaient qu'il ne serait pas requis d'exploiter l'étang 1A en mode BCM avant l'année 2031. En pratique, la Ville pourra moduler le niveau d'aération dans l'étang 1A en fonction de l'évolution des débits et des charges, ainsi que de la performance réelle de la filière. Elle pourra aussi établir les périodes où l'utilisation du décanteur Actiflo est nécessaire afin d'assurer le respect des exigences en DBO_5C ainsi qu'en MES, permettant ainsi de minimiser les coûts d'exploitation qui y sont associés (par le contournement de l'Actiflo si l'effluent de l'étang 3 satisfait déjà aux normes).

Réalisation des travaux

À la suite de l'obtention – à l'hiver 2018 – d'un accord de principe du MDDELCC quant à la solution proposée pour la mise à

FIGURE 1
Vue aérienne des étangs de Rivière-du-Loup



niveau des étangs, le groupement a commencé la préparation des plans et des devis en vue de la réalisation des travaux. La demande d'autorisation a été soumise au MDDELCC en juin 2018 et l'autorisation de projet a été reçue un peu plus d'un an plus tard, soit en août 2019, après la transmission par le groupement des dernières précisions demandées par le Ministère. Par la suite, un changement dans la localisation du décanteur Actiflo (en raison notamment de considérations d'ordre géotechnique) a forcé la reprise de certains plans et causé un délai de quelques mois. Les travaux devaient être entrepris au printemps 2020,

FIGURE 2
Vue de l'étang 1 avec bâtiment de l'Actiflo



mais la pandémie de COVID-19 a de nouveau causé un retard. Finalement, les travaux ont démarré à l'automne 2020 et ont été achevés à l'été 2021. Une période de suivi et d'optimisation de l'opération de la filière incluant le décanteur Actiflo a alors été amorcée et s'est poursuivie jusqu'à la fin de l'été 2022.

La figure 1 montre une vue aérienne des étangs de la Ville. Sur cette photographie prise en mars 2022, on remarque le bâtiment abritant le décanteur Actiflo en haut à gauche, à proximité du coin nord-ouest de l'étang 1. Dans le cadre des travaux, une conduite a été mise en place à la sortie de l'étang 3 et se rend jusqu'au bâtiment de l'Actiflo afin d'alimenter celui-ci. L'effluent de l'Actiflo emprunte ensuite une conduite, aussi mise en place dans le cadre des travaux, afin de rejoindre l'émissaire des étangs situé dans le prolongement de l'axe de la digue séparant les étangs 1B et 3. Les eaux traitées sont ainsi déversées dans le fleuve Saint-Laurent qui est visible au nord de l'autoroute sur la photographie. Les boues de l'Actiflo sont pour leur part dirigées, via une conduite de refoulement installée durant les travaux, vers le regard à l'entrée de l'étang 1A où elles se mélangent aux eaux usées brutes (dégrillées et dessablées) en provenance du bâtiment de prétraitement.

La figure 2 montre une vue rapprochée de l'étang 1 où l'on voit les quatre aérateurs d'une puissance de 20 HP chacun mis en place dans la première moitié (étang 1A) afin de convertir cette cellule en BCM, de même que le bâtiment de l'Actiflo d'une superficie de 155 m². Le décanteur Actiflo est de type Turbo en béton avec une surface miroir de 20,2 m² (vitesse de 65 m/h au débit de conception de 31 500 m³/d). Le bâtiment abrite

également un réservoir de coagulant (alun) d'une capacité de 45 m³, de même que les équipements connexes requis pour le bon fonctionnement de l'Actiflo (système de dosage de polymère, pompes de recirculation, etc.).

Essais de performance

Afin de vérifier la capacité du décanteur Actiflo à respecter les exigences en MES ainsi qu'en DBO₅C (25 mg/L pour les deux paramètres), deux essais de performance ont été réalisés, soit en mars ainsi qu'en septembre 2022. Pour augmenter le débit à l'entrée de l'Actiflo jusqu'au débit de conception (31 500 m³/d), différentes stratégies ont été utilisées. Pour l'essai de mars 2022, les étangs 2 et 3 ont été isolés de la filière et l'Actiflo a été alimenté directement à partir d'un mélange composé de l'effluent de l'étang 1B et d'eau pompée depuis l'étang 2, ce qui a permis d'atteindre le débit visé de 31 500 m³/d grâce à la réserve d'eau constituée par les étangs 2 et 3 qui étaient en vases communicants. Pour l'essai de septembre 2022, dans un premier temps (première journée d'essai), le circuit normal des étangs a été respecté, et l'Actiflo a été alimenté à partir de l'effluent de l'étang 3 dont le déversoir a été abaissé progressivement afin d'augmenter le débit jusqu'à environ 32 200 m³/d. Dans un second temps, soit lors de la deuxième et dernière journée d'essai, l'Actiflo a été alimenté directement à partir de l'effluent de l'étang 1B dont le déversoir a aussi été abaissé progressivement pour atteindre le même débit, les étangs 2 et 3 étant isolés et mis hors circuit.

Les tableaux 1 et 2 (p. 46) présentent respectivement l'évolution des débits à l'affluent de l'Actiflo et des concentrations en MES de même qu'en DBO₅C à l'entrée et à la sortie du décanteur durant les essais de performance réalisés en mars et en septembre 2022. Pour l'essai de mars 2022, la température de l'eau à l'affluent de l'Actiflo était d'environ 5 °C à 6 °C, alors que pour l'essai de septembre 2022, cette température était d'environ 19 °C. Dans le cas de l'essai de septembre 2022, en plus des MES et de la DBO₅C, la turbidité de l'effluent de l'Actiflo a aussi été mesurée. Toutes les mesures de MES ainsi que de DBO₅C ont été réalisées par le laboratoire accrédité mandaté par la Ville. En ce qui a trait aux mesures de turbidité, elles ont été réalisées sur place au moyen d'un turbidimètre Hach avec contrôleur SC200.

L'essai de mars 2022 s'est échelonné sur une période de 146 heures, du 18 au 24 mars. Pendant cette période, alors que le débit moyen à l'entrée de l'étang 1A était de 14 816 m³/d, le débit à l'entrée de l'Actiflo a varié entre 20 640 m³/d et 31 500 m³/d, avec une concentration moyenne en MES de 62 mg/L. À la sortie de l'Actiflo, la concentration moyenne des MES était de 11 mg/L, soit largement en deçà de la norme de 25 mg/L. En ce qui a trait à la DBO₅C, les concentrations moyennes observées étaient de 17 mg/L à l'entrée du décanteur et de 6,5 mg/L à la sortie de celui-ci, soit également bien en deçà de la norme de 25 mg/L.

Pour sa part, l'essai de septembre 2022 s'est échelonné sur une période de 51 heures, du 7 au 9 septembre. Pendant

cette période, alors que le débit moyen à l'entrée de l'étang 1A était de 11 471 m³/d, le débit à l'entrée de l'Actiflo a varié entre 8 565 m³/d et 32 222 m³/d. La concentration moyenne des MES à l'entrée du décanteur était de 80 mg/L. À la sortie de l'unité, la concentration moyenne des MES était de 12 mg/L, soit encore une fois en deçà de la norme de 25 mg/L. En ce qui a trait à la DBO₅C, les concentrations moyennes observées étaient de 8,7 mg/L à l'entrée du décanteur et de 1,5 mg/L à la sortie de celui-ci.

La figure 3 (p. 47) présente un graphique montrant la corrélation entre la turbidité mesurée à l'effluent de l'Actiflo et la concentration en MES. L'équation de régression obtenue est la suivante :

$$\text{MES (mg/L)} = 4,9 (\text{Turbidité en NTU}) - 0,8$$

Perspectives d'application

Selon le plus récent bilan disponible, on comptait 833 StaRRE au Québec en 2020, dont 75 % sont de type étangs aérés ou étangs à rétention réduite (MELCC, 2022). L'âge moyen des StaRRE est d'environ 25 ans et bon nombre d'installations vont nécessiter à court ou à moyen terme des mises à niveau afin d'accroître leur capacité. Dans le cas des étangs aérés, l'ajout d'étangs supplémentaires afin d'augmenter la capacité de traitement n'est pas toujours possible ni avantageux. Au cours des dernières années, à la faveur d'une meilleure compréhension des mécanismes épuratoires dans les étangs, de nouvelles approches ont été étudiées et mises de l'avant. C'est dans ce contexte que pour le projet de mise à niveau des étangs de Rivière-du-Loup, une solution originale a été proposée, soit la conversion de la première moitié de l'étang 1 (étang 1A) en bassin complètement mélangé (BCM) et l'ajout après les étangs d'un traitement tertiaire prenant la forme d'un décanteur à floc lesté de type Actiflo.

Les essais de performance réalisés dans le cadre de ce projet ont permis de valider la capacité du décanteur Actiflo à respecter les exigences normatives, ce qui était le résultat anticipé à la suite de la modélisation réalisée à l'occasion du processus d'autorisation. Cela fait ressortir le potentiel que revêt l'ajout d'un traitement tertiaire à la sortie d'étangs aérés afin d'en augmenter la capacité dans la mesure où la DBO₅C soluble a été suffisamment abattue préalablement, ce qui est généralement le cas dans les étangs. Comme montré par Tremblay et collab. (2020), la DBO₅C soluble est – de manière générale – rapidement enlevée dans les étangs, et une concentration de moins de 10 mg/L est obtenue dès la sortie de l'étang 2, et parfois même dès la sortie de l'étang 1 (notamment en été). Outre la DBO₅C soluble qui peut résulter du relargage causé par la dégradation anaérobie des boues accumulées au fond des étangs subséquents, cela signifie que la charge à enlever après les premiers étangs est essentiellement une charge particulière. Si, en raison du TRH disponible, les étangs peuvent contribuer à l'enlèvement de cette charge par décantation des MES, ils peuvent aussi – en été et durant une partie de l'automne au Québec – produire des algues, ce qui risque au contraire d'augmenter les MES à l'effluent. L'ajout d'un traitement tertiaire à la sortie des étangs,

TABLEAU 1
Résultats des essais de performance de mars 2022

DATE	HEURE	TEMPS ÉCOULÉ DEPUIS LE PREMIER PRÉLÈVEMENT (h)	DÉBIT (m ³ /d)	ENTRÉE ACTIFLO		SORTIE ACTIFLO	
				MES (mg/L)	DBO ₅ C (mg/L)	MES (mg/L)	DBO ₅ C (mg/L)
2022-03-18	9:00	0	20 640	34	19	25	12
2022-03-18	11:00	2	26 016	46	18	21	11
2022-03-18	15:00	6	24 912	53	20	8,5	8,2
2022-03-19	11:00	26	nd	43	18	22	15
2022-03-19	15:00	30	nd	71	16	6,0	4,3
2022-03-20	9:00	48	nd	71	16	6,5	5,1
2022-03-20	15:00	54	nd	53	15	< 5	3,8
2022-03-21	9:00	72	24 576	57	24	7,0	6,3
2022-03-21	11:00	74	23 520	172	24	16	6,7
2022-03-21	15:00	78	nd	53	17	7,5	4,4
2022-03-22	9:00	96	22 752	48	nd	10	nd
2022-03-22	12:00	99	24 000	60	20	9,5	4,3
2022-03-22	15:00	102	31 500	60	15	9,5	3,9
2022-03-23	9:00	120	22 608	48	12	10	4,3
2022-03-23	11:00	122	23 500	58	16	8,0	3,9
2022-03-23	15:00	126	22 500	61	15	11	7,9
2022-03-24	9:00	144	22 500	64	16	7,5	4,2
2022-03-24	11:00	146	22 500	62	16	10	4,5
Moyenne			23 963	62	17	11	6,5

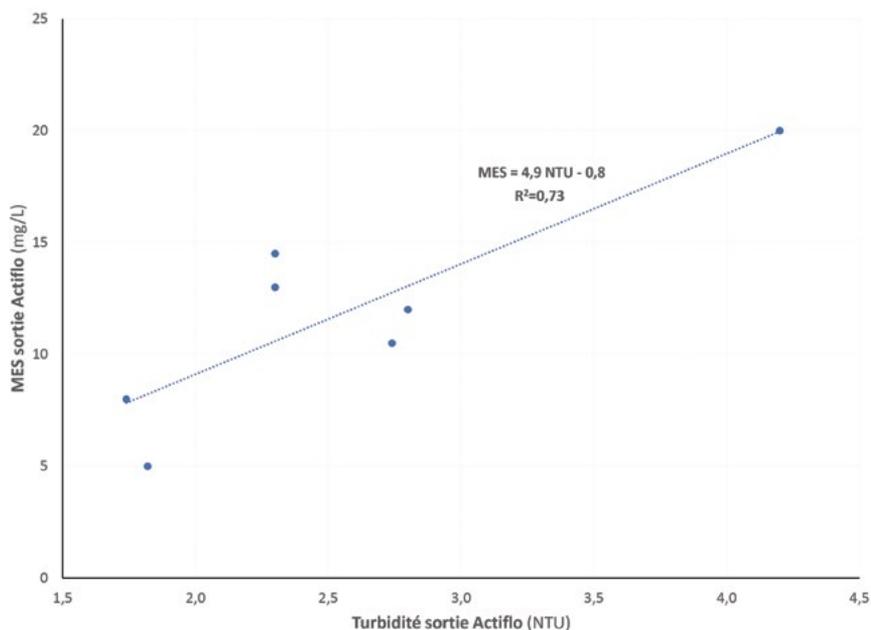
TABLEAU 2
Résultats des essais de performance de septembre 2022

DATE	HEURE	TEMPS ÉCOULÉ DEPUIS LE PREMIER PRÉLÈVEMENT (h)	DÉBIT (m ³ /d)	ENTRÉE ACTIFLO		SORTIE ACTIFLO		
				MES (mg/L)	DBO ₅ C (mg/L)	MES (mg/L)	DBO ₅ C (mg/L)	Turbidité (NTU)
2022-09-07	8:30	0,0	8 565	14	2,1	5,0	1,5	1,82
2022-09-07	11:30	3,0	29 636	17	1,8	20	1,0	4,20
2022-09-07	15:00	6,5	28 788	23	4,0	12	1,1	2,80
2022-09-08	8:30	24,0	32 222	19	3,6	8,0	1,0	1,74
2022-09-08	11:00	26,5	26 291	100	29	11	2,9	2,74
2022-09-08	15:00	30,5	32 222	137	8,2	13	1,1	2,30
2022-09-09	8:00	47,5	25 474	140	10	15	1,0	2,30
2022-09-09	11:30	51,0	27 116	187	11	14*	2,3	3,00
Moyenne			28 821**	80	8,7	12	1,5	2,61

* Valeur obtenue par corrélation avec la turbidité.

** Moyenne des débits excluant le 2022-09-07 à 8:30.

FIGURE 3
Corrélation entre la turbidité et les MES à l'effluent de l'Actiflo



conçu pour enlever les matières particulaires, s'avère donc une solution intéressante pour accroître la capacité des étangs, en plus de ne pas requérir beaucoup d'espace. Grâce à la présence des étangs en amont, il est possible d'y retourner les boues générées par le traitement tertiaire qui pourront alors s'y accumuler et se dégrader comme les autres boues. Si la concentration résiduelle en MES à la sortie des étangs n'est pas trop élevée, soit moins de 35 à 40 mg/L selon les limites indiquées dans le Guide du MELCCFP (2023), un traitement tertiaire constitué d'un simple microtamis peut être adéquat. Toutefois, si la concentration résiduelle en MES à la sortie des étangs est plus élevée comme dans le cas des étangs de Rivière-du-Loup, alors un traitement tertiaire plus robuste – tel qu'un décanteur Actiflo – peut s'avérer un choix approprié.

Dans le cas où il serait requis d'enlever l'azote ammoniacal afin de réduire la toxicité aiguë de l'effluent, l'ajout d'un RBGS à la sortie des étangs (ou autre solution adaptée permettant d'améliorer la nitrification dans les étangs), avant le traitement tertiaire, devrait être considéré. Dans un tel cas, le traitement tertiaire va non seulement assurer l'enlèvement des MES qui auront réussi à s'échapper des étangs, mais aussi retenir la biomasse en excès détachée du RBGS (ou autre système nitrifiant). Par ailleurs, si une exigence en matière de désinfection est imposée à la sortie de la StaRRE et que le TRH des étangs est insuffisant au débit de conception afin d'obtenir l'abattement de coliformes fécaux recherché, il est toujours possible d'ajouter une désinfection UV qui serait alors prévue après le traitement tertiaire afin de profiter de la transmittance accrue de l'effluent.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier toutes les personnes qui ont collaboré de près ou de loin à la réalisation de ce projet de mise à niveau des étangs de la Ville de Rivière-du-Loup. En particulier, il convient de souligner la vision audacieuse des autorités décisionnelles de la Ville qui ont ouvert la porte toute grande à l'innovation pour sa concrétisation. Sans leur appui indéfectible et leur confiance, le projet tel qu'il a été proposé n'aurait pas pu être réalisé. ●

Références

Desjardins, M.-A., et collab. (2015). « Augmentation de capacité d'étangs aérés par la mise en place d'un étang « complètement mélangé » ou d'un RBGS – Comment concevoir l'étang n° 2 ? ». *Vecteur Environnement*, novembre, p. 38-43.

MELCC (ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques) (2022). *Bilan de performance des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux usées pour l'année 2020*. En ligne : environnement.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/ouvrages-municipaux/bilan-performance-omaeu-2020.pdf.

MELCCFP (2023). *Guide pour l'étude des technologies conventionnelles de traitement des eaux usées d'origine domestique*. En ligne : environnement.gouv.qc.ca/eau/eaux-usees/domestique/index.htm.

Tremblay, M., et collab. (2020). « Enlèvement de la matière organique par les étangs aérés facultatifs au Québec – Facteurs influençant la performance », *Vecteur Environnement*, septembre, p. 46-53.

L'ÉCOFISCALITÉ : UN OUTIL À FORT POTENTIEL



Celles et ceux qui lisent régulièrement les communications de Réseau Environnement ne doivent pas être surpris de nous voir consacrer le dossier thématique de cette édition de *Vecteur Environnement* à l'écofiscalité. En effet, nous sommes en train de construire un chantier sur le sujet depuis plusieurs mois. Ce thème a été traité sur toutes nos plateformes, que ce soit au sein de nos différents secteurs, dans nos mémoires, dans notre infolettre hebdomadaire *À la Une* ou encore pendant *Americana 2023*.



Lors d'*Americana*, nous avons recueilli les idées et les réflexions des participantes et participants sur les prochains jalons à poser en écofiscalité au Québec en organisant des ateliers. Pour en savoir plus sur ces ateliers, lisez notre article aux pages 12 et 13 de ce numéro. En tout, ce sont 47 constats et

recommandations – pour l'ensemble de nos 5 secteurs – qui ont été formulés au cours de ces ateliers et qui ont ensuite été résumés en 6 commentaires principaux. Ces derniers ont été présentés lors du panel passionnant avec Carlos Leitão (ministre des Finances du Québec de 2014 à 2018), Nicolas Marceau (ministre des Finances du Québec de 2012 à 2014), Yves Giroux (directeur parlementaire du budget du Canada) et l'animateur François Delorme, économiste et enseignant à l'Université de Sherbrooke. Il a ainsi été question d'acceptabilité sociale, de coopération internationale et du changement de comportement des consommateurs en reprenant l'exemple du carbone.

Parmi les autres mesures concrètes, notons le financement pour accroître les superficies de biodiversité protégées, les redevances à l'enfouissement des matières résiduelles pour encourager la recherche de débouchés, les subventions à l'achat de véhicules électriques ou encore les redevances sur l'utilisation de l'eau pour permettre de mieux préserver cette ressource. Il n'y a donc aucun doute que l'écofiscalité s'applique à tous les secteurs de l'environnement et qu'elle peut avoir de nombreux effets positifs. Réseau Environnement est convaincu du potentiel de cet outil pour bâtir une économie verte*. Cela donne la liberté aux entrepreneurs d'innover et de trouver des solutions là où il y a des enjeux; il s'agit d'un levier incroyable pour réajuster les décisions.

Vous avez envie de participer à des chantiers d'une telle envergure? Devenez membre de Réseau Environnement dès maintenant pour prendre part à des comités techniques, bénéficier de tarifs préférentiels pour nos événements et recevoir toutes nos communications!

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

Président-directeur général de Réseau Environnement

M. Martin Beaudry

Président du conseil d'administration de Réseau Environnement

* Comme le mentionne l'Institut de la Francophonie pour le développement durable dans son rapport intitulé *Économie verte – Guide pratique pour l'intégration des stratégies de l'économie verte dans les politiques de développement* (2015) : « Une économie verte est un véhicule pour le développement durable. C'est une économie qui se traduit par une amélioration du bien-être humain et de l'équité sociale, tout en réduisant considérablement les risques environnementaux et les pénuries écologiques. »

Webinaires ÉEQ

Réseau Environnement est fier de propulser les rendez-vous de la modernisation d'Éco Entreprises Québec (ÉEQ), une série de webinaires – des séances d'informations et d'échanges – pour l'ensemble des acteurs de la collecte sélective. ÉEQ, ayant récemment été nommé organisme de gestion désigné, a désormais la responsabilité d'élaborer, de mettre en œuvre et de soutenir financièrement le système modernisé de collecte sélective au nom des producteurs visés. Trois webinaires ont déjà été présentés par Réseau Environnement, et un quatrième est prévu en juin. Visionnez les événements passés sur notre site Web, inscrivez-vous gratuitement au prochain et restez à l'affût pour d'autres événements à venir au courant de l'année 2023!

Compétition D2C

La quatrième édition de la compétition d'étude de cas Défi Changements Climatiques (D2C) a eu lieu du 17 au 19 mars 2023 à l'École de technologie supérieure. Neuf équipes – pour un total de 41 participantes et participants – ont défendu leur projet devant un jury de spécialistes en environnement afin de remporter des prix totalisant une valeur de près de 10 000 \$.

Les équipes multidisciplinaires ont travaillé sur un cas concret portant sur la mobilisation de la société québécoise pour l'action climatique. L'équipe gagnante – formée de Thomas Goudreault, Amélie Poirier-Borduas, Jérémie Daoust, Louis Corbeil et Sélène Suet – s'est particulièrement démarquée par l'originalité et l'aspect transversal des actions qu'elle a proposées. Réseau Environnement tient à féliciter une fois de plus l'équipe gagnante, ainsi que toutes les personnes ayant fait de cet événement un succès!

RÉCENTES PRISES DE POSITION DE RÉSEAU ENVIRONNEMENT

Mémoire multisectoriel sur les PFAS et mémoire sur l'objectif pour la qualité de l'eau potable au Canada

Réseau Environnement a réuni un comité de spécialistes afin de répondre aux préoccupations de ses membres à propos de la problématique des substances perfluoroalkylées et polyfluoroalkylées (PFAS). Cela a permis de déposer, au printemps 2023, un mémoire multisectoriel traitant de la problématique des PFAS dans l'eau, les sols et les biosolides destinés à l'épandage. Bien que les sources d'exposition ne proviennent pas principalement de ces milieux, des concentrations importantes de ces substances bioaccumulables potentiellement très nocives y ont été identifiées. Les recommandations principales du mémoire sont les suivantes :

- Réduire les PFAS à la source en adoptant un principe de précaution envers ces contaminants d'intérêt émergent ;
- Identifier les sources de contamination actuelles et les traiter à la source pour éviter que les PFAS ne se répandent ;
- Prendre en compte les différentes sources d'exposition (tels que l'alimentation, les tapis, la poussière, les vêtements, l'eau potable, les cosmétiques et les biosolides) et travailler activement à réduire la présence de PFAS dans ces éléments.

En ce qui a trait plus spécifiquement à la présence de PFAS dans l'eau potable, Réseau Environnement salue l'initiative de Santé Canada de mettre en place un objectif de 30 ng/l, proposition ayant été soumise lors d'une consultation publique au printemps 2023. Réseau Environnement a d'ailleurs déposé un mémoire sur cette problématique afin d'élaborer des recommandations sur les méthodes d'analyse et sur les impacts de la mise en place d'un tel objectif.

Mémoires des consultations prébudgétaires des gouvernements du Québec et du Canada : l'année de l'or bleu

Réseau Environnement a fait entendre la voix de ses membres en déposant en février dernier un mémoire portant sur l'eau. Souhaitant faire de 2023 l'année de l'or bleu, l'association a soumis plusieurs recommandations dans le but de cultiver l'excellence en gestion de l'eau. En voici quelques exemples :

- Revoir le financement des villes et municipalités québécoises afin que leur capacité d'investissement en infrastructures reflète leurs responsabilités en la matière ;
- Revoir le mode d'attribution des contrats de service professionnels par les municipalités québécoises en favorisant une sélection basée sur la compétence (SBC) tenant compte de critères techniques adaptés selon la nature des projets et leur complexité ;
- Établir et financer une Agence canadienne de l'eau indépendante et amorcer la mise en œuvre des recommandations présentées dans le Plan d'action 2020-2030 pour la protection des Grands Lacs et du Saint-Laurent grâce à un financement fédéral minimal d'un milliard de dollars sur cinq ans ;
- Réviser à la hausse le montant de la redevance sur l'eau au Québec, accroître la divulgation des données sur les volumes d'eau prélevés, et diffuser annuellement des données sur les projets auxquels les sommes de ces redevances sont allouées.

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

Americana

Forum sur l'environnement et Salon international
des technologies environnementales

Un grand retour en personne réussi!

Du 20 au 22 mars dernier, au Palais des congrès de Montréal, a eu lieu Americana, l'un des plus grands événements en environnement en Amérique du Nord : plus de 2 500 personnes y ont participé ; près de 100 conférences, panels et ateliers ont été présentés avec des spécialistes du secteur environnemental ; plus de 180 exposantes et exposants québécois, canadiens et internationaux étaient également présents. Plusieurs invités d'honneur ont permis à cet événement de rayonner et d'agir comme point de rencontre pour des milliers de passionnés de l'environnement.

Au cours de ces trois jours de conférences et de panels, de nombreux sujets d'actualité ont été abordés, tels que la gestion des contaminants émergents (PFAS), le gaspillage alimentaire, l'économie circulaire, l'écofiscalité, l'innovation technologique, la carboneutralité et la protection des océans.

Plusieurs conférencières et conférenciers de marque étaient présents. Parmi ceux-ci, soulignons :



- ▶ Benoît Charrette, ministre de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs ;
- ▶ Laure Waridel, écologiste et cofondatrice d'Équiterre ;
- ▶ L'honorable Steven Guilbeault, ministre de l'Environnement du Canada ;
- ▶ Karl Blackburn, président et chef de la direction, Conseil du patronat du Québec ;
- ▶ Carlos Leitão, ancien ministre des Finances du Québec (2014-2018) ;
- ▶ Nicolas Marceau, ancien ministre des Finances du Québec (2012-2014) ;
- ▶ Yves Giroux, directeur parlementaire du budget du Canada ;
- ▶ Jérôme Dupras, professeur au Département des sciences naturelles de l'Université du Québec en Outaouais, titulaire de la Chaire de recherche du Canada en économie écologique et membre fondateur des Cowboys Fringants.

Le réseautage a également occupé une place centrale pendant toute la durée de l'événement ; plusieurs pauses ainsi que deux cocktails étaient prévus à cet effet. Ces nombreuses occasions ont permis aux exposants de créer des liens forts avec d'autres entreprises offrant des biens et des services connexes, ainsi qu'avec les visiteuses et visiteurs présents dans le grand salon d'exposition.



Photos : Mélanie Oimstead Photographie

Distinctions

ÉDITION 2023

Retour sur la cérémonie des Distinctions

Présentée lors d'Americana, la grande cérémonie annuelle des prix Distinctions a eu lieu le 21 mars 2023. Ces derniers visent à reconnaître l'excellence et le savoir-faire québécois en matière d'environnement, en soulignant le dévouement et le travail des membres de Réseau Environnement.

LAURÉATES ET LAURÉATS 2023

Cette année, 13 prix ont été remis lors de la cérémonie :

- ▶ **Distinction secteur Eau** : Dominic Frigon;
- ▶ **Distinction secteur Matières résiduelles** : Société Laurentides – CNETE;
- ▶ **Distinction secteur Biodiversité** : Hugo Thibaudeau Robitaille;
- ▶ **Distinction secteur Sols et Eaux souterraines** : Groupe C. Laganière;
- ▶ **Distinction secteur Air, Changements climatiques et Énergie** : Mustapha Ouyed;
- ▶ **Distinction Femmes en environnement** : Groupe C. Laganière;
- ▶ **Distinction Cœur vert (remise par EnviroCompétences)** : Groupe C. Laganière;
- ▶ **Distinction Bénévole de l'année** : Virginie McMurray Beaulieu;
- ▶ **Distinction Relève** : Simon Meunier;
- ▶ **Distinction Vecteur Environnement – Meilleur article technique/scientifique** : Maryem Mansour et Dominique Claveau-Mallet;
- ▶ **Distinction Carrières** : Jean Halde.

En complément de nos prix Distinctions, deux autres prix de reconnaissance ont été remis lors d'Americana 2023 :



- ▶ La distinction William D. Hatfield – décerné aux exploitants de stations d'épuration des eaux usées pour leurs performances et leur professionnalisme exceptionnels – a été remise par la Water Environment Federation à Mme Geneviève Pigeon;
- ▶ La distinction George Warren Fuller – décerné aux membres sélectionnés des sections respectives pour leurs services distingués dans le domaine de l'approvisionnement en eau – a été remise par l'American Water Works Association à M. Éric Desbiens.

Nous remercions nos membres pour leur engagement dans la cause environnementale, et félicitons une fois de plus tous les lauréates et lauréats!



Valorisation des matières résiduelles

Quand l'excellence devient le standard de l'industrie



PAR GRÉGORY MATTIOLI
Président, Expert Process
info@expert-process.com

Portées par une récente prise de conscience collective concernant la valeur de nos matières résiduelles, considérées aujourd'hui comme une ressource, les industries canadiennes doivent désormais composer avec les initiatives et les réglementations favorisant la création d'une économie circulaire forte et durable. Plus que jamais, l'innovation est l'élément central du développement de stratégies de récupération et de recyclage performantes.

Expert Process, fournisseur québécois des technologies européennes de tri optique Pellenc ST, accompagne les centres de tri, les conditionneurs, les recycleurs de même que les producteurs tout au long de leur projet : de la définition de leurs procédés à la création des cahiers des charges, en passant par la gestion de la fabrication ainsi que l'installation des équipements, et ce, jusqu'à l'atteinte des cibles de performance visées!

Répondre aux besoins d'une industrie en évolution

Face à l'augmentation du volume et de la complexité des flux de matières résiduelles, les centres de tri sont confrontés à la nécessité de se moderniser et de s'équiper de technologies de pointe capables d'offrir de meilleures performances sur les plans tant du captage des matières que de la qualité de la matière triée.

Pellenc ST offre par ailleurs l'une des seules technologies de tri optique qui, avec son option « Profil Détection », est en mesure de détecter efficacement les objets noirs qu'on retrouve en grande quantité dans les rejets des centres de tri, et ainsi de garantir leur captage et leur recyclage. L'an dernier, Expert Process a vendu 15 de ces trieurs optiques de nouvelle génération. Grâce à des partenariats nationaux ambitieux, l'entreprise espère étendre ses solutions de gestion des matières résiduelles à l'ensemble du Canada.

Dans le contexte actuel, les opérateurs de centres de tri veulent investir dans des équipements évolutifs et, surtout, réduire leur



dépendance au tri manuel des matières résiduelles. Ils exigent également d'avoir accès à des données précieuses qui les aident à réduire les temps d'arrêt et à augmenter la qualité et les performances de leurs lignes de tri. La collecte et le traitement de données font donc partie des performances des centres de tri. C'est pourquoi Expert Process offre l'application *Smart & Share*. Cet outil, qui permet l'analyse permanente des données des trieurs optiques, fournit des alertes intelligentes et des rapports personnalisés assurant aux entreprises une meilleure disponibilité ainsi qu'une qualité de tri optimale.

Des solutions intelligentes et connectées

Le défi est de fournir des solutions qui répondent à la fois aux nouvelles normes du marché, mais aussi aux enjeux de performance inhérents aux opérations de l'industrie du recyclage. Les gammes Mistral+ CONNECT et COMPACT+ sont les deux solutions de tri conçues par Pellenc ST pour assister les opérateurs dans la modernisation de leurs infrastructures de tri et de conditionnement.

Mistral+ CONNECT

Certifiée UL et CSA, Mistral+ CONNECT est une solution tout-en-un qui combine un convoyeur rapide (vitesse de 4,5 m par seconde)

à un système de détection et à un caisson de réception. Conçue comme un système ergonomique complet, la machine offre un accès sûr et facile aux opérateurs. Équipée de technologies de détection de dernière génération, elle se distingue par ses performances de tri inégalées. Le nouveau système « FLOW Détection » comporte un spectromètre amélioré qui couvre un spectre NIR/VIS étendu ainsi qu'un éclairage focalisé.

COMPACT+

La gamme COMPACT+ a été spécialement conçue pour les intégrations complexes et les projets de mise à niveau. Elle partage la dernière technologie de tri avancée avec le Mistral+ CONNECT, et offre les mêmes niveaux de performance élevés. Elle est particulièrement adaptée aux installations où l'espace et l'accès sont limités. Avec l'option de décalage de l'armoire de commande et la possibilité d'un assemblage modulaire des machines sur site, la gamme COMPACT+ est la solution idéale pour une mise à niveau rapide et facile.

Plateforme logicielle CNS

Les gammes Mistral+ CONNECT et COMPACT+ bénéficient toutes deux de la plateforme logicielle CNS (*Central Nervous System*). Les opérateurs pourront intégrer les futures technologies telles que l'Internet des objets industriel (IIoT), le filigrane et l'intelligence artificielle sous la forme de mises à niveau. En d'autres termes, si dans quelques années Pellenc ST sort une nouvelle technologie, il sera possible pour les industries de simplement mettre à niveau leur machine actuelle plutôt que de renouveler complètement ou en partie leur parc d'équipements de détection!

Une technologie polyvalente

L'une des forces du tri optique est sa capacité à s'adapter à toutes sortes de contextes opérationnels tout en maintenant sa qualité et sa performance. Il sera d'ailleurs possible d'en voir un exemple concret dans les prochaines semaines, considérant la mise en exploitation d'une toute nouvelle ligne de tri séquentiel au centre de tri de la Régie intermunicipale de traitement des matières résiduelles de la Gaspésie, située à Grande-Rivière. Le trieur optique intégré au sein d'une boucle de tri autonome permettra de séparer toutes les catégories de matières exigeant une séparation manuelle minimale, tout en respectant les critères de pureté exigés des recycleurs. Outre l'automatisation du système qui offre une marge de manœuvre par rapport à la main-d'œuvre, ce nouveau procédé a une très faible empreinte au sol et permet d'exercer une traçabilité des matières. De plus, sa programmation peut être modifiée en tout temps pour produire une nouvelle catégorie de matières sans nécessiter l'ajout ou la formation de personnel. Ce nouveau procédé séquentiel est idéal pour des sites isolés ou insulaires, ou encore pour des activités de caractérisation.

Nouvelles normes de l'industrie du recyclage

En réponse aux nouvelles exigences canadiennes quant à l'étiquetage et à la recyclabilité des contenants et des emballages,

les producteurs doivent adapter les biens qu'ils mettent en marché. Une bonne façon d'y parvenir est de commander une analyse de la recyclabilité des contenants et des emballages. Cette analyse permet notamment aux équipes de conception et de développement de déterminer rapidement et à l'avance si leurs produits sont compatibles et s'ils peuvent être triés, conditionnés et recyclés adéquatement et, au besoin, revoir certains critères de conception.

Savoir investir dans l'innovation !

Ici comme ailleurs, l'industrie du recyclage est en pleine mutation. Les stratégies innovantes se multiplient pour participer à cette économie circulaire que tous souhaitent forte et pérenne. Bien plus que des déchets, les matières résiduelles sont une véritable mine d'or à exploiter et à revaloriser. C'est en investissant dans des technologies de pointe, telles que les équipements Pellenc ST proposés par Expert Process, que l'industrie des matières résiduelles pourra véritablement démontrer son engagement tout en s'assurant d'avoir des procédés performants et optimaux, et ce, afin d'atteindre rien de moins que l'excellence! ●

*Photo de la page 52 : Centre de tri en cours d'installation en Europe.
Source : Pellenc ST.*



Rencontre avec Éric Desbiens

Lauréat de la distinction Georges Warren Fuller



PAR ANNE-MARIE NANTEL
Coordonnatrice adjointe au secteur Eau,
Réseau Environnement

Éric Desbiens, chef de la Division de l'eau potable de la Ville de Saint-Jean-sur-Richelieu, s'est vu remettre le prix Georges Warren Fuller de l'American Water Works Association (AWWA) lors d'Americana 2023. Ce prix lui a été attribué pour sa grande implication et son travail pour l'optimisation constante des procédés. Tour d'horizon de son parcours, de ses expériences et de ses impressions.

Vous avez récemment reçu la distinction Georges Warren Fuller. Pouvez-vous nous dire quelques mots sur ce que vous avez ressenti à la suite de cet événement ?

Il y a d'abord eu l'effet de surprise, par rapport au fait que l'équipe de Réseau Environnement pense à moi pour cette distinction. Par la suite, j'ai été envahi par un sentiment de fierté, car je suis très heureux du travail accompli au cours des 33 dernières années avec l'équipe de la Ville de Saint-Jean-sur-Richelieu.

Vous avez consacré votre carrière au domaine de l'eau. Qu'est-ce qui vous a amené à vous intéresser à ce domaine ? Quel est votre parcours professionnel ?

C'est un concours de circonstances. Ayant arrêté l'école à un jeune âge, je voulais retourner aux études. L'oncle d'un ami qui

« Par la suite, j'ai été envahi par un sentiment de fierté, car je suis très heureux du travail accompli au cours des 33 dernières années avec l'équipe de la Ville de Saint-Jean-sur-Richelieu. »



travaillait pour la Division de l'eau de la Ville de Roberval m'a transmis des informations sur les différentes perspectives de carrière dans le traitement de l'eau. C'est un domaine manuel et très concret, donc cela m'intéressait. Je me suis alors inscrit au cégep de Saint-Laurent pour obtenir mon DEC en traitement de l'eau.

Après mes études, j'ai travaillé durant six mois chez Aquatech, sous la supervision d'André Marsan, puis j'ai été employé pendant un an à la Ville de Granby, où Victor Roy était gestionnaire. J'ai ensuite abouti à la Ville de Saint-Jean-sur-Richelieu, où j'ai travaillé durant 33 ans et où j'ai côtoyé Guy Despaties pendant six mois. J'ai été technicien, contremaître, surintendant et chef de division. J'ai été privilégié de pouvoir observer et échanger avec les trois professionnels de l'eau mentionnés précédemment qui m'ont apporté beaucoup sur les plans de la technique et de la confiance.

Parlez-nous des projets auxquels vous avez contribué. Lesquels vous rendent le plus fier ?

Plusieurs projets m'ont tenu à cœur, mais le plus important et le plus risqué a été la rénovation complète de l'usine de filtration du secteur Iberville. Datant de 1958, elle avait un débit nominal

de 8 600 m³/d que nous avons porté à 30 000 m³/d, et ce, presque sans coulées de béton. Les rénovations représentaient un gros défi, car la demande en eau restait la même. Une usine temporaire a dû être installée sur le site pour pallier l'arrêt de la moitié de l'usine originale. Ce projet complexe et plein de défis a été réalisé dans les temps et en respectant le budget.

Il y a aussi eu trois projets liés aux réserves d'eau potable : deux rénovations (41, rue Richelieu – 15 500 m³; Landry – 12 500 m³) et une construction (Renfort – 18 500 m³). Bref, après 26 années de projets, les deux usines de filtration et leur réseau de distribution n'auront probablement pas besoin d'augmentation de capacité pour au moins 30 ans. Je suis très fier des accomplissements réalisés!

Vous avez été très impliqué au sein de Réseau Environnement dans le secteur de l'eau. Concrètement, qu'est-ce que cela vous apporte sur les plans professionnel et personnel ?

Mon implication chez Réseau Environnement me permet de faire des rencontres avec de nombreux spécialistes qui ont des connaissances auxquelles je n'aurais pas eu accès en restant dans mon écosystème local. Cette source d'informations sert souvent de fondement aux prises de décisions qui provoquent des changements importants dans nos filières de traitement et dans nos projets d'amélioration. Les rencontres et les échanges nous permettent d'avancer et de nous améliorer ensemble.

Pouvez-vous décrire les enjeux qui vous tiennent à cœur dans le secteur de l'eau ainsi que les objectifs que vous vous fixez ?

Le premier – celui qui me tient le plus à cœur – est l'étanchéité des réseaux pour éviter le gaspillage d'eau potable. Cet enjeu est en lien avec le Bilan d'économie d'eau potable, mais aussi avec une rencontre professionnelle faite en 2003 avec M. Hubert Demard. L'impact de ce dernier a été très important pour moi et pour la connexion entre les usines de filtration de ma ville et les réseaux de distribution afin de former un tout. Lorsque le premier bilan est arrivé en 2012, nous avons déjà beaucoup avancé ce dossier.

La cerise sur le gâteau est arrivée l'été passé quand nous avons travaillé avec Pure Technologies pour faire une inspection électromagnétique de la conduite principale du réseau du secteur Saint-Jean sur 3,4 kilomètres. Le rapport de l'inspection a confirmé que cette conduite datant de 1966 était en parfait état structural et n'avait pas de fuite. Sa durée de vie est envisageable pour les 50 prochaines années. C'est formidable, car cela nous permet d'investir ailleurs. De plus, lors du passage du PipeDiver® (une technologie d'inspection des canalisations d'eau), il y avait 15 vannes à fermer pour créer un tunnel du point d'insertion de l'outil jusqu'au sas d'extraction. Nous devions aussi respecter une vitesse pour que l'outil soit performant. Un incroyable travail de coordination entre Pure Technologies ainsi que les équipes d'aqueduc et de production d'eau de la Ville a rendu l'inspection possible.

Le deuxième enjeu est la rénovation des réservoirs d'eau, et plus particulièrement l'aspect qui facilite l'entretien. Plusieurs modifications ont été effectuées afin de rendre la maintenance plus facile, efficace et sécuritaire.

Que diriez-vous aux jeunes pour les convaincre de venir travailler dans le secteur de l'eau ?

Je leur dirais qu'il s'agit d'un milieu dynamique. C'est possible d'améliorer les filières de traitement, d'optimiser la gestion, de participer à des projets techniques de haut niveau et de bien gagner sa vie. De plus, produire de l'eau de qualité qui est utilisée chaque jour par des milliers de personnes est une source de motivation inépuisable.

Avez-vous un ou des conseils pour les jeunes professionnels qui débutent dans le domaine de l'eau ?

Les principaux conseils que je peux donner aux futurs spécialistes de l'eau sont d'observer, de se faire une tête, d'expérimenter, de s'informer, d'utiliser la méthode d'apprentissage par essais et erreurs, et de partager leurs connaissances! ●

System O
NOUVELLE GÉNÉRATION ENVIRONNEMENT SEPTIC

Traitement des eaux usées autonome

- Sans électricité
- Aucune pièce mécanique
- Média filtrant permanent

DBO EXPERT
Traité avec soin

Rencontre avec Geneviève Pigeon Lauréate de la distinction William D. Hatfield



PAR ANNE-MARIE NANTEL
Coordonnatrice adjointe au secteur Eau,
Réseau Environnement

Geneviève Pigeon, gestionnaire en environnement à la Division des eaux de la Ville de Rivière-du-Loup, a reçu le prix William D. Hatfield de la Water Environment Federation (WEF) lors d'Americana 2023. Cette récompense lui a été remise pour sa grande implication et sa contribution au succès de nombreux programmes d'excellence de Réseau Environnement. Tour d'horizon de son parcours, de ses expériences et de ses impressions.

En mars dernier, la distinction William D. Hatfield vous a été remise. Pouvez-vous nous dire quelques mots sur ce que vous avez ressenti à la suite de cet événement ?

C'est une grande fierté ! Ça fait plusieurs années que je suis bénévole pour Réseau Environnement. C'est un honneur de recevoir cette distinction qui est, selon moi, l'une des plus belles qui est remise par la WEF.

Votre carrière a été consacrée au domaine de l'eau. Comment avez-vous découvert votre intérêt pour ce domaine ? Quel est votre parcours professionnel ?

Tout d'abord, je suis native du Bas-Saint-Laurent et, dès mon jeune âge, je naviguais sur des voiliers avec mes parents. J'ai également fait mes études universitaires dans cette région, soit un baccalauréat en biologie ainsi qu'une maîtrise en gestion de projets. L'environnement, la préservation de la nature et la communion avec l'eau, ça a toujours été très important pour moi. Au début de ma carrière, j'ai travaillé dans le domaine de l'océanographie, pour ensuite me diriger vers le secteur du traitement de l'eau. Globalement, l'eau que l'on boit vient de quelque part, et ce que l'on doit rejeter dans l'environnement doit être sain pour la biodiversité ; c'est un tout. Mon arrivée dans le domaine de l'eau est due à la conscience de cela, et à l'envie d'innover et de toujours faire mieux avec ce que l'on a.



Quels ont été les plus grands défis que vous avez eu à relever tout au long de votre parcours ?

Être une femme en environnement et une mère de famille peut parfois représenter un défi. J'ai dû conjuguer mon travail, mes études universitaires à la maîtrise ainsi que ma vie de famille avec mes trois adolescents, eux aussi aux études. Dans ces moments, il y a peu d'heures de repos dans une journée. Pour moi, concilier tout cela et réussir m'a procuré un grand sentiment d'accomplissement.

Parlez-nous des projets auxquels vous avez contribué. Lesquels vous rendent le plus fier ?

En ce qui concerne le traitement des eaux usées, j'ai mis en place un projet d'augmentation de capacité des étangs aérés avec un décanteur Actiflo en traitement tertiaire (voir l'article technique qui traite de ce sujet aux pages 42 à 47). Il s'agit d'un projet d'innovation auquel j'ai longuement réfléchi depuis 2009. Au fur et à mesure du temps, j'ai suggéré le concept à mes supérieurs et aux élus pour finalement en arriver à un projet qui

est maintenant réalisé et rentable. Il s'agit d'une innovation qui peut être une voie d'avenir pour les municipalités du Québec qui ont des étangs aérés. C'est une belle réalisation dont je suis très fière.

Depuis plusieurs années, vous êtes très impliquée au sein de Réseau Environnement dans le secteur de l'eau. Concrètement, quels bénéfices en tirez-vous sur les plans professionnel et personnel ?

Mon implication au sein de l'organisation remonte à plus de 14 ans. Au départ, ma participation était plus modeste qu'aujourd'hui. La première année, j'étais membre du comité directeur de la région du Bas-Saint-Laurent. Quelques mois plus tard, j'ai été nommée présidente de ce comité régional. De facto, cela m'ouvrait une porte vers le provincial à Montréal. Depuis 2009, je travaille avec les gens de la permanence et du conseil d'administration. Ce qui est vraiment gratifiant chez Réseau Environnement, ce sont les communautés de pratique durant lesquelles on peut échanger entre municipalités pour s'aider dans la résolution de problèmes, souligner les pièges à éviter, partager nos bons coups, etc. Bref, nous sommes tous ensemble pour échanger et nous améliorer.

Quels sont les enjeux qui vous tiennent à cœur dans le secteur de l'eau ? Quels sont les objectifs que vous vous fixez ?

Tout d'abord, la priorité numéro un pour moi c'est la protection des ressources en eau. Avec les changements climatiques, on commence à voir la diminution de l'alimentation en eau potable. Avant, on le voyait dans les pays moins industrialisés et, maintenant, on commence à l'observer en Amérique du Nord, notamment en Californie, et même dans les provinces canadiennes. Une usine peut être capable de traiter à plein régime ; s'il n'y a pas assez d'alimentation en eau, elle ne sera pas en mesure de subvenir aux besoins de sa population. Nous devons penser à des solutions de rechange, peut-être même au recyclage de l'eau. Il y a de grands défis pour le futur.

Ensuite, comme deuxième et troisième enjeux, je dirais le maintien de la qualité de l'eau après le traitement ainsi que les performances. Concernant ce dernier enjeu, le petit côté innovant en moi me pousse à me demander : comment peut-on faire mieux avec le moins possible ; comment peut-on améliorer une situation ? Ça fait partie de ce que je suis.

Que diriez-vous aux jeunes pour leur donner envie de se diriger vers le secteur de l'eau ?

Produire de l'eau potable, c'est gratifiant et on se sent drôlement important. L'eau est universelle, elle atteint tout le monde et est requise pour de nombreux usages et dans plusieurs milieux. Toute la satisfaction que l'on ressent en rendant cette ressource accessible, c'est une grande récompense. De plus, le maintien de l'environnement et la réhabilitation environnementale, c'est essentiel pour laisser un legs à nos enfants. Il faut commencer dès aujourd'hui ; on en a beaucoup parlé et, maintenant, il faut passer à l'action.

Quels conseils pourriez-vous donner aux jeunes professionnels qui débutent dans le domaine de l'eau ?

Je leur dirais d'être curieux et d'avoir le sens du dépassement. Il ne faut pas avoir peur d'oser l'innovation. Souvent, on va passer pour des hurluberlus, mais innover en respectant les clauses actuelles, c'est faisable. L'innovation a bien servi plusieurs villes au Québec. Soyez créatifs! ●

« Je leur dirais d'être curieux et d'avoir le sens du dépassement. Il ne faut pas avoir peur d'oser l'innovation. [...] Soyez créatifs! »



DES SOLUTIONS VRAIMENT VERTES

Les ultrasons de Pulsar 4000™

- Contrôlent la croissance des algues
- Limitent la production de NH₃
- Réduisent la toxicité de l'effluent
- Améliorent la qualité de l'effluent (NH₃, MES, DBO)
- Réduisent vos coûts de traitement, et vos soucis

TRAITEMENTS
BIOBAC

Distribué par Les Traitements Bio-Bac inc.
Tél. : 1 888 564-8911 • biobac.qc.ca

Un produit de WaterIQ Technologies
wateriqtech.com

Rencontre avec Jean-Luc Plante

Nouveau président de la SWANA Québec



PAR SIMON ROUSSEAU
Coordonnateur du secteur Matières
résiduelles, Réseau Environnement

Lors du dernier conseil administratif de la section québécoise de la Solid Waste Association of North America (SWANA Québec), monsieur Jean-Luc Plante – ingénieur et président chez JLPlante Services Conseils – a été élu président. Tour d’horizon de son parcours, de ses expériences et de ses objectifs.

Votre carrière est axée sur l’environnement et la gestion des matières résiduelles. Qu’est-ce qui vous a amené à vous intéresser à ce domaine? Quel est votre parcours professionnel?

D’abord, j’ai fait des études en génie chimique à l’Université de Sherbrooke et je suis membre de l’Ordre des ingénieurs depuis 1988. Cela fait maintenant 35 ans que je travaille au sein de diverses entreprises axées sur la protection de l’environnement. J’ai notamment développé et mis en œuvre un système de gestion de l’environnement chez Kraft Foods Group, réduisant de 48 % la quantité de déchets solides envoyés à l’enfouissement et augmentant le taux de recyclage de 28 % à 65 %. J’ai aussi été responsable des programmes de qualité, de l’environnement et des mesures d’urgence chez Uniboard Canada, j’ai établi les plans stratégiques en environnement et en santé-sécurité chez Sanimax, pour ensuite occuper un poste de vice-président dans le but d’optimiser l’efficacité et la performance de la collecte sélective au Québec chez Éco Entreprises Québec (ÉEQ). Finalement, c’est en 2017 que j’ai fondé JLPlante Services Conseils qui a pour mission de soutenir et d’accompagner les entreprises qui visent à accroître leur efficacité environnementale dans les domaines de l’eau (potable et usée), de l’air (gaz à effet de serre et odeurs), des matières résiduelles (recyclage, biométhanisation, compostage et valorisation énergétique) ainsi que de la conformité réglementaire.

Parlez-nous des projets auxquels vous avez contribué. Lesquels vous rendent le plus fier?

Chez Kraft Foods Group, Sanimax et ÉEQ, il s’agissait de développer un nouveau poste et d’établir les bases pour une



nouvelle structure et un mode de gestion. Ces expériences étaient très stimulantes, car il s’agissait d’avancer en territoire inconnu. C’est là qu’une approche structurée a permis de franchir chaque étape de développement avec succès. L’élaboration d’une vision et d’une mission, la réalisation de plans d’action et l’identification d’indicateurs de performance sont tous des éléments essentiels à la mise en place d’un système de gestion efficace. Dans tous les cas, la rigueur est un facteur transversal primordial. J’y ai consacré beaucoup de mon temps.

De plus, chez Uniboard, j’ai pris en charge la gestion de la fermeture d’un site d’enfouissement. C’était un projet d’envergure – de 1,6 million de dollars – qui s’effectuait sur une courte période. Bien sûr, chaque jour avait son lot d’imprévus à gérer. Cela a été une période assez intense, mais des plus enrichissantes et gratifiantes sur le plan professionnel.

Quels sont les objectifs que vous vous fixez en tant que président de la SWANA Québec?

Devant les constats émis par le BAPE lors des récentes audiences publiques, le Québec se doit de réagir. En fait, à mon avis, il est là le problème : le Québec ne doit pas réagir, mais plutôt agir. C’est dans ce sens que j’aimerais que la SWANA Québec puisse contribuer à la diffusion du savoir-faire et de l’innovation d’ici et

d'au-delà de nos frontières en matière de gestion des matières résiduelles pour s'attaquer aux problèmes d'aujourd'hui et prévenir ceux de demain qui, j'espère, n'auront pas à voir le jour.

Il y a de nouveaux visages au sein du conseil administratif de la SWANA Québec, n'est-ce pas ?

En effet, deux nouvelles administratrices se joignent à nous. Anne-Marie Hallé, directrice aux affaires publiques de la Division Québec chez Enviro Connexions, a été élue vice-présidente et représentante internationale de la SWANA Québec. Son expérience en positionnement stratégique, en gestion d'enjeux, en communication marketing et en relation avec les collectivités sera un atout pour l'organisation. S'ajoute aussi Nathalie Drapeau, directrice générale de la Régie intermunicipale de traitement des matières résiduelles de la Gaspésie, qui est reconnue par l'ensemble de ses pairs dans le secteur des matières résiduelles en raison de son expérience, de son implication et de sa personnalité.

Je suis très heureux de pouvoir compter sur cette équipe pour faire rayonner la SWANA Québec en organisant des activités, des webinaires et des formations.

Auriez-vous un mot de la fin ?

J'aimerais remercier mon prédécesseur, Michel Binette, pour son implication dans l'organisation au cours des dernières années.

Sous sa présidence, la SWANA Québec a organisé deux webinaires gratuits, un portant sur l'innovation dans la gestion des matières résiduelles dans les lieux d'enfouissement technique (présenté par Complexe Enviro Connexions) et l'autre sur l'acceptabilité sociale (présenté par SNC-Lavalin). De plus, en tant que représentant international, il a su entretenir de bonnes relations avec les autres sections en Amérique du Nord, notamment en siégeant au *advisory board* et en participant à la WASTECON 2021 à Orlando. Selon moi, le plus grand accomplissement de Michel Binette a été de faire traduire en français l'infolettre hebdomadaire de la SWANA intitulée *Safety First*. Il a démocratisé cette infolettre pour les francophones partout à travers l'Amérique du Nord, et particulièrement pour celles et ceux du Québec. ●

QUOI DE NEUF À LA SWANA QUÉBEC ?

La SWANA Québec vise l'avancement et l'amélioration des pratiques en gestion des matières résiduelles dans les secteurs public et privé au Québec. Pour ce faire, elle est à la recherche de partenaires afin de présenter – lors d'un webinaire – un sujet en lien avec la gestion des matières résiduelles et en accord avec les valeurs de l'organisation afin d'outiller ses membres. Si cette tribune vous intéresse, soumettez-nous vos idées à l'adresse suivante : srousseau@reseau-environnement.com!



Québec sans gaspillage

Du lunch de la petite dernière

au compost.

Facile comme ça.

Votre gouvernement

RECYC-QUÉBEC Québec

QR code: Pour découvrir tout ce qui se composte, visez ce code QR avec la caméra de votre téléphone intelligent.

Réensauvagement : conditions gagnantes identifiées

Une nouvelle méta-analyse de l'Université d'Oxford s'est penchée sur près de 300 tentatives de réensauvagement ayant eu lieu entre 2007 et 2021 pour en dégager des tendances et identifier les meilleures pratiques pour augmenter les chances de succès dans le futur. Globalement, ces tentatives de réensauvagement d'animaux sauvages dans des milieux naturels (*rewilding* en anglais) ont eu du succès dans les deux tiers des cas. Un accent particulier est mis sur le réensauvagement des grands carnivores en raison de leur rôle crucial dans les écosystèmes et de leur vulnérabilité en tant qu'espèces souvent menacées. Ces tentatives visaient notamment des ocelots, des guépards, des hyènes, des chiens et des loups. L'un des constats majeurs est que les animaux qui ont le temps de s'acclimater à leur nouvel environnement (une réintroduction dite « douce ») ont vu leurs chances de survie multipliées par 2,5. (*Futura*, 25 mars 2023)



© F. Muhammad, Pixabay



© Angle Agostino, Pixabay

Fonte de l'Antarctique : des impacts pendant des siècles

Une nouvelle modélisation de l'impact de la fonte des glaces, publiée dans la revue *Nature*, montre l'impact majeur que pourrait avoir une fonte rapide des glaces de l'Antarctique sur les courants marins en eaux profondes. Ce changement est causé par la fonte plus rapide des glaces qui vient perturber la densité et le taux de sel des courants marins profonds quittant l'Antarctique en direction des océans Indien, Atlantique et Pacifique. Ce changement, qui peut sembler banal à première vue, ne l'est aucunement puisque ces courants sont responsables de la diffusion de l'oxygène et des nutriments dans l'océan, et agit ainsi comme un poumon pour les écosystèmes marins. Les courants dans les profondeurs des océans pourraient ainsi chuter de 40 % d'ici 2050, piégeant ainsi une bonne quantité de nutriments essentiels à de grandes profondeurs, ce qui aurait un impact considérable sur de nombreux écosystèmes. (*La Presse*, 30 mars 2023)

Des croûtes de plastique formées dans le roc au large du Brésil

Sur l'île de Trindade, à quelque 1 200 km des côtes du Brésil, de récentes recherches ont révélé la formation de croûtes de plastique à même le roc. Ce serait une première pour un endroit aussi isolé, selon Fernanda Avelar Santos, géologue et chercheuse principale de l'étude. Cette île – qu'elle qualifie de paradisiaque – est l'une des plus isolées au monde et n'est accessible qu'aux scientifiques et aux militaires en raison de son statut de sanctuaire pour espèces menacées. La pollution marine est pointée du doigt dans ce phénomène nouveau, où des particules de plastique s'incrustent et s'accumulent à travers les minéraux naturellement présents dans la composition des rochers. La chercheuse en conclut que les êtres humains peuvent maintenant être considérés comme des « agents géologiques » en raison de leur impact sur des procédés autrefois naturels, comme la formation des roches, un symbole fort – selon elle – de l'anthropocène. (*Le Devoir*, 21 mars 2023)



© Luiza Braun, Unsplash

Intelligence artificielle : les canicules bientôt prédites des semaines à l'avance ?

Une étude publiée dans *Physical Review Fluids* présente une nouvelle manière de prédire les canicules en se basant sur l'apprentissage profond. Les chercheurs français ayant travaillé sur l'étude ont mis au point un modèle qui quantifie les « probabilités de fluctuations rares de la dynamique de la troposphère terrestre turbulente ». À l'aide des caractéristiques de l'écoulement atmosphérique et des conditions d'humidité du sol, ils ont pu évaluer les probabilités qu'une canicule survienne des semaines à l'avance. L'algorithme d'apprentissage devant être nourri pour être efficace, les chercheurs ont utilisé une simulation permettant de générer des données pour 8 000 ans d'évolution climatique. Les résultats de l'étude sont prometteurs lorsque le modèle prédictif basé sur l'intelligence artificielle est utilisé en complément des modèles météorologiques actuels, fondés sur des données réelles. (*Futura*, 4 avril 2023)



© Gerd Altmann, Pixabay

Philosophie du changement climatique : éthique, politique, nature

M. Bourban, L. Broussois et A. Fragnière (dir.) – Vrin – 384 pages

Le changement climatique soulève des questions philosophiques complexes : quelles sont les responsabilités des générations présentes envers les générations futures; quels devoirs de justice les individus et les États ont-ils envers les plus vulnérables aux impacts climatiques; quelles valeurs devraient guider nos actions individuelles et nos choix politiques en matière de changement climatique? Ces questions normatives forment le cœur de la philosophie du changement climatique, un champ de recherche récent – mais en pleine expansion – qui contribue au renouvellement de la philosophie dans un monde qui change rapidement.



Pourquoi je prends ma douche trois minutes de trop? – 14 obstacles au sauvetage de la planète et la solution pour les surmonter

Thierry Ripoll – Sciences Humaines – 312 pages

Un ouvrage incontournable pour comprendre pourquoi l'humain ne veut pas voir la catastrophe qui vient. Nous savons désormais que nos sociétés ne pourront croître indéfiniment, démographiquement et économiquement. Il nous faut donc imaginer une autre société pour ne pas transgresser les limites de la planète. Pourtant, nous ne parvenons pas à faire évoluer nos comportements, sur les plans tant individuel que collectif. Pourquoi?



Fumée bleue : controverse et mobilisation autour des émanations d'une usine de peinture à Cap-Rouge

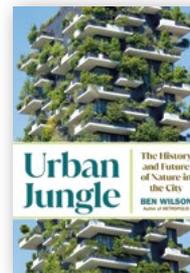
Alice Friser – Presses de l'Université du Québec – 160 pages

À l'heure où tout scandale est rapidement relayé, où des organismes et des fonds sont voués à la santé publique et à l'environnement, une entreprise qui enfreint la loi aux dépens de sa collectivité peut-elle trouver une sortie à son avantage? C'est ce que ce livre propose d'explorer à partir d'une controverse environnementale qui a fait les manchettes au Québec de 2012 à 2019 : l'affaire Anacolor.

Urban Jungle: the History and Future of Nature in the City

Ben Wilson – Doubleday – 304 pages (en anglais)

Les humains prémodernes avaient un lien essentiel avec la nature. Mais quand le jour est venu où l'eau a été acheminée par pipeline et la nourriture transportée depuis des champs lointains, cette relation a été perdue. Aujourd'hui, les zones urbaines constituent l'habitat qui connaît la croissance la plus rapide sur Terre et, dans *Urban Jungle*, Ben Wilson constate que nous reconnaissons enfin que l'ingénierie humaine n'est pas suffisante pour nous protéger des extrêmes climatiques.



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.



JUIN, JUILLET ET AOÛT 2023

QUÉBEC ET CANADA

Hy-fcell Canada 2023

Vancouver (Colombie-Britannique)
5 au 7 juin
messe-stuttgart.de/hy-fcell-canada

Water Canada Summit

Ottawa (Ontario)
7 au 9 juin
watersummit.ca

ACE 2023 (AWWA Annual Conference & Expo)

Toronto (Ontario)
11 au 14 juin
awwa.org/ace

RE3 2023 – De la réhabilitation à la restauration à l'ensauvagement

Québec (Québec)
11 au 15 juin
re3-quebec.org/fr

Les rendez-vous de la modernisation d'Éco Entreprises Québec (propulsés par Réseau Environnement, webinaire n° 4)

En ligne
13 juin
reseau-environnement.com/secteurs/matieres-residuelles/les-rendez-vous-de-la-modernisation-presentes-par-eco-entreprises-quebec

Global Energy Show 2023

Calgary (Alberta)
13 au 15 juin
globalenergyshow.com

ÉTATS-UNIS

A&WMA Conference & Exhibition

Orlando (Floride)
5 au 8 juin
awma.org/ace2023

Electric Vehicle Symposium & Exhibition

Sacramento (Californie)
11 au 14 juin
evs36.com

Ocean Plastic 2023

Houston (Texas)
20 et 21 juin
ami-events.com/event/91828966-029b-4884-919b-b039b373967d/summary

RE+ Mid-Atlantic

Philadelphie (Pennsylvanie)
26 et 27 juillet
sepapower.org/event/re-mid-atlantic

INTERNATIONAL

ENVEX 2023 – 44th International Exhibition for Environmental Technology and Green Energy

Séoul (Corée du Sud)
7 au 9 juin
envex.or.kr/eng/main/index.asp

Plastics Recycling World Expo Europe

Essen (Allemagne)
14 et 15 juin
eu.plasticsrecyclingworldexpo.com

Atmos'Fair 2023

Paris (France)
27 et 28 juin
webs-event.com/fr/event/atmosfair/accueil

Expo Solar 2023

Goyang (Corée du Sud)
27 au 29 juin
exposolar.org/eng/main.asp

E-Waste World Conference & Expo 2023

Francfort (Allemagne)
28 et 29 juin
ewaste-expo.com

Novatech

Lyon (France)
3 au 7 juillet
novatech2023.org/fr

IFAT Africa 2023

Johannesburg (Afrique du Sud)
5 au 7 juillet
ifat-africa.com



ENVIROEMPLOIS

EnviroEmplois le 1er site d'emplois de
l'économie verte du Québec



- ✓ Affichage illimité de vos offres d'emploi
- ✓ Promotion de vos offres d'emploi sur nos réseaux sociaux
- ✓ Plus de 4 000 visiteurs par mois
- ✓ Optimisation de vos recherches auprès de candidats spécialisés dans votre domaine

299.95 \$/an

Des questions ?

Contactez-nous au **514 384-4999 #222** ou
marketing@envirocompetences.org



EnviroEmplois.org

Fier partenaire :



Une initiative :



Les rendez-vous de la modernisation

présentés par

Éco
Entreprises
Québec

**Des webinaires et des ateliers
sur la modernisation de
la collecte sélective : pour faire
de cette période de transition
un succès !**

Consultez notre site web pour
connaître les prochains rendez-vous

propulsés par



Réseau
Environnement