

La revue
des spécialistes de
l'environnement
au Québec

Volume 57 • Numéro 1
Mars 2024

Vecteur Environnement



DOSSIER

ÉBULLITION CLIMATIQUE : RÉFLEXIONS, ACTIONS, SOLUTIONS

- Ébullition climatique : faire le point après l'année 2023
- Bandes riveraines en milieu agricole : À chacun sa bande fête ses 10 ans!
- Infrastructures vertes et maintien des actifs : le défi du legs en aménagement
- Pluies extrêmes et changements climatiques : les réseaux d'égouts sont-ils résilients ?

PUBLIÉE PAR :

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)



CHRONIQUES

Tour d'horizon	42
Relève	44
Innovation	46
AWWA	50
WEF	52
SWANA	54

Vecteur Environnement

est publiée par :

Réseau Environnement

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

Coordonnatrice de publication
Bérénice Serra

Comité de direction

Air, Changements climatiques et Énergie : Bertrand de Pétigny,

Nathalie Oum et Luc Vescovi

AWWA : François Tremblay

Biodiversité : Christine Ouellet

Eau : Caroline Ky et Jean Paquin

Matières résiduelles : Nada Aloui et Jean-Louis Chamard

Relève : Jean-Luc Martel

Sols et Eaux souterraines : Véronique Brissette, André Carange

et Olivier Charbonneau-Charette

SWANA : Jean-Luc Plante

WEF : Yvan Breaute

Avec la collaboration de :

Brice Ammar-Khodja, Coralie Bally, Pierre Bertrand, Yvan Breaute,
Nicolas Fabre, Jessica Laurin Gingras, Auriane Le Gigan, Claude
Marengo, Jean-Luc Martel, Isabelle Martineau, Joey Mitchell, Vincent
Ouellet Jobin, Jean Paquin, Geoffroy Renaud, Marie-Claude Rivet,
Pascale Rouillé, Nour Srour, Agathe Stevenin, Marie Teillot, Matys
Tessier, Luc Vescovi, Daniel Wolfish.

Dossier Ébullition climatique : réflexions, actions, solutions

ÉBULLITION CLIMATIQUE	6
Faire le point après l'année 2023	
BANDES RIVERAINES EN MILIEU AGRICOLE	12
À chacun sa bande fête ses 10 ans!	
INFRASTRUCTURES VERTES ET MAINTIEN DES ACTIFS	16
Le défi du legs en aménagement	
PLUIES EXTRÊMES ET CHANGEMENTS CLIMATIQUES	18
Les réseaux d'égouts sont-ils résilients?	
ENTREVUE	20
Entretien avec M. Daniel Wolfish	
Mise en place de l'Agence canadienne de l'eau	
MATIÈRES RÉSIDUELLES	22
Éco Entreprises Québec	
De nombreux défis pour 2024	
AIR, CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET ÉNERGIE	24
Adaptation aux changements climatiques	
Les villes et municipalités en première ligne	
SOLS ET EAUX SOUTERRAINES	26
Sols contaminés	
Que faire avec des composés organiques non extractibles?	
BIODIVERSITÉ	28
Espèces aquatiques envahissantes	
Leurs conséquences sur la biodiversité	
ARTICLE SCIENTIFIQUE	30
Potentiel de séquestration du carbone	
Étude des lots appartenant au MTMD	
ARTICLE TECHNIQUE	36
Érosion des berges du Saint-Laurent fluvial	
Une perte nette définitive d'écosystèmes riverains	

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

CONSEIL D'ADMINISTRATION DE RÉSEAU ENVIRONNEMENT

Présidente
Geneviève Pigeon
Ville de Rivière-du-Loup

Vice-président
Martin Beaudry
ASI Services Techniques inc.

Trésorier
Yves Gauthier

Secrétaire
Jean-Luc Martel
École de technologie supérieure

Administrateur
Jean-Louis Chamard
GMR International inc.

Administratrice
Karine Boies
Cain Lamarre

Administrateur
Robert A. Dubé
Atout Recrutement

Administrateur
Simon Naylor
Viridis Environnement

Administratrice
Sandra Rossignol
Chambre de commerce
et d'industrie Saguenay-Le Fjord

Abonnement annuel papier (60 \$) ou numérique (30 \$).
Les auteures et auteurs des articles publiés dans *Vecteur Environnement* sont libres de leurs opinions. Le contenu de *Vecteur Environnement* ne peut être reproduit, traduit ou adapté, en tout ou en partie, sans l'autorisation écrite de Réseau Environnement.

Imprimé sur 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 intactes®.



FSC position
pour Maska

PCF



L'EAU, C'EST LA VIE. AIDEZ-NOUS À LA PROTÉGER.



Visitez [AquaAction.org](https://www.aquaaction.org) pour faire un don

 **AQUA
ACTION**

Ébullition climatique : réflexions, actions, solutions

En cette ère d'ébullition climatique, les défis environnementaux exigent une action rapide et concertée. Investir dans des solutions novatrices, comme la végétalisation des bandes riveraines et les infrastructures vertes, permettra d'atténuer les effets des événements climatiques extrêmes ainsi que de bâtir un avenir durable et résilient.

Les manifestations les plus alarmantes de cette ébullition climatique se matérialisent à travers une série d'événements météorologiques extrêmes – inondations, incendies, vagues de chaleur, verglas, érosion des berges, etc. – qui mettent en péril la vie humaine et l'équilibre des écosystèmes. Les conséquences se déploient à travers des perturbations majeures, telles que la prolifération d'espèces exotiques envahissantes et l'acidification des milieux, qui engendrent des déséquilibres dans la biodiversité et menacent la stabilité des écosystèmes et la sécurité des populations.

Dans des régions comme l'estuaire du Saint-Laurent, la perte de couverture de glace a engendré une érosion inquiétante des berges, exposant les infrastructures et accentuant le risque pour les communautés riveraines. Ces événements mettent en lumière la nécessité d'établir des stratégies adaptatives et d'investissement dans des infrastructures résilientes face à ces défis.

En ce qui concerne l'aménagement d'infrastructures vertes dans les villes, diverses pistes de réflexion et de solution quant à nos modes de construction et d'aménagement urbain sont mises de l'avant afin de réduire notre empreinte carbone et de favoriser des écosystèmes plus durables. Finalement, des systèmes innovants de gestion des eaux pluviales et de végétalisation des toitures se présentent aussi comme des voies prometteuses pour améliorer la résistance des villes face aux événements climatiques extrêmes.





Ébullition climatique

Faire le point après l'année 2023

Selon António Guterres, secrétaire général de l'ONU : « L'ère du réchauffement climatique est terminée, place à l'ère de l'ébullition mondiale » (CNEWS, 2023). Les nombreux événements extrêmes en 2023 (feux de forêt, inondations, canicules, sécheresse, etc.) l'ont bien démontré. Voici un tour d'horizon visant à comprendre les enjeux liés aux changements climatiques et à offrir un éclairage sur des pistes de solution.



PAR JEAN PAQUIN, ing., EESA®
Aiseur technique, Sanexen Services
Environnementaux inc.

Survol de l'année 2023

La dernière année a été considérée comme la plus chaude de l'histoire par l'Observatoire européen Copernicus. Avec les nombreux désastres climatiques inédits, 2023 flirte pour la première fois sur une année entière avec la limite de 1,5 °C de réchauffement climatique fixée par l'Accord de Paris (Radio-

Canada, 2024). D'après une analyse de l'Institut Goddard de la NASA, le mois de juillet 2023 a été plus chaud – et de loin – que tous les autres mois dans les registres de température globale (NASA Earth Observatory, 2023).

Des avertissements avaient été reçus lors des deux années précédentes. Dans l'Arctique canadien (à Kuujuaq, au Nunavik), il a fait 34 °C le 6 juillet 2022 (Lebel, 2023). En 2021, un record absolu de chaleur au Canada a été enregistré à Lytton, en Colombie-Britannique, avec 49,6 °C (Uguen-Csenge et Lindsay, 2021).

« On vient de vivre toute une année d'un point de vue météorologique », résume le climatologue Philippe Gachon, professeur à l'Université du Québec à Montréal et chercheur au Centre pour l'étude et la simulation du climat à l'échelle

régionale. « Nous sommes entrés dans une période où on n'a jamais vu des températures aussi élevées », ajoute-t-il (Boisclair et Meloche-Holubowski, 2023).

Le directeur général de la SOPFEU, Éric Rousseau, a précisé que 711 feux ont brûlé 4,5 millions d'hectares, un record de tous les temps au Québec. Il note également que la superficie brûlée cette année est plus élevée que la somme des 20 dernières années. En 2023, le Québec a connu 48 incendies de grande envergure, soit 30 fois plus que la moyenne des 10 dernières années (Pelletier, 2023).

L'année 2023 a aussi été une année record au Canada pour les feux de forêt : 18,5 millions d'hectares ont été brûlés (soit près de 8 fois la superficie moyenne des 40 dernières années), relâchant 480 mégatonnes de carbone dans l'atmosphère et représentant 1 760 mégatonnes d'équivalent CO₂ de gaz à effet de serre (GES). C'est presque trois fois les émissions de GES au Canada, toutes sources confondues, en 2021 (Boumedda, 2023). Des feux majeurs ont aussi fait rage ailleurs, comme en Grèce et à Hawaï, faisant un nombre record de morts dans ce dernier cas.

Le 1^{er} mai dernier, une inondation soudaine a causé d'importants dommages à Baie-Saint-Paul et fait deux morts à Saint-Urbain : « On s'achemine vers des dommages et indemnités de près de 30 M\$ pour l'inondation la plus coûteuse à être survenue à ce jour au Québec en 2023, et la plus meurtrière avec celle de Rivière-Éternité qui a fait deux autres morts » (Méthot, 2023).

Rétroactions positives

L'évolution du climat n'est pas un long fleuve tranquille avec une hausse des températures uniquement proportionnelle aux émissions anthropiques de GES. Les scientifiques du climat s'inquiètent des phénomènes qui accélèrent les changements climatiques. Contrairement aux phénomènes de rétroaction négative qui ralentissent l'effet de serre, il y a une possibilité réelle d'emballage avec les boucles de rétroaction positive ; celles-ci



© Francis Vachon

La route 138 est coupée en deux à la hauteur de Genévrier, à Baie-Saint-Paul, le 2 mai 2023.

peuvent mener à ce qu'il est convenu d'appeler un « point de bascule » (The Climate Reality Project, 2020 ; Earth How, 2023 ; Newburger, 2023). C'est comme le son qui grimpe avec un micro et un amplificateur avant qu'on se dépêche de débrancher le courant ; malheureusement, il n'y a pas d'interrupteur qui permet de couper l'énergie dans le cas du climat.

Parmi ces causes d'accélération, il y a l'effet d'albédo ; les glaces polaires réfléchissent 60 % de la radiation solaire vers l'espace, tandis que l'eau des océans ne réfléchit que 6 % de la radiation solaire. Avec la réduction de la superficie des calottes glaciaires (surtout dans l'Arctique), mais aussi avec la fonte des glaciers, la chaleur est davantage absorbée, la glace fond davantage, la chaleur est davantage absorbée, et ainsi de suite.

Il y a aussi la libération de méthane et de CO₂ provenant du pergélisol. Ces GES emprisonnés depuis très longtemps

A graphic with a blue background. On the left, there are industrial smokestacks. On the right, there are wind turbines. The text "LA TRANSITION PASSE PAR L'ÉNERGIE DES MUNICIPALITÉS." is written in white. At the bottom, there is the logo for "Union des municipalités du Québec" (UMQ) and the website "umq.qc.ca".

constituent de nouvelles émissions d'origine non anthropique. Le méthane, en particulier, constitue un puissant GES; sur une période de 20 ans, il est 80 fois plus puissant que le CO₂. La situation est particulièrement préoccupante en Sibérie où des feux font rage depuis quelques années. Du méthane gelé se trouve aussi au fond des océans sur les plateaux continentaux sous forme de cristaux qu'on appelle du clathrate, ainsi que dans des tourbières et sous des glaciers. Avec le réchauffement de l'atmosphère et des océans, il y a un réel danger que ces sources croissantes de GES accélèrent les changements climatiques.

Les feux de forêt accélèrent aussi les changements climatiques. Plus de chaleur, plus de feux; plus de GES émis, plus de chaleur et ainsi de suite. Le déboisement en Amazonie constitue également une inquiétude, car il élimine un puits de carbone important et qu'il peut mener à un régime climatique non propice à la régénération de cette forêt équatoriale.

La fonte de glace au Groenland et en Antarctique peut aussi accélérer la perte de glaciers vers l'océan. L'apport d'eau de fonte entre la glace et le roc sous-jacent est de nature à lubrifier cette surface et à accélérer le glissement de ces glaciers, qui à leur tour retiennent d'autre glace en amont. L'augmentation du niveau de la mer qui en résulte accélère aussi de telles ruptures qui, à leur tour, ont pour effet d'augmenter le niveau des océans.

L'acidification des océans constitue un autre enjeu. Le CO₂ est un acide; plus les océans absorbent du CO₂, plus le pH de l'eau diminue, et moins l'eau est capable d'absorber du CO₂. Une température plus élevée diminue aussi la solubilité du CO₂ dans l'eau. Les océans absorbent 25 % à 30 % du CO₂ émis (Valo, 2015). Au-delà d'un effet sur le climat, cette acidification peut aussi être désastreuse pour les écosystèmes, en particulier pour les espèces à carapace (p. ex. : crevettes et homards) et pour les récifs coralliens. On a noté au cours des dernières années une inquiétante baisse de pH dans certaines portions de l'estuaire du Saint-Laurent (Galbraith et collab., 2021).

L'histoire géologique de la Terre nous met aussi en garde avec des événements d'extinction massifs, le plus grave ayant eu lieu il y a 250 millions d'années entre les ères du Permien et du Triassique. On croit que des volcans ont fait augmenter les concentrations de CO₂ dans l'atmosphère durant des milliers d'années, menant à une libération de méthane et entraînant un réchauffement catastrophique ainsi qu'une acidification des océans. La Terre est alors devenue inhabitable pour une espèce comme les humains pendant plusieurs millions d'années (Brand et collab., 2016).

L'éléphant dans la pièce

Une chose dont on parle peu lorsqu'il est question de changements climatiques est la croissance démographique et économique. Bien avant qu'on parle de changements climatiques, le Club de Rome – en collaboration avec l'OCDE – avait publié en 1972 un ouvrage intitulé *Les limites de la croissance* (plus connu sous le nom de « rapport Meadows »), dans lequel il y avait un appel à une croissance zéro. Ce document, qui faisait état des risques de catastrophe environnementale et économique liés à la quête de croissance à partir de ressources limitées, concluait ainsi à l'urgence de freiner l'augmentation de la population ainsi que l'industrialisation (Radio-Canada, 2020).

« En 1950, soit cinq ans après la création de l'Organisation des Nations Unies, la population mondiale était estimée à près de 2,6 milliards de personnes. Elle a atteint 8 milliards d'individus en novembre 2022 » (ONU, s. d.). En 2023, selon les données publiées par l'ONU, le 2 août a été déterminé comme étant le « jour du dépassement »; il s'agit du moment de l'année où l'humanité a consommé toutes les ressources que la Terre peut générer en une année (Earth Overshoot Day, 2023).

Quelles sont les solutions ?

Projections et adaptation au Québec

Ouranos étudie le climat et réalise des projections climatiques qui aident les villes et municipalités ainsi que les autres acteurs québécois à développer et à mettre en œuvre des plans d'adaptation. Une entrevue a été réalisée avec Mme Alexandrine Bisailon d'Ouranos. Depuis 2018, elle coordonne le soutien qu'offre Ouranos au projet gouvernemental INFO-Crue ainsi que la priorité d'adaptation sur les événements extrêmes. Voici en vrac quelques éléments pertinents :

- La programmation de recherche 2020-2025 d'Ouranos en adaptation aux changements climatiques comporte huit priorités.
- Le gouvernement du Québec cartographie les zones inondables, et Ouranos est en soutien sur le plan scientifique pour considérer l'intégration des changements climatiques dans cette cartographie. Ouranos collabore également avec le MELCCFP sur l'Atlas hydroclimatique qui illustre l'incidence des changements climatiques sur le régime hydrologique québécois.
- Selon les plus récentes études du Service canadien des forêts, il y a un million de kilomètres carrés de forêt au Québec, et l'on prévoit qu'il y aura 2,5 à 4 fois plus de feux dans le siècle à venir.
- On se soucie du pergélisol; une perte de pergélisol est susceptible d'aggraver le réchauffement climatique, et d'engendrer des répercussions sur les infrastructures et les modes de vie de la région nordique du Québec.
- Des solutions d'adaptation basées sur la nature sont à valoriser (p. ex. : infrastructures vertes et renaturalisation des berges).
- En matière d'adaptation, il y a un grand éventail d'exemples d'adaptation qui se mettent en place et qui mériteraient d'être mieux connus afin de motiver l'action.

Il est possible de consulter les projections climatiques ainsi que les projets de recherche menés par Ouranos et son réseau sur le site ouranos.ca.

Réduction des GES

L'adaptation est incontournable. La réduction constitue toutefois un impératif sur lequel il faut absolument agir. La COP de Paris a convenu qu'il faut prendre des mesures pour ne pas dépasser 1,5 °C de réchauffement par rapport à l'ère préindustrielle si l'on veut éviter les pires effets des changements climatiques (UNFCCC, s. d.). Or, en 2023, nous étions à 1,48 °C (Radio-Canada, 2024). Il y a eu le phénomène El Niño qui a entraîné un réchauffement temporaire, mais ça donne un avant-goût de ce qui s'en vient.

À la COP28, en décembre dernier, il a été convenu de tripler la production d'énergies renouvelables, de doubler l'efficacité énergétique, de réduire les émissions de méthane et d'effectuer

une transition hors des énergies fossiles. Les engagements des COP précédentes n'ont toutefois pas donné les résultats escomptés et il faut donc recourir à davantage d'initiatives.

Mesures carbonégatives

L'adoption et l'implantation suffisamment rapides d'un ensemble de mesures et de technologies permettraient de mieux agir sur notre avenir. Au-delà de la diminution des émissions de GES (avec une réduction de l'empreinte écologique) et de l'atteinte de la carboneutralité d'ici 2050, on doit aussi considérer d'implanter des mesures carbonégatives pour retirer le CO₂. Beaucoup de gens travaillent sur de telles approches. Les lignes qui suivent en donnent un aperçu.

La minéralisation du CO₂ arrive probablement en tête de liste (Gadikota, 2021; USGS, 2019; Hills et collab., 2020). À travers l'histoire géologique de notre planète, les éruptions volcaniques et l'activité géologique dans les failles autour des plaques tectoniques a généré beaucoup de CO₂, ainsi que des roches alcalines. Ces dernières constituent un puits important de CO₂ qu'on peut exploiter. Il ne s'agit pas de capter et de stocker du CO₂, mais de minéraliser de façon définitive le CO₂ (jusqu'à ce qu'il soit libéré de nouveau dans quelques centaines de millions d'années).

On pourrait ainsi, par exemple, localiser une cimenterie au-dessus de dépôts géologiques riches en basalte et en autres roches alcalines pour injecter le CO₂ émis dans cette formation

géologique afin d'éviter que le CO₂ soit émis à l'atmosphère. Une cimenterie ne peut pas recourir à des énergies renouvelables pour la partie de son procédé qui convertit du calcaire en CaO et en CO₂. Il est donc primordial de cartographier ces formations alcalines à l'échelle planétaire pour les utiliser et éviter que ce CO₂ généré par ces activités industrielles se retrouve dans l'atmosphère.

On pourrait aussi retirer le CO₂ de l'atmosphère et fixer celui-ci dans ces formations géologiques (Hood, 2022). On sait comment s'y prendre. Une version à « petite » échelle de cette approche est la fixation de CO₂ dans les stériles miniers riches en magnésium de mines d'amiante au Québec.

D'autres technologies peuvent être mises à profit comme la conversion de CO₂ en microalgues, développée en particulier par la compagnie AllGaea au Québec. Les microalgues produites peuvent être valorisées et vendues comme moulée pour l'aquaculture et l'élevage animal. Cependant, selon Antonio J. Galan (président de l'entreprise), si l'on nourrissait ainsi toute la population mondiale, on n'enlèverait que 10 % du CO₂ émis. Il s'agit d'une option intéressante, mais il est nécessaire de recourir à toutes les solutions.

En dernier recours, il y a la géo-ingénierie. L'éruption du mont Pinatubo, en 1991, a projeté de 10 à 20 millions de tonnes de soufre à 20 ou 30 km de hauteur dans l'atmosphère, et a



FORUM NATIONAL de L'ACTION CLIMATIQUE

» EN MODE ACCÉLÉRATION ! » 16 ET 17 AVRIL 2024 À MONTRÉAL

**Vous êtes élu.e, décisionnaire, gestionnaire ou professionnel.le
du milieu municipal, du secteur parapublic ou en entreprise ?**

Venez trouver des solutions inspirantes ainsi que des leviers concrets pour
la réduction de gaz à effet de serre et l'adaptation aux changements climatiques.



Ce projet a été réalisé avec l'appui financier
du gouvernement du Canada.
This project was undertaken with the financial support
of the Government of Canada.



refroidi le climat de 0,5 °C pendant un an (CORDIS, 2022). C'est temporairement mauvais pour la qualité de l'atmosphère, mais on pourrait émettre ainsi dans la haute atmosphère des aérosols et réduire l'absorption de la radiation solaire pour éviter un emballement climatique si les choses en venaient à un tel point.

Le statu quo n'est pas une option

La croissance ne doit pas être un dogme si cela mène à des conditions insoutenables pour l'humanité. Comme société, il convient de prendre des mesures comme des changements de culture pour réduire notre empreinte écologique en raison des enjeux de population et de surconsommation, tout en œuvrant au bien-être des populations humaines.

Certains lobbies et une réaction de défaitisme ou d'ignorance peuvent entraîner de l'immobilisme. Comme société, il est urgent d'acquiescer un degré suffisant de conscientisation et de maturité afin de mettre en œuvre les bonnes actions pour l'avenir des futures générations.

La bonne nouvelle

Nous savons ce qu'il faut faire. Comme le dit le dernier rapport du GIEC (IPCC, 2023), il faut atteindre la carboneutralité en émettant moins que 500 milliards de tonnes de CO₂. La façon la plus plausible d'y arriver est de remplacer 90 % des énergies fossiles par des énergies renouvelables d'ici à 2050, et d'utiliser des technologies carbonégatives pour le reste. Nous avons les moyens techniques et financiers pour le faire. ●

Photo de la page 6 : L'incendie de forêt qui fait plus de 245 000 ha, au nord-ouest/nord de Chibougamau et D'Oujé-Bougoumou, ainsi qu'à l'ouest de la communauté de Mistissini. Source : SOPFEU, H. Bergeron, gestionnaire de la section des opérations.

Références

Boisclair, V., et M. Meloche-Holubowski (2023). *Voici pourquoi 2023 est l'année de tous les records climatiques*. En ligne : ici.radio-canada.ca/recit-numerique/7802/chaleur-extreme-monde-changements-climatiques.

Boumedda, S. (2023). *Près du quart des émissions de carbone brûlé en 2023 viennent des feux au Canada*. En ligne : ledevoir.com/environnement/803670/pres-quart-emissions-carbone-brule-2023-venaient-canada.

Brand, U., et collab. (2016). « Methane Hydrate: Killer cause of Earth's greatest mass extinction ». *Palaeoworld*, vol. 25, n° 4, p. 496-507. En ligne : sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1871174X16300488.

CNEWS (2023). *Réchauffement climatique : "L'ère de l'ébullition mondiale a commencé", selon le secrétaire général de l'ONU*. En ligne : cnews.fr/environnement/2023-07-28/rechauffement-climatique-lere-de-lebullition-mondiale-commence-selon-le.

CORDIS (2022). *L'effet refroidissant des volcans est affecté par le changement climatique*. En ligne : cordis.europa.eu/article/id/436448-volcano-cooling-effect-impacted-by-climate-change/fr.

Earth How (2023). *15 Climate Feedback Loops and Examples*. En ligne : earthhow.com/climate-feedback-loops.

Earth Overshoot Day (2023). *Progression du Jour du dépassement de la Terre au fil des années*. En ligne : overshoot.footprintnetwork.org/newsroom/dates-jour-depassement-terre.

Gadikota, G. (2021). « Carbon mineralization pathways for carbon capture, storage and utilization ». *Communications Chemistry*, vol. 4, article n° 23. En ligne : nature.com/articles/s42004-021-00461-x.

Galbraith, P. S., M. Blais et M. Starr (2021). *Processus océanographiques : températures, oxygène dissous et acidification*. En ligne : planstlaurent.qc.ca/fileadmin/publications/fiches_indicateurs/Francais/2018FicheSESLOceanoPhysique_Final_FR_20210211.pdf.

Hills, C. D., et collab. (2020). « Mineralization Technology for Carbon Capture, Utilization, and Storage ». *Frontiers in Energy Research*, vol. 8. En ligne : frontiersin.org/articles/10.3389/fenrg.2020.00142/full.

Hood, M. (2022). *Extraire le CO₂ de l'air pourrait devenir indispensable, selon des experts de l'ONU*. En ligne : ledevoir.com/environnement/694380/extraire-le-co2-de-l-air-pourrait-devenir-indispensable-selon-des-experts-de-l-onu.

IPCC (2023). *Climate change 2023: Synthesis Report – Summary for Policymakers*. En ligne : ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf.

Lebel, F. (2023). *Le Nunavik frappé par la chaleur et la fumée*. En ligne : ici.radio-canada.ca/nouvelle/1993970/feu-forest-nunavik-nord-inuit.

Méthot, D. (2023). *Inondation : Baie-Saint-Paul panse toujours ses plaies cinq mois après*. En ligne : portail-assurance.ca/article/inondation-baie-saint-paul-panse-toujours-ses-plaies-cinq-mois-apres.

NASA Earth Observatory (2023). *July 2023 Was the Hottest Month on Record*. En ligne : earthobservatory.nasa.gov/images/151699/july-2023-was-the-hottest-month-on-record.

Newburger, E. (2023). *Risky feedback loops are accelerating climate change, scientists warn*. En ligne : cnbc.com/2023/03/06/risky-feedback-loops-are-accelerating-climate-change-scientists-warn.html.

ONU (s. d.). *Population – Un élan démographique*. En ligne : un.org/fr/global-issues/population.

Pelletier, S. (2023). *Une saison de tous les records pour la SOPFEU en 2023*. En ligne : courrierdeportneuf.com/2023/12/10/une-saison-de-tous-les-records-pour-la-sopfeu-en-2023.

Radio-Canada (2020). « Le rapport Meadows, un avertissement ignoré sur les limites de la croissance », *Aujourd'hui l'histoire*. En ligne : ici.radio-canada.ca/ohdio/premiere/emissions/aujourd'hui-l-histoire/segments/entrevue/152067/club-rome-rapport-meadows-avertissement-ignore-laure-waridel.

Radio-Canada (2024). *L'observatoire Copernicus confirme que 2023 a été l'année la plus chaude de l'histoire*. En ligne : ici.radio-canada.ca/nouvelle/2039986/copernicus-2023-annee-plus-chaude-histoire.

The Climate Reality Project (2020). *How Feedback Loops Are Making The Climate Crisis Worse*. En ligne : climaterealityproject.org/blog/how-feedback-loops-are-making-climate-crisis-worse.

Uguen-Csenge, E., et B. Lindsay (2021). *For 3rd Straight Day, B.C. Village Smashes Record for Highest Canadian Temperature at 49.6 C*. En ligne : cbc.ca/news/canada/british-columbia/bc-alberta-heat-wave-heat-dome-temperature-records-1.6084203.

UNFCCC (s. d.). *The Paris Agreement*. En ligne : unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement.

USGS (2019). *Making Minerals – How Growing rocks Can Help Reduce Carbon Emissions*. En ligne : usgs.gov/news/featured-story/making-minerals-how-growing-rocks-can-help-reduce-carbon-emissions.

Valo, M. (2015). *L'océan absorbe 30 % des émissions de CO₂ dues aux activités humaines*. En ligne : lemonde.fr/climat/article/2015/06/08/l-ocean-absorbe-30-des-emissions-de-co2-dues-aux-activites-humaines_4649587_1652612.html.

PEXCCC

PROGRAMME D'EXCELLENCE EN LUTTE CONTRE
LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES





Bandes riveraines en milieu agricole À chacun sa bande fête ses 10 ans!

« À chacun sa bande », mis sur pied en 2014 par la Ville de Granby, offrait aux agriculteurs la possibilité de reboiser et de personnaliser leurs bandes riveraines – grâce à des outils promotionnels, de vulgarisation et de démonstration – afin de fournir des noix, des fruits ou de l'ombrage à la faune qui s'y réfugie. Ce projet a enraciné une belle « bande » de professionnels et d'agriculteurs-ambassadeurs partout en province.



PAR ISABELLE MARTINEAU, agr.
Conseillère agricole et agente de maillage,
Gestrie-Sol
isabellemartineau.agr@gmail.com

Dans les systèmes agricoles spécialisés et intensifs, la bande de protection riveraine – une sorte de zone écologique entre les surfaces cultivées et les fossés ou les cours d'eau – a une importance capitale. Elle constitue le rempart ultime contre toutes pertes potentielles provenant des champs attenants. Si la production agricole est cruciale dans le développement économique et social des milieux ruraux, la présence d'une

bande riveraine adéquate et efficace contribue à maintenir l'équilibre écologique et assure une cohabitation harmonieuse entre les activités humaines et l'environnement naturel. La bande riveraine contribue à maintenir la qualité de l'eau et la biodiversité, répondant ainsi aux attentes sociales en matière de protection de l'environnement en milieu agricole. Enfin, elle est une source potentielle de rentabilité, grâce notamment à la préservation du capital que constituent les sols pour l'agriculture et au maintien des fonctions écologiques de l'écosystème, nécessaires à une production de qualité.

Objectifs du projet

À *chacun sa bande* est un catalogue destiné aux agriculteurs présentant différents modèles de bandes riveraines, incluant leurs

« Forts de leur expérience, les initiateurs du projet ont élaboré un concept clés en main qui allait plaire aux agriculteurs : offrir un service d'implantation des bandes riveraines et de l'entretien, équipements compris! »

diverses fonctions et les caractéristiques de leur implantation. Le projet – guidé par différents objectifs mentionnés ci-après – a été porté par plusieurs valeurs issues de 25 ans d'expérience d'accompagnement agronomique auprès d'agriculteurs bénéficiant des services offerts par les clubs-conseils en agroenvironnement au Québec. Étant donné que toutes les entreprises agricoles sont touchées par l'obligation de maintenir une bande de végétation d'une largeur minimale de 3 mètres (m) aux abords des cours d'eau, il a suffi de proposer différents modèles de bandes pour toute situation pour séduire les producteurs!

Responsabiliser les agriculteurs

Le projet devait d'abord déconstruire certaines perceptions ancrées chez les producteurs agricoles, comme celles de devoir s'organiser seul, de faire tout par soi-même et de ne pas attendre après les autres. Le rôle des agronomes est de conseiller rigoureusement leur clientèle dans la conduite des cultures, dans la performance des sols ainsi que dans l'application de mesures de protection de l'environnement. Les bandes riveraines sont, de façon générale, un sujet délicat à aborder. En effet, en ce qui concerne les terres en culture, les producteurs ont l'obligation légale de maintenir une bande minimale de 3 m, dont 1 m sur le replat du terrain en haut de talus; ce dernier – incontournable pour la mise à niveau environnementale des entreprises accompagnées – est trop souvent négligé.

Avant « À chacun sa bande », les agriculteurs avaient peu de connaissances sur la façon de faire les aménagements, et n'avaient aucun équipement agricole pour semer cette mince bande de terrain; elle était donc souvent laissée à elle-même ou, pire, cultivée. Il leur a donc été proposé de le faire pour eux! Il n'a fallu qu'un véhicule tout-terrain et un semoir, et voilà que la bande riveraine était semée au pourtour des champs. Les producteurs pouvaient enfin se fier à des collaborateurs de confiance pour prendre soin de leur bande riveraine.

Malgré cette initiative, la municipalité régionale de comté (MRC) de La Haute-Yamaska était devenue impatiente face au non-respect de la bande riveraine en milieu agricole. Elle s'était donc donné un moyen : imposer par voie de règlement une bande de 3 m de large au lieu de 1 m sur le talus. Toutefois, la communauté agricole y voyait un problème.

Élargir les horizons

Transformer une adversité en défis et en solutions : voilà le mot d'ordre qui était au cœur de ce projet. Pour les agriculteurs, 3 m de large pour une bande riveraine représentent une superficie considérable qui ne sera plus semée ni récoltée; ils étaient donc réfractaires à cette nouvelle mesure en raison de la perte financière qu'elle représentait. La solution? Substituer les revenus issus de la culture principale par des revenus issus

de la bande riveraine! En effet, les aménagements proposés dans les bandes riveraines jouent de nombreux rôles sur les plans environnemental, écologique et esthétique, et ce, tout en étant payants!

Pour répondre aux multiples intérêts des agriculteurs en fonction de la spécificité de leur terrain, différents types d'aménagement ont donc été proposés. Forts de leur expérience, les initiateurs du projet ont élaboré un concept clés en main qui allait plaire aux agriculteurs : offrir un service d'implantation des bandes riveraines et de l'entretien, équipements compris! Le succès du projet « À chacun sa bande » repose sur le fait que les agriculteurs n'ont pas à s'y investir; ils n'ont qu'à en profiter!

Produire un guide

Le projet « À chacun sa bande » a séduit le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ) et la Ville de Granby, qui ont soutenu financièrement la production d'un guide promotionnel aussi attrayant qu'un catalogue de machinerie agricole (Gestrie-Sol, 2013). Le but? Vendre la bande riveraine. Le guide illustré propose sept aménagements avec autant de témoignages, présente des données technico-économiques pour chaque type de bande riveraine, et comprend également des recettes culinaires; tout pour inspirer les agriculteurs!

Aménager une vitrine de démonstration

« Inspirer par l'exemple » est une valeur qui, à bien des égards, a fait ses preuves dans ce projet. En 2012, les sept modèles de bandes riveraines ont été aménagés en bordure des routes



Bande riveraine arborescente – l'un des sites du réseau de démonstration du projet « À chacun sa bande ».

© Isabelle Martineau, agr.



© Isabelle Martineau, agr.

Visite de bandes riveraines du réseau – par plus d'une centaine de personnes! – dans le cadre de la première tournée en agroforesterie du Centre de référence en agriculture et agroalimentaire du Québec (CRAAQ) en septembre 2023.

sur le territoire de la Haute-Yamaska pour créer une vitrine de démonstration. À l'instar de la Route des vins, la Route des bandes riveraines présente les caractéristiques technico-économiques de chacune des sept bandes, sous forme d'affiche descriptive, à même les terrains des agriculteurs-ambassadeurs.

Partager les coûts

« Tout le monde doit faire sa part » : voilà le message qui était véhiculé. La Route des bandes riveraines ainsi que des dizaines de kilomètres de bandes ont été rendus possibles grâce à l'implication tripartite des producteurs agricoles eux-mêmes, du MAPAQ et de la Ville de Granby. L'agriculture couvre un grand territoire au sein des municipalités et la bonne gestion des bandes riveraines rapporte à toute une communauté. Les coûts de travail de sol, d'implantation des bandes riveraines et de leur entretien au fil des ans sont devenus l'affaire de tous!

Expérimenter et établir des stratégies d'entretien

Le fait d'avoir les sept types de bandes riveraines sur le territoire permettait d'avoir un bel éventail d'aménagements et de faire un suivi rigoureux des diverses cultures implantées. Rapidement, l'étape de l'entretien des végétaux est apparue comme une opération à la fois cruciale et complexe en raison des différentes variétés. C'est ainsi que sont apparues les stratégies d'entretien pour chaque type de bande, notamment le remplacement des arbres morts, la fauche des herbacées, la taille et l'élagage des arbres et même la récolte. Les fruits des sureaux noirs ont été transformés en gelée et en sirop contre le rhume, et le saule a été déchiqueté en copeaux pour le paillis. De là est né un projet financé par la MRC de La Haute-Yamaska qui a permis de mettre en place un service clés en main d'entretien et de rédiger un guide sur l'entretien des bandes riveraines (Gestrie-Sol, 2022) – la Ville de Granby et la MRC soutiennent financièrement ce programme chaque année.

Valoriser la collaboration des spécialistes

Une autre valeur porteuse de ce projet est la valorisation des différentes spécialités des intervenants. Les agriculteurs, les agroforestiers, les biologistes et les agronomes collaborent

maintenant à implanter des systèmes avec arbres et arbustes en rive. Le mélange d'idées et de concepts laisse place à des aménagements tantôt bien droits et cartésiens, tantôt aléatoires dans un style plus naturel. Cet esprit de coopération a engendré des débats, mais a surtout permis d'en apprendre davantage sur les effets synergiques entre les essences, les aménagements et leur pouvoir attractif sur la faune et les insectes.

Investissements payants!

L'implantation de bandes riveraines nécessite des investissements importants et il fallait être convaincu des résultats de la démarche pour sacrifier des superficies en culture au profit de la biodiversité. Le projet a permis de collecter des données afin de calculer la perte de revenus des récoltes, l'économie des coûts pour les intrants agricoles, le coût d'implantation et ceux de l'entretien sur cinq ans; cet ultime outil a permis de convaincre le banquier qui se cache dans chaque agriculteur. Heureusement, les démonstrations des nombreux avantages environnementaux et sociaux ont su surpasser les calculs financiers!

L'appropriation par la « bande »

Le catalogue *À chacun sa bande* a rayonné dans toute la province grâce aux différents outils (promotion, conférence, atelier, logiciel, etc.). Plusieurs organismes voués à la naturalisation des berges et des bandes riveraines l'utilisent. Le rayonnement de ce projet a permis de rallier la communauté agricole québécoise qui, aujourd'hui, forme toute une bande! ●

Photo de la page 12 : Bande riveraine arbustive, comestible et pollinisatrice. Source : Isabelle Martineau, agr.

Références

Gestrie-Sol (2013). *À chacun sa bande – Guide des bandes riveraines en milieu agricole*. En ligne : gestrie-sol.com/projet/guides-bandes-riveraines.

Gestrie-Sol (2022). *À chacun son entretien – Guide d'entretien des bandes riveraines en milieu agricole*. En ligne : gestrie-sol.com/projet/guides-bandes-riveraines.



Assurez une **gestion saine** et **durable** de vos services d'eau et d'assainissement et **réduisez** votre **empreinte carbone** grâce à Nordicité!

Notre équipe d'experts et notre solution numérique Nordicité vous accompagnent dans la transformation numérique de vos services d'eau et d'assainissement.



Contactez-nous
dès maintenant!

1 866 970-2019

info@nordicite.io

nordicite.io



Infrastructures vertes et maintien des actifs

Le défi du legs en aménagement

Les territoires confrontés aux enjeux de gestion et d'intégration des eaux pluviales sont nombreux, et les ouvrages pour y répondre se multiplient. Les Ateliers Ublo ont développé plusieurs guides d'entretien pour apporter aux villes et municipalités un soutien au maintien de leurs actifs dans le domaine. La question du legs dans l'aménagement se pose : de quelle façon le patrimoine peut-il être transmis dans un ouvrage ?



PAR **PASCALIE ROUILLÉ**, urbaniste (OUQ/OPQU), M. Urb.
Présidente, Les Ateliers Ublo
prouille@lesateliersublo.com



ET PAR **CORALIE BALLY**, M. Ing., M. Urb. / B.A.
Conseillère en aménagement,
Les Ateliers Ublo

Le legs : un double objectif primordial

Le legs – ou l'action de léguer – implique la transmission de biens et de savoirs ; il apparaît donc indissociable de la notion d'actif ou encore de l'action de maintenir des actifs, et ce, afin de garantir le succès de ces derniers. Dans une optique de transmission de connaissances et d'informations, l'équipe de Les Ateliers Ublo s'est d'abord interrogée sur les moyens à mettre en œuvre pour créer un guide d'entretien complet et efficace. Ce legs passe par un double objectif qui a trait aux deux volets suivants : l'infrastructure (informations et éléments techniques) et la vision (objectifs de l'aménagement, idées transmises).

En ce qui concerne l'infrastructure, le guide d'entretien traite du maintien des actifs de l'ensemble des éléments techniques

« Le legs est essentiel dans la gestion de ces risques, aux fins d'amélioration de la durabilité de l'aménagement. »

et physiques. La vision, quant à elle, porte sur les objectifs et les idées pensées dans le projet, afin de pérenniser son rayonnement et son impact. À titre d'exemple, les Ruelles bleues-vertes de Pointe-Saint-Charles, à Montréal, dépassent les simples fonctions de ruelles vertes (mobilité et espace public, verdissement et biodiversité, et lutte contre les îlots de chaleur). En effet, elles permettent : 1) la rétention et le détournement de l'eau pluviale du réseau municipal (ce qui diminue les besoins en infrastructures); 2) la disposition d'un espace public de qualité servant de voie de circulation pour les mobilités douces et favorisant la biodiversité; 3) la visibilité de l'eau de pluie recueillie, devenant elle-même un élément de l'aménagement, et faisant de ce projet un lieu de pédagogie et de recherche.

Enfin, ce double legs répond aussi à un enjeu majeur de prévention des risques en permettant de se prémunir contre le roulement de personnel (p. ex. : démission, nouvelle recrue) tout au long du cycle de vie du projet et de l'aménagement (conception, construction et entretien). Il anticipe également le changement de gestionnaire qui survient régulièrement lors d'un projet d'aménagement qui se déroule systématiquement sur plusieurs années. Le legs est essentiel dans la gestion de ces risques, aux fins d'amélioration de la durabilité de l'aménagement.

Guide d'entretien : la recherche de consensus multipartite

La conception du guide d'entretien a été pensée pour répondre efficacement aux objectifs visés. Elle a été réalisée en collaboration avec l'ensemble des parties prenantes concernées ou impliquées dans l'entretien. Premièrement, les différents acteurs ont été identifiés. Ensuite, le guide d'entretien a été conçu par un processus de concertation qui respecte la volonté de chaque partie et, surtout, les capacités humaines et financières des entités impliquées.

La recherche d'un consensus entre parties prenantes sur l'ensemble des volets du guide (technique, esthétique et



Parties prenantes autour de l'entretien du projet de Ruelles bleues-vertes lors du dernier exercice de recherche de consensus concernant la mise en œuvre du guide d'entretien.

sécuritaire) a permis l'atteinte des équilibres nécessaires à la pérennisation de l'ouvrage, que ce soit sur le plan budgétaire ou en matière de ressources humaines; ce processus permet de déterminer avec précision le niveau d'entretien souhaité, en cohérence avec les moyens disponibles et les attentes des différents acteurs.

Utilisation du guide d'entretien

Le guide d'entretien a trois fonctions principales touchant aux aspects suivants : technique, esthétique et sécuritaire. Les informations techniques portent sur les activités ayant un impact sur le fonctionnement de l'ouvrage et ses performances, ainsi que sur la sécurité de l'ouvrage et des usagers. Le volet esthétique, quant à lui, concerne les activités ayant uniquement un effet sur la perception des usagers avec très peu, voire aucune incidence sur le fonctionnement et la sécurité de l'ouvrage. Concernant le volet sécuritaire, il s'agit d'un enjeu prioritaire dans ce guide, car un usager ayant subi des dommages physiques causés par l'infrastructure sur le site peut légalement se retourner contre son propriétaire.

Ces différents fonctionnements et leurs niveaux d'entretien permettent d'atteindre deux objectifs : l'équilibre économique (éviter les surcoûts en anticipant les grandes étapes d'entretien) et l'équilibre en matière de ressources humaines (déterminer précisément la main-d'œuvre nécessaire à l'exécution et au suivi des tâches d'entretien).

De nouvelles perspectives

Le guide d'entretien ouvre également de nouvelles perspectives. Premièrement, son contenu et sa méthodologie pourront être standardisés pour faciliter son utilisation et, peut-être, sa réglementation. Par ailleurs, la méthodologie d'une recherche de consensus est appelée à évoluer grâce à un processus d'amélioration continue (rétroactions, post-mortem, etc.). Enfin, la détermination des échelles de coûts relatives aux différents niveaux d'entretien d'un ouvrage de gestion durable des eaux pluviales pourrait être réalisée en profondeur.

Le guide d'entretien comme acteur du legs

Finalement, au travers de ce guide d'entretien, Les Ateliers Ublo propose de mettre en place une démarche d'entretien commune et mutuelle, adaptée aux besoins et aux moyens mis en œuvre pour améliorer les pratiques. Le maintien du consensus va permettre un bon rayonnement de l'ouvrage et une facilitation de mise à l'échelle et de standardisation. ●

Source de la photo de la page 16 : Les Ateliers Ublo.

« [...] le guide d'entretien a été conçu par un processus de concertation qui respecte la volonté de chaque partie et, surtout, les capacités humaines et financières des entités impliquées. »



Pluies extrêmes et changements climatiques

Les réseaux d'égouts sont-ils résilients ?

Les pluies diluviennes du 13 septembre 2022 ont marqué l'imaginaire avec près de 93 mm de pluie qui se sont abattus sur la grande région de Montréal en 12 heures. Or, c'est maintenant bien connu : les changements climatiques rendront ces événements plus fréquents et plus intenses. Il y a donc urgence d'agir pour s'y adapter.



PAR JEAN-LUC MARTEL, ing., Ph. D.
Professeur, École de technologie supérieure
jean-luc.martel@etsmtl.ca

Qu'est-ce que l'urgence climatique ?

Les médias rapportent que la fenêtre pour limiter le réchauffement planétaire de 2 °C par rapport à l'ère préindustrielle se rétrécit rapidement et qu'elle sera probablement manquée. Or, cette cible est une moyenne planétaire, et l'analyse de chaque élément inclus dans le calcul de cette moyenne est requise. Ainsi, à l'issue de cet exercice, il est possible de constater

que le Québec serait plus chaud d'environ 4 °C d'ici la fin du siècle. Pourquoi ?

D'abord, il faut rappeler que les océans occupent 70 % de la planète, et qu'ils se réchauffent plus lentement que les continents. En effet, il faut plus de chaleur pour monter la température de l'eau que celle de la roche, puis une portion importante de cette chaleur est utilisée pour évaporer l'eau plutôt que de la réchauffer. En ce qui concerne les continents, les zones nordiques se réchauffent plus rapidement. Cela s'explique par la fonte du couvert de neige qui permettait de réfléchir une portion importante des rayonnements solaires. Cela fait en sorte que le sud du Québec se réchauffe environ deux fois plus vite que la moyenne planétaire, se traduisant par un réchauffement d'environ 4 °C d'ici la fin du siècle. Il faut noter que ce scénario est considéré comme étant très optimiste, puisqu'il nécessiterait

« Ainsi, les réseaux vieillissants ne sont pas adaptés pour recevoir ce genre d'événements extrêmes, et encore moins des pluies plus intenses liées aux changements climatiques. »

des réductions très importantes des émissions de gaz à effet de serre à l'échelle globale.

Or, il y a un lien direct entre le réchauffement planétaire et les pluies extrêmes, puisqu'une atmosphère plus chaude peut emmagasiner plus d'humidité. Les lois de la thermodynamique expliquent que pour chaque augmentation de 1 °C, une masse d'air peut contenir 7 % d'humidité additionnelle. En combinant cette relation avec le réchauffement attendu pour le Québec, comme mentionné précédemment, l'urgence d'agir devient évidente.

Résilience des réseaux d'égouts

Historiquement, les réseaux d'égouts étaient conçus pour recevoir des pluies importantes une fois tous les 5 ou 10 ans afin de limiter les coûts de construction. L'ensemble du ruissellement généré par ces pluies était évacué le plus rapidement possible vers l'égout par l'entremise d'un grand nombre de puisards (ou bouches d'égout). Toutefois, le ruissellement excédentaire des pluies extrêmes, comme une pluie centenaire, n'était pas adéquatement pris en considération dans la conception de l'époque. Cela engendre deux conséquences importantes : 1) les conduites d'égouts deviennent complètement surchargées, causant des refoulements d'égouts notamment dans les sous-sols des bâtiments ; 2) l'excédent du ruissellement s'accumule dans des points bas, comme des entrées de garage en contre-pente, causant des inondations par la surface. Ainsi, les réseaux vieillissants ne sont pas adaptés pour recevoir ce genre d'événements extrêmes, et encore moins des pluies plus intenses liées aux changements climatiques.

Il est possible de comparer l'impact d'un événement extrême sur les réseaux d'égouts à celui qu'a eu la pandémie de COVID-19 sur le système de santé. Les réseaux ne sont pas adaptés pour recevoir de telles quantités d'eau sans être complètement surchargés. L'objectif principal est donc de réduire la charge sur les réseaux pour éviter qu'ils flanchent. Reprenons une phrase désormais célèbre dans la lutte contre la COVID-19 : il faut « aplatir la courbe » ! Toutefois, contrairement à la COVID-19, les principales solutions pour y arriver sont connues depuis plusieurs années.

L'éventail de ces solutions se résume par un changement de paradigme sur le plan de la conception faite à l'époque : il faut limiter la quantité d'eau qui est acheminée aux réseaux d'égouts. Cela peut être accompli en retenant les eaux à la source par l'entremise d'infrastructures vertes et bleues qui favorisent les processus hydrologiques naturels comme l'infiltration et

l'évapotranspiration. Les options sont multiples : systèmes de biorétention, jardins de pluie, noues végétalisées, saillies drainantes, pavages perméables, tranchées d'infiltration, toits verts et bleus, barils de pluie, pour ne nommer que celles-là. Il mérite d'être souligné que ces infrastructures vertes et bleues comportent aussi d'autres bénéfices économiques, environnementaux et sociaux, tels que la recharge de la nappe phréatique, la réduction des îlots de chaleur et l'augmentation de la biodiversité. Ensuite, il est aussi possible de convertir les points bas – où l'excédent du ruissellement s'accumule lors des pluies extrêmes – en bassins de rétention ou encore en parcs résilients. Ces ouvrages tampons ont pour principal objectif de retenir les eaux temporairement, permettant de soulager davantage les réseaux d'égouts. Toutefois, l'adaptation des infrastructures aux changements climatiques, notamment par le biais de ces solutions, nécessitera d'injecter des fonds.

Des investissements importants et rentables

Une étude réalisée par WSP et Ouranos chiffre les dépenses nécessaires par l'ensemble des villes et municipalités pour adapter leurs infrastructures aux changements climatiques à 2 milliards additionnels par année, et ce, jusqu'en 2055 (WSP, 2022, p. 3). La demande des grandes villes du Québec depuis plus d'un an pour la mise en place d'un « pacte vert » visant un financement de 2 milliards par année pour cinq ans (UMQ, 2022) est loin d'être futile. Peu importe d'où viendra le financement, une chose est sûre : il est essentiel et il est plus que rentable. En effet, l'Institut climatique du Canada (ICC) estime que chaque dollar investi dans des mesures d'adaptation proactives pourrait se traduire en retombées économiques totales de 13 \$ à 15 \$ (ICC, 2022, p. 14). Cependant, sans actions concrètes, la situation continuera de se détériorer avec des impacts financiers et de la détresse humaine qui seront largement supérieurs aux investissements demandés. ●

Références

ICC (2022). *Limiter les dégâts : réduire les coûts des impacts climatiques pour le Canada*. En ligne : institutclimatique.ca/wp-content/uploads/2022/09/Limiter-les-degats_FR_0927.pdf.

UMQ (Union des municipalités du Québec) (2022). *Les grandes villes du Québec proposent la mise en place d'un Pacte vert avec le prochain gouvernement québécois*. En ligne : umq.qc.ca/publication/les-grandes-villes-du-quebec-proposent-la-mise-en-place-dun-pacte-vert-avec-le-prochain-gouvernement-quebecois.

WSP (2022). *Étude sur l'impact des changements climatiques sur les finances publiques des municipalités du Québec*. En ligne : ouranos.ca/sites/default/files/2023-05/proj-202025-impacts-cc-finances-municipales-709070-gosselin-rapportfinal.pdf.

Entretien avec M. Daniel Wolfish

Mise en place de l'Agence canadienne de l'eau



PAR JEAN PAQUIN, ing., EESA®
Avisseur technique, Sanexen Services
Environnementaux inc.

Un approvisionnement en eau douce propre et salubre est essentiel à la santé de la population, à la durabilité de l'environnement et à l'économie. Les Canadiennes et Canadiens sont préoccupés par l'augmentation de la fréquence et de l'ampleur des défis liés à l'eau douce en raison des changements climatiques. Améliorer la gestion de l'eau dans un esprit de collaboration; voilà le mandat de l'Agence canadienne de l'eau.

Pouvez-vous vous présenter brièvement ?

Je m'appelle Daniel Wolfish et je suis sous-ministre adjoint par intérim à l'Agence canadienne de l'eau (ACE) depuis juin 2023. Je suis responsable de la supervision de l'organisme et de son travail, et plus précisément : d'établir et de renforcer des relations avec des partenaires et des intervenants clés; de mettre en œuvre le mandat de l'organisme; d'accéder au financement de l'organisme et de ses programmes; de faire progresser la modernisation de la *Loi sur les ressources en eau du Canada*; et de faire la transition de l'organisme vers une entité autonome basée à Winnipeg.

Auparavant, j'ai été directeur général des opérations régionales au Service canadien de la faune pendant près de cinq ans. Depuis 2001, j'ai occupé des postes dans le domaine de la conservation et de la protection de l'environnement à Environnement et Changement climatique Canada (ECCC), à Santé Canada, au Bureau du Conseil privé et au ministère des Pêches et des Océans.

Pourriez-vous expliquer la genèse de l'Agence canadienne de l'eau ?

En 2019, le ministre d'ECCC a reçu – dans sa lettre de mandat – la demande de « créer une nouvelle ACE qui travaillera de concert avec les provinces, les territoires, les communautés autochtones, les autorités locales, les scientifiques et d'autres intervenants afin de trouver les meilleurs moyens d'assurer la salubrité, la propreté et la bonne gestion de notre eau ». Cet



engagement a été réaffirmé dans les lettres de mandat, les budgets et les discours du Trône subséquents. L'ACE a donc été créée au sein d'ECCC. Le gouvernement du Canada s'est engagé à faire de l'ACE une agence autonome. Nous travaillons actuellement sur cette transition et sur la constitution de l'équipe.

L'ACE doit, entre autres objectifs, renforcer la collaboration et trouver les meilleurs moyens de garder notre eau salubre, propre et bien gérée. La réconciliation avec les premiers peuples est aussi au cœur de notre mandat. À cette fin, l'ACE met en œuvre des éléments clés du Plan d'action pour l'eau douce. Il permettra, entre autres, de :

- restaurer, protéger et gérer les plans d'eau d'importance nationale;
- assurer un leadership en matière de politiques et élaborer des approches pangouvernementales;
- faciliter l'accès aux ressources fédérales en eau douce;
- promouvoir la collaboration fédérale-provinciale-territoriale;

- soutenir les relations entre le Canada et les États-Unis;
- offrir des possibilités et du financement pour l'inclusion et la participation des Autochtones aux activités d'eau douce;
- tirer parti de la science et des données sur l'eau douce pour améliorer les résultats des politiques et des programmes;
- rendre compte régulièrement de l'état de la qualité, de la quantité, de la disponibilité et de l'utilisation de l'eau douce au Canada;
- appuyer d'autres efforts fédéraux (comme la Stratégie nationale d'adaptation et la Stratégie fédérale de développement durable);
- moderniser la *Loi sur les ressources en eau du Canada*, en tenant compte des changements climatiques et des droits des peuples autochtones. L'ACE cherche à mobiliser ses partenaires de manière significative et créative.

Quelle est la démarche du gouvernement canadien pour l'implantation de l'ACE ?

La gestion de l'eau douce dans un pays aussi vaste que le Canada est complexe. Les défis varient d'une région à l'autre et peuvent impliquer plusieurs juridictions. Il s'agit d'une responsabilité partagée; fédérale, provinciale, territoriale et autochtone. Afin de guider la création de l'ACE, ECCC a mené un vaste processus de consultation publique auquel ont participé les provinces, les territoires, les peuples autochtones et d'autres intervenants. Par la suite, l'ACE a été créée en deux phases : en juin 2023, nous avons établi l'ACE en tant que direction générale au sein d'ECCC, puis nous établirons l'Agence en tant qu'entité autonome, à l'extérieur d'ECCC, mais relevant du ministre d'ECCC.

Dans le budget de 2023, le gouvernement du Canada s'est engagé à présenter un projet de loi pour créer l'entité autonome. Le 30 novembre 2023, ce projet de loi (intitulé *Loi sur l'Agence canadienne de l'eau*) a été déposé à la Chambre des communes. Une fois adoptée, l'ACE entrera en fonction à une date fixée par décret.

Le siège social sera situé à Winnipeg avec des bureaux régionaux à cinq endroits au pays, reconnaissant que la diversité des besoins devrait guider le travail de l'organisme et la mise en œuvre du plan d'action.

Concernant les familles de composés organohalogénés nocifs, bioaccumulables et persistants, est-ce qu'une approche globale sera considérée (plutôt qu'une approche molécule par molécule) ?

Le 20 mai 2023, Santé Canada et ECCC ont publié une ébauche du rapport sur l'état des substances perfluoroalkyliques et polyfluoroalkyliques (SPFA) établi en vertu de l'article 68 de la *Loi canadienne sur la protection de l'environnement* (LCPE) (Gouvernement du Canada, 2023a). Dans le rapport, on renvoie les SPFA à la définition chimique générale donnée par l'Organisation de coopération et de développement économiques qui, à quelques exceptions près, comprennent tout composé comportant au moins un groupe méthyle perfluoré (–CF₃) ou

un groupe méthylène perfluoré (–CF₂–). Compte tenu des connaissances acquises sur les SPFA bien étudiées et de la possibilité que d'autres SPFA se comportent de manière similaire, il est proposé de conclure que la classe des SPFA satisfait à un ou à plusieurs des critères énoncés à l'article 64 de la LCPE.

Un cadre de gestion des risques pour les SPFA a également été publié, proposant des objectifs en matière d'environnement et de santé humaine ainsi que des options de gestion des risques (Gouvernement du Canada, 2023b). Une approche de même nature n'a pas encore été prise pour les composés organiques bromés et chlorés.

L'azote total n'est pas un enjeu d'eutrophisation en eau douce, mais entraîne des zones hypoxiques et anoxiques dans l'estuaire et le golfe du Saint-Laurent. Comment l'ACE compte-t-elle limiter l'apport d'azote total dans les Grands Lacs en coopération avec les États-Unis ?

Dans le cadre de l'Accord relatif à la qualité de l'eau dans les Grands Lacs de 2012, le Canada et les États-Unis ont reconnu que la qualité des eaux des Grands Lacs peut avoir une incidence sur la qualité des eaux du fleuve Saint-Laurent. Les deux pays se sont donc engagés à coordonner des mesures binationales pour gérer les concentrations et les charges de phosphore ainsi que d'autres éléments nutritifs, si nécessaire, dans les eaux des Grands Lacs.

Dans le lac Érié, l'accent est mis sur la lutte contre le phosphore, principal facteur de prolifération d'algues nuisibles et de conditions hypoxiques. La plupart des pratiques qui réduisent le phosphore, comme les cultures de couverture ou les plans de gestion des éléments nutritifs, entraîneront également une réduction de l'azote. Les mesures prioritaires binationales pour le lac Ontario visent à combler les principales lacunes en matière d'informations liées à l'estimation des charges en nutriments et à la compréhension des répercussions locales.

Je reconnais que les Grands Lacs sont l'une des sources d'eau et d'éléments nutritifs du fleuve Saint-Laurent. Je me réjouis à l'idée de continuer à travailler avec le Québec – dans le cadre de l'Entente Canada-Québec sur le fleuve Saint-Laurent – afin de mieux comprendre les préoccupations liées aux conséquences de l'excès d'azote sur le fleuve et le golfe. ●

Références

Gouvernement du Canada (2023a). *Ébauche du rapport sur l'état des substances perfluoroalkyliques et polyfluoroalkyliques (SPFA)*. En ligne : canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/evaluation-substances-existantes/ebauche-rapport-etat-substances-perfluoroalkyliques-polyfluoroalkyliques.html#toc2.

Gouvernement du Canada (2023b). *Cadre de gestion des risques pour les substances perfluoroalkyliques et polyfluoroalkyliques (SPFA)*. En ligne : canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/evaluation-substances-existantes/cadre-gestion-risques-substances-perfluoroalkyliques-polyfluoroalkyliques.html.

Éco Entreprises Québec

De nombreux défis pour 2024



PAR MARIE-CLAUDE RIVET
Cheffe, Stratégie et affaires publiques,
Éco Entreprises Québec

À moins d'un an de l'entrée en vigueur complète de la modernisation de la collecte sélective, le 1^{er} janvier 2025, Éco Entreprises Québec est dans un sprint final pour franchir le premier jalon majeur de cette modernisation : la conclusion de quelque 120 ententes contractuelles de partenariat avec les organismes municipaux.

Ces ententes viennent encadrer ce que seront les responsabilités et les obligations de chacun en définissant les modalités générales de collecte, de transport et de services de première ligne à la population quant aux matières recyclables.

Pour atteindre l'ensemble de ses objectifs et remplir sa mission à titre d'organisme de gestion désigné (OGD) pour la collecte sélective (voir l'encadré), Éco Entreprises Québec (ÉEQ) a mis en place un processus de gestion des différents projets découlant de son Plan d'élaboration et de mise en œuvre du système de collecte sélective. Ainsi, une série d'orientations ont été adoptées de manière à guider ses actions.

Collecte et tri des matières : les grandes orientations

Le geste est important et le symbole fort : ÉEQ s'engage à ne laisser de côté aucune matière visée. Une liste uniformisée des matières sera adoptée à l'échelle de tout le Québec.

Pour encadrer par contrats les services de collecte et de transport avec les organismes municipaux (OM) et les communautés autochtones, les regroupements des OM sont une priorité afin d'optimiser les opérations ainsi que de maximiser les économies d'échelle et l'efficacité administrative. Cela dit, la responsabilité des services de première ligne sera partagée entre ÉEQ et les OM.

« Le geste est important et le symbole fort : ÉEQ s'engage à ne laisser de côté aucune matière visée. Une liste uniformisée des matières sera adoptée à l'échelle de tout le Québec. »



Le tri des matières recyclables est une priorité afin de doter le Québec d'infrastructures de tri du XXI^e siècle. Au cours des dernières années, les investissements ont été à peine suffisants pour remplacer les équipements arrivés en fin de vie ou pour hausser les capacités requises.

Parmi les grands changements prévus, ÉEQ devient propriétaire des matières recyclables ramassées via les services municipaux de collecte sélective. L'OGD devient donc responsable de la commercialisation des matières collectées pour et au nom des producteurs qu'il représente.

L'octroi des contrats de tri des matières est également sous la responsabilité de ÉEQ qui a mis en place, à l'automne 2023, un processus d'appel de propositions qui se conclura par la signature de contrats avec des centres de tri d'ici la fin du printemps 2024. À titre d'exemple, le nouveau centre de tri de l'est de l'île de Montréal, actuellement en construction, a fait l'objet d'une entente contractuelle entre ÉEQ et la firme Matrec (division de GFL) pour sa construction et son opération pour une période de 10 ans.

Valorisation de la matière

Conformément au cadre réglementaire, ÉEQ favorisera des contrats de vente des matières à des conditionneurs et à des recycleurs locaux dans la mesure où les capacités seront suffisantes et que le niveau de concurrence sera satisfaisant.

Traçabilité et indicateurs de performance

Il faut savoir que 59 indicateurs de performance ont été identifiés par ÉEQ, dont 14 sont jugés stratégiques. Les caractérisations en centres de tri devront alors permettre de répondre à trois objectifs :

1. Mesurer l'atteinte des seuils de performance réglementaire;
2. Vérifier – à des fins contractuelles – l'atteinte des critères de performance des centres de tri;
3. Mesurer et contrôler la composition et la contamination de la matière entrante à des fins de rétroaction ainsi que d'information, de sensibilisation et d'éducation (ISÉ) auprès des OM.

Dans cette perspective, un projet pilote sera mis sur pied à court terme tout au long de la chaîne de valeur pour un éventuel choix et déploiement du système de traçabilité.

Mobilisation des parties prenantes

Comme le veut le Règlement portant sur un système de collecte sélective de certaines matières résiduelles et d'autres dispositions réglementaires, des comités de suivi de la mise en œuvre des services de proximité et de la prise en charge des matières seront mis sur pied au plus tard en 2025.

Soucieux de garder un lien de communication avec toutes les parties prenantes – producteurs, villes et municipalités, centres de tri, recycleurs, etc. –, ÉEQ se fera fort de joindre les grands partenaires de la chaîne de valeur.

Information, sensibilisation et éducation

Pour contribuer à l'atteinte des cibles de récupération, la stratégie d'ISÉ déployée sur tout le territoire bénéficiera d'un budget substantiel. La première phase, dévoilée au début de l'année 2024, fait l'objet d'une vaste campagne sociétale de changement de comportement. À l'aide d'une marque citoyenne forte, ÉEQ devient responsable de la sensibilisation des Québécoises et Québécois au bon geste de tri qui est essentiel au bon fonctionnement de la collecte sélective.

Un projet audacieux et porteur

On le voit bien, les défis sont nombreux pour Éco Entreprises Québec; 2024 est une année charnière. Les objectifs sont ambitieux, les cibles incontournables, le calendrier demeure serré. Mais bien que la tâche soit imposante, l'esprit qui anime sa présidente-directrice générale, Maryse Vermette, est tout aussi pragmatique qu'enjoué :

« Nous devons prendre des décisions pour assurer le succès de la modernisation. Mais nous devons aussi être très vigilants sur le plan financier afin que chaque dollar investi dans le système soit optimisé. Je n'ai aucun doute que nous saurons, tous ensemble, mener à bien cet important projet. Nous avons

tous les outils en main pour réussir. La voie est claire et bien définie, et notre équipe est pleinement mobilisée pour assurer la réalisation de notre mandat. » ●

OBLIGATIONS DE ÉEQ

- Gestion des ententes contractuelles avec les villes et municipalités;
- Gestion directe de la collecte des matières recyclables pour les villes et municipalités qui se seront retirées du système;
- Élargissement à partir de 2027 de la desserte des lieux publics extérieurs;
- Desserte des industries, des commerces et des institutions (ICI) ainsi que des multilogements non desservis par les villes et municipalités;
- Gestion des contrats de tri et de la vente de la matière;
- Déploiement de campagnes d'ISÉ à l'échelle provinciale et production de matériel local;
- Fourniture des bacs et des conteneurs de récupération;
- Déploiement d'un service de collecte sélective pour le Grand Nord (soit 59 communautés autochtones et 30 territoires isolés et éloignés).



Conseil stratégique en environnement

Microprogramme de 3^e cycle au Campus de Longueuil

- Pour personnes professionnelles en exercice
- Formation à temps partiel
- Petits groupes favorisant les échanges
- Cours offerts en partie à distance

USherbrooke.ca
/environnement/3e-cycle

UDS Université de Sherbrooke

Adaptation aux changements climatiques

Les villes et municipalités en première ligne



PAR VINCENT OUELLET JOBIN
Chargé de projets et développement,
Centre d'écologie urbaine

Il est 8 heures du matin, le samedi 14 octobre 2023. Amélie Roy, chef de division planification et projets à la Ville de Boisbriand, arrive à la Maison du citoyen. À côté de la bâtisse se trouve un sentier asphalté défraîchi, envahi par du gazon. Dans quelques heures, sous la supervision d'Amélie, une vingtaine de bénévoles viendront retirer à la main 175 m² d'asphalte pour les remplacer par des végétaux.

« Après autant de préparatifs menant à la réalisation de ce projet, je ne peux pas m'empêcher d'être fébrile en attendant nos bénévoles », confie Amélie.

La Ville de Boisbriand est l'une des premières au Québec à mettre en place un projet de déminéralisation participative sur son territoire, avec Sherbrooke et Saint-Jean-sur-Richelieu. Ces trois villes font partie de la première cohorte municipale du projet « Sous les pavés »; il s'agit d'un projet de déminéralisation participative entamé en 2017 par le Centre d'écologie urbaine, qui accompagne diverses organisations dans le dépavage de milieux de vie vulnérables aux îlots de chaleur. Ces activités sont menées par et pour la population locale.

« Ces trois villes font partie de la première cohorte municipale du projet « Sous les pavés »; il s'agit d'un projet de déminéralisation participative entamé en 2017 par le Centre d'écologie urbaine, qui accompagne diverses organisations dans le dépavage de milieux de vie vulnérables aux îlots de chaleur. Ces activités sont menées par et pour la population locale. »



Pourquoi déminéraliser ?

À Boisbriand, comme ailleurs au Québec, l'urbanisation s'est développée de manière fulgurante au cours des dernières décennies, faisant ainsi grandir la part des surfaces imperméables au détriment des surfaces perméables naturelles. L'accroissement de la minéralisation du sol engendre des effets négatifs tant sur le plan environnemental que sur le plan de la santé humaine. Que ce soit à travers un ruissellement accru d'eau polluée vers les cours d'eau ou les systèmes d'égouts, ou la présence d'îlots de chaleur dans les villes, la population et les écosystèmes en ressentent fortement les conséquences.

Parallèlement, les changements climatiques auront des répercussions sur le régime hydrique, avec des événements météorologiques extrêmes plus intenses et plus fréquents, tels que les pluies diluviennes ou les canicules vécues au cours des dernières années.

« Un projet comme «Sous les pavés» nous permet, en tant que ville, de tester des solutions pratiques pour adapter notre territoire et d'impliquer les citoyennes et citoyens par la même occasion », affirme Amélie.

Les villes et municipalités québécoises s'affairent déjà à assurer la résilience de leur territoire et de leurs communautés. Le défi est de taille, puisqu'elles composent avec des infrastructures

vieillissantes et peu de ressources pour y faire face. Une étude récente de l'Union des municipalités du Québec (UMQ) affirmait que les villes et municipalités auraient besoin de 2 milliards de dollars jusqu'en 2055 pour s'adapter efficacement aux effets des changements climatiques (UMQ, 2022).

Le monde municipal en quête de solutions

Parmi les options qui s'offrent aux villes et municipalités québécoises, les mesures d'écofiscalité sont de plus en plus explorées. La plupart de leurs revenus provenant de la taxation sur la valeur foncière des immeubles, les mesures d'écofiscalité visent à la fois à encourager de meilleures pratiques environnementales et à diversifier le financement des initiatives municipales en matière d'environnement. Récemment, la Ville de Laval a instauré une taxe sur les surfaces pavées dans son centre-ville. En 2010, la Ville de Montréal a imposé une taxe sur les parcs de stationnement dans certains secteurs; initialement prévue pour densifier et financer le transport en commun, cette taxe a permis de réduire le nombre de stationnements au centre-ville et de générer environ 200 millions de dollars en revenus de 2010 à 2018.

Outre les mesures fiscales, certaines villes et municipalités se tournent vers leurs outils réglementaires pour entraîner le changement (Règlementation, s. d.). La Ville de Cowansville, par exemple, a décidé de retirer le nombre minimal de cases de stationnement dans certains secteurs, permettant ainsi de réduire les surfaces imperméables. D'autres administrations, comme celle de l'Arrondissement de Rosemont–La Petite-Patrie à Montréal, imposent désormais des superficies minimales de verdissement pour certains terrains. Dans l'Arrondissement de Rivière-des-Prairies–Pointe-aux-Trembles à Montréal, une réglementation permettant des ententes de partage de stationnement a mené à une collaboration entre une école secondaire et un aréna, permettant aux automobilistes qui se rendent à l'aréna d'utiliser le stationnement de l'école en période d'achalandage; ainsi, 40 % du stationnement de l'aréna a été converti pour laisser place à des espaces verts et à la nouvelle Maison des jeunes.

D'autres villes, comme Boisbriand, ont décidé d'agir en adoptant des stratégies de déminéralisation. L'implantation d'un programme de déminéralisation de type « Sous les pavés » est une avenue que les villes et municipalités peuvent prendre. Quant à la Ville de Québec, elle offre un programme de soutien financier destiné aux organismes et aux institutions pour déminéraliser et verdifier des terrains privés. Depuis 2021, les 31 projets participatifs ont mené à la déminéralisation de près de 3 km² de surface et à la plantation de 2 000 arbres et arbustes.

Le programme Habitation durable de Victoriaville propose également une approche qui inclut la participation de la communauté. Ce programme a inspiré de nombreuses villes et municipalités québécoises qui l'ont repris et lancé sur leur territoire. Les subventions du programme sont directement destinées aux citoyennes et citoyens, permettant de financer des mesures positives pour l'environnement, dont la déminéralisation.

Travailler avec la population

Réduire les répercussions des surfaces imperméables demande une planification raisonnée à grande échelle et un travail de sensibilisation auprès de la population. Une enquête d'opinion commandée par le Centre d'écologie urbaine en 2022 montrait que seuls 14 % des Québécoises et Québécois considèrent qu'il y a trop d'asphalte dans leur milieu de vie. La sensibilisation aux enjeux de minéralisation des sols est donc essentielle afin d'inciter la communauté à passer à l'action. Outre la déminéralisation, les villes et municipalités doivent penser à réviser leurs règlements et leurs façons de faire pour éviter de minéraliser davantage leur territoire ou réduire les effets négatifs de cette pratique. Selon Christine Beaudette, mairesse de Boisbriand, « le projet « Sous les pavés » permet au personnel, aux élus municipaux et à la population de s'unir et d'intervenir face à un enjeu incontournable qu'est la crise climatique. Il mobilise tous les acteurs impliqués autour d'une vision commune du milieu de vie dans un souci du bien collectif. Il redonne ainsi un certain pouvoir aux citoyennes et citoyens afin qu'ils contribuent, eux aussi, à la transformation de leur communauté ».

Pour plus d'informations ou pour consulter les outils du projet « Sous les pavés », visitez le www.souslespaves.ca. ●

Source de la photo de la page 24 : Ville de Boisbriand.

Références

Règlementation (s. d.). *La réglementation municipale, levier incontournable de la transition écologique*. En ligne : reglementaction.com.

UMQ (2022). *Adaptation aux changements climatiques : des coûts de 2 G\$ par année pour les municipalités jusqu'en 2055*. En ligne : umq.qc.ca/wp-content/uploads/2022/12/changements-climatiques.pdf.



Des bénévoles s'affairent à enlever l'asphalte à la main lors du projet « Sous les pavés » organisé par la Ville de Boisbriand.

Sols contaminés

Que faire avec des composés organiques non extractibles ?



PAR **CLAUDE MARENGO**, chimiste et microbiologiste, M. Sc., D.S.C., VEA®
Directeur de projet, FNX-INNOV inc.
cmarengo@fnx-innov.com

Les méthodes d'analyse en laboratoire utilisent divers moyens d'extraction des contaminants organiques (p. ex. : par des solvants, par volatilisation). Toutefois, certains de ces contaminants sont trop fortement absorbés ou adsorbés par un sol et sont donc, en principe, non analysables; cela engendre des faux négatifs laissant croire en l'absence de contamination.

Comment cela peut-il se produire ?

Pour les contaminants couramment analysés (p. ex. : les hydrocarbures aromatiques polycycliques [HAP]), les méthodes d'analyse sont assez efficaces pour la plupart des situations, mais il subsiste la possibilité d'une contamination mixte avec d'autres substances organiques (p. ex. : paraffines, polymères) qui peuvent réduire considérablement leur récupération sans que le contrôle de la qualité détecte le problème. D'autres contaminants organiques peuvent se fixer plus ou moins fortement par adsorption sur des matrices organiques ou inorganiques et ne pas être extractibles par les méthodes courantes. Une bonne connaissance de la chimie des contaminants est donc nécessaire pour identifier les situations potentiellement à risque de sorptions et les autres effets de matrice. Dans les activités de caractérisation environnementale et de restauration de sites, cette connaissance pointue – combinée à une approche multidisciplinaire – peut assurer une meilleure protection de l'environnement et de la santé publique.

Quoi faire ?

Des ajustements à la méthode d'analyse peuvent être faits pour clarifier la situation; par exemple, en utilisant la technique communément appelée la « méthode des ajouts dosés », qui consiste essentiellement en des ajouts du contaminant à différentes concentrations dans un échantillon représentatif et avec des temps de contact plus ou moins prolongés. Cette approche peut détecter un problème de sorption ou de dégradation (très peu ou pas de récupération du contaminant dans ces deux cas) et permettre une quantification acceptable en cas de pourcentages de récupération mesurables. S'il y a



dégradation, il n'y a pas de problème environnemental significatif, sauf si des sous-produits de dégradation sont toxiques et assez stables. En cas de sorption, le contaminant se désorbe-t-il plus ou moins rapidement? Est-il persistant?

Exemple de forte sorption et de sous-produits toxiques

Les xanthates sont des produits chimiques très solubles dans l'eau et qui sont principalement utilisés dans l'industrie minière pour l'extraction de métaux. Les xanthates sont obtenus en faisant réagir un alcool (p. ex. : éthanol ou pentanol) avec du disulfure de carbone (CS_2) pour obtenir un xanthate (p. ex. : éthyle xanthate ou amyle xanthate) sous forme de sels ou en solution aqueuse. Ils se dégradent assez facilement en alcool et en CS_2 dans une solution avec un pH acide. Il serait donc facile d'analyser un sol contaminé par des xanthates en utilisant une extraction à l'eau suivi par un dosage direct du xanthate ou par sa dégradation en pH acide pour analyser l'alcool et le CS_2 .

Voici maintenant un cas où des matériaux (résidus miniers avec sols provenant d'un ancien site minier) étaient suspectés d'être contaminés aux xanthates, mais apparemment non contaminés en utilisant une méthode courante d'extraction liquide. Comme ces matériaux étaient contaminés aussi en hydrocarbures et par de la matière organique (végétale), il fallait également éviter ces interférences.

Une autre méthode a donc été essayée pour minimiser les interférences et pour accroître la force de désorption et de dégradation en prenant, par exemple : 2 g du matériau dans une fiole scellée avec ajustement à pH 2,0, suivi par un chauffage à 60 °C durant 30 minutes. La fiole scellée était connectée à un système « Espace de tête » (*Headspace*) pour analyser les vapeurs générées (pouvant contenir les alcools et le CS₂) par chromatographie gazeuse avec détecteur d'ionisation de flamme (GC/FID). Les récupérations étaient complètes et rapides en utilisant des solutions de xanthates directement dans les fioles scellées, mais aucune récupération de xanthates n'était obtenue avec des échantillons des matériaux par ajouts dosés de 25 ou 50 ppm de xanthates. On a donc conclu à une forte sorption, mais aussi à une stabilisation des xanthates dans les matériaux; une approche analytique complètement différente devenait alors nécessaire (les premiers travaux d'analyses ont été effectués avec MS Pharma, maintenant connu sous le nom de Neopharm Laval).

Une méthodologie plus radicale était alors requise pour désorber et dégrader les xanthates, ainsi que pour permettre d'identifier et de quantifier les alcools et le CS₂. La technologie par TG-IR-GC/MS permet de répondre à ces besoins. Ce système est composé de quatre instruments soit : un analyseur thermogravimétrique (TG) (p. ex. : programmation de 35 °C à 600 °C, mesure de la perte de masse au microgramme); un spectrophotomètre infrarouge à transformation de Fourier (IR); un chromatographe en phase gazeuse (GC) (séparation des contaminants de façon sélective); et un spectromètre de masse (MS) (identification des contaminants). Ce système peut fonctionner aussi en mode TG-MS et TG-GC/MS. La « Plateforme de caractérisation des systèmes électrochimiques MAPLES », de l'Université de Montréal, possède ce système et était disponible pour accueillir le projet (contact : Éric Dionne, chimiste, eric.r.dionne@umontreal.ca).

Les premiers essais ont permis de découvrir les conditions opérationnelles pour la dégradation et la quantification des xanthates. Les principales caractéristiques de la méthode développée sont les suivantes : 1) limite de détection de méthode (LDM) de 1 ppm en amyle xanthate (1 mg/kg); 2) quantification basée sur le disulfure de carbone (CS₂) avec valeurs types de récupération entre 75 % et 120 %; 3) coefficient de variation inférieur à 30 % et coefficient de corrélation supérieur à 0,990; 4) identification de produits de dégradation (pentène et pentanol). Les résultats ont démontré que c'est l'amyle xanthate qui contamine les matériaux du site étudié (voir la figure 1).

Le principal avantage de ce système est que l'échantillon peut être analysé dans sa matrice initiale. Les analyses sur des xanthates chélatés (ou complexés) en solution avec des métaux de transition (cuivre, platine, nickel, etc.) par thermogravimétrie, par spectrophotométrie IR ou par chromatographie à phase gazeuse ne sont pas nouvelles. L'innovation du projet réside dans le fait qu'il permet, en une expérience, d'exploiter les quatre instruments – tant pour des essais qualitatifs que pour des essais quantitatifs – sur des échantillons granulaires environnementaux (sols, résidus miniers, etc.).

Des résultats probants

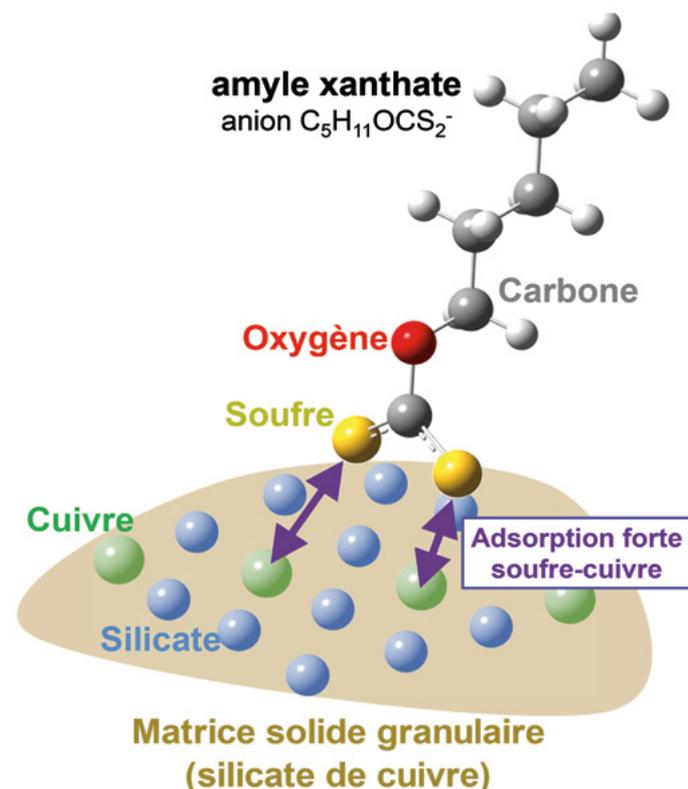
Les analyses sur une centaine d'échantillons ont permis de confirmer la présence de contaminations en amyle xanthate avec une faible concentration et dans une faible proportion des échantillons. Des économies considérables pour la réhabilitation du site sont alors devenues possibles par la réduction importante des quantités de matériaux initialement suspectés d'être contaminés aux xanthates. De plus, une demi-vie de dégradation de l'amyle xanthate a été estimée à environ six mois pour 40 % des échantillons, alors que les autres ont montré nettement une plus longue stabilité (non détectable sur trois mois), ce qui confirme une certaine persistance du xanthate, mais aussi un potentiel plutôt lent de libération de produits de dégradation toxiques dans l'environnement. ●

Source de la photo de la page 26 : Éric Dionne (MAPLES, s. d.).

Référence

MAPLES (s. d.). *Montreal Area PLatform for Electrochemical Systems*. En ligne : maples.umontreal.ca.

FIGURE 1
Molécule de xanthate – ion d'amyle xanthate (AX⁻) – adsorbé sur une matrice de type silicate de cuivre



Le cuivre (qui reste lié de façon covalente à la matrice) et l'ion AX⁻ s'attirent mutuellement de façon électrostatique sans créer de liaison covalente (MAPLES, s. d.).

Espèces aquatiques envahissantes

Leurs conséquences sur la biodiversité



PAR MATYS TESSIER, ing.
Cofondateur, Ozero Solutions
Matys.Tessier@ozerosolutions.com

Selon l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), les espèces exotiques envahissantes sont la deuxième plus grande menace pour la biodiversité des habitats (Gouvernement du Canada, 2017). Transportées majoritairement par des activités humaines, ces espèces perturbent l'équilibre délicat des écosystèmes aquatiques. Elles monopolisent les ressources, et prolifèrent, supplantent ou chassent les espèces indigènes.

Les principales voies d'introduction des espèces exotiques envahissantes dans le milieu aquatique sont les coques des bateaux et les eaux de ballast rejetées par les navires. Les appâts vivants utilisés lors de la pêche récréative, ainsi que les espèces échappées ou rejetées par l'aquaculture ou les aquariums représentent également un grave problème (CDB, s. d., p. 52). Environ 90 % des introductions d'espèces envahissantes sont causées par les humains. Les causes naturelles – comme les inondations, les oiseaux et les tempêtes – représentent un faible pourcentage des introductions.

Les espèces aquatiques envahissantes (EAE) supplantent la faune et la flore aquatiques indigènes. Une fois établies dans un nouveau milieu, les EAE ne sont pas un substitut de nourriture de qualité pour les espèces indigènes. Les espèces fauniques qui dépendent des espèces indigènes doivent alors se déplacer dans un autre habitat, lequel est souvent moins propice à leur survie. Une surabondance d'EAE végétales altère aussi la qualité de l'eau en limitant le taux d'oxygène nécessaire à la survie des poissons et des autres organismes aquatiques (MFFP, 2018).

L'histoire du brochet du Nord

Selon des recherches menées par l'UICN, les espèces aquatiques envahissantes sont associées à des changements dévastateurs dans les écosystèmes, menaçant la biodiversité en modifiant les réseaux trophiques et en compétitionnant avec les espèces indigènes pour les ressources limitées (UICN, 2021).



Par exemple, l'introduction du brochet du Nord dans plusieurs lacs des États-Unis, en dehors de son habitat naturel, a entraîné des conséquences néfastes. Originaire du Canada, cette espèce a été volontairement introduite aux États-Unis pour la pêche sportive, mais sa présence a perturbé l'équilibre écologique en devenant un prédateur vorace, modifiant ainsi les chaînes alimentaires et perturbant les populations de poissons indigènes.

Des études menées par le U.S. Geological Survey (USGS, 2019) mettent en évidence les effets négatifs de ces introductions de brochets du Nord dans ces habitats. Ces changements dans la composition des espèces de poissons peuvent entraîner des déséquilibres écologiques, affectant non seulement la biodiversité locale, mais également les activités de pêche et le tourisme.

« Ces changements dans la composition des espèces de poissons peuvent entraîner des déséquilibres écologiques, affectant non seulement la biodiversité locale, mais également les activités de pêche et le tourisme. »

Loisir et économie

L'alimentation par filtration des moules envahissantes (zébrées et quagga) augmente la clarté de l'eau et facilite la pénétration de la lumière. Cela favorise la croissance des plantes aquatiques et des algues, ce qui permet à certaines espèces – telles que *Cladophora* (algue verte qui pousse sur les roches) – de se développer dans des zones plus profondes que celles normalement observées (SOLEC, 2009). La prolifération d'algues amène des problèmes esthétiques et olfactifs lorsque les algues et les organismes qui y sont piégés s'échouent sur la plage. La décomposition, qui génère une odeur nauséabonde, crée des conditions propices à la prolifération des bactéries (WDNR, s. d.), ce qui engendre des effets néfastes sur la santé des personnes qui fréquentent ces endroits.

Ces altérations dans les écosystèmes aquatiques entraînent des répercussions directes sur les activités humaines. Certaines espèces aquatiques envahissantes peuvent endommager les infrastructures en obstruant les systèmes de canalisation, affectant ainsi les systèmes d'approvisionnement en eau des centrales électriques et les activités de navigation.

Plusieurs répercussions économiques sont causées par les EAE. Les industries de la pêche commerciale et sportive ont été les plus touchées. Les dommages et les coûts de contrôle ont été estimés à 4,5 milliards de dollars par an pour ces secteurs (LSWG, 2014, p. 9). Ces effets négatifs sont attribuables à la réduction des populations de poissons indigènes, directement causée par la compétition pour les ressources avec les espèces envahissantes. Il y a aussi les dommages aux infrastructures, aux bateaux et à leurs équipements. Les EAE ont également des effets économiques importants sur la valeur des propriétés riveraines, le tourisme, les services publics et d'autres industries. Les pertes totales ont été estimées, en 2005, à 5 milliards de dollars américains par an (pour les eaux américaines et canadiennes) (LSWG, 2014, p. 9).

Comment se protéger ?

Le Regional Public Works Commissioners of Ontario (RPWCO) estime que chaque dollar investi en prévention permet d'économiser 100 \$ qui devra être dépensé en contrôle. C'est pourquoi la prévention est la méthode à préconiser dans la lutte contre les EAE (RPWCO, 2020).

Plusieurs actions peuvent être mises en place afin de réduire le risque d'invasion d'EAE : des mesures pour réduire les introductions accidentelles, des programmes de surveillance pour détecter rapidement les espèces envahissantes, et des campagnes de sensibilisation du public sur les risques de ces introductions.

Le lavage d'embarcations nautiques, pour sa part, est une solution qui permet de réduire les risques de propagation des EAE par l'entremise des bateaux de plaisance. Au Québec, des stations permettent généralement de laver la coque et la remorque de l'embarcation avec l'aide d'une laveuse à pression. Certaines de ces stations – les plus à jour – utilisent de l'eau chaude et permettent

aussi de décontaminer la tuyauterie interne des embarcations, tels les viviers, les ballasts, les turbines de motomarines et le refroidissement des moteurs hors-bord. Les embarcations qui ont ces équipements représentent de plus gros vecteurs de propagation due à l'eau résiduelle qui se trouve dans la tuyauterie. Il est donc important d'appliquer les pratiques les plus à jour dans les stations de lavage et de décontaminer efficacement la tuyauterie interne (UMPS, 2016).

Mieux vaut prévenir que guérir

La propagation croissante des espèces aquatiques envahissantes représente une menace sérieuse pour la biodiversité des écosystèmes aquatiques. Des actions de prévention efficaces et coordonnées sont impératives pour minimiser ces effets négatifs et préserver la richesse des écosystèmes aquatiques pour les générations futures. ●

Photo de la page 28 : Kayaks dans un cours d'eau envahi.

Références

CDB (Convention sur la diversité biologique) (s. d.). *Vivre en harmonie avec la nature – Espèces exotiques envahissantes*. En ligne : cbd.int/undb/media/factsheets/undb-factsheets-fr-web.pdf.

Gouvernement du Canada (2017). *Pourquoi les espèces exotiques envahissantes sont nuisibles*. En ligne : canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/biodiversite/pourquoi-especes-exotiques-envahissantes-sont-nuisibles.html.

LSWG (Lake Superior Work Group) (2014). *Lake Superior Aquatic Invasive Species Complete Prevention Plan*. En ligne : epa.gov/sites/default/files/2015-11/documents/lake-superior-aquatic-invasive-species-complete-prevention-plan-201401-92pp.pdf.

MFFP (ministère des Forêts, de la Faune et des Parcs) (2018). *Guide des bonnes pratiques en milieu aquatique dans le but de prévenir l'introduction et la propagation d'espèces aquatiques envahissantes*. En ligne : cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/faune/documents/exotiques/GM_nettoyage_embarcations_MFFP.pdf.

RPWCO (2020). *Estimated expenditures on invasive species by Ontario municipalities & conservation authorities*. En ligne : invasivespeciescentre.ca/wp-content/uploads/2020/02/Economic-Impacts-FINAL.pdf.

SOLEC (State of the Lakes Ecosystem Conference) (2009). *Nearshore Areas of the Great Lakes 2009*. En ligne : binational.net/wp-content/uploads/2014/05/SOGL_2009_nearshore_en.pdf.

UICN (2021). *Invasive alien species and climate change*. En ligne : iucn.org/sites/default/files/2022-04/ias_and_climate_change_issues_brief_2021.pdf.

UMPS (2016). *Uniform Minimum Protocols and Standards for Watercraft Inspection and Decontamination Programs for Dreissenid Mussels in the Western United States*. En ligne : invasivemusselcollaborative.net/wp-content/uploads/2018/11/UMPS-III-7-14-2016.pdf.

USGS (2019). *Northern Pike (Esox lucius) Ecological Risk Screening Summary*. En ligne : fws.gov/sites/default/files/documents/Ecological-Risk-Screening-Summary-Northern-Pike.pdf.

WDNR (Wisconsin Department of Natural Resources) (s. d.). *Nuisance Algae (Cladophora) in Lake Michigan*. En ligne : dnr.wisconsin.gov/topic/GreatLakes/Cladophora.html.

Potentiel de séquestration du carbone

Étude des lots appartenant au MTMD

Résumé

Dans l'optique de renforcer ses connaissances et de développer des méthodes pour neutraliser ses émissions de gaz à effet de serre (GES), le ministère des Transports et de la Mobilité durable (MTMD) a démarré des projets de recherche visant, entre autres, à évaluer le potentiel de séquestration du carbone sur ses terrains, en particulier par la plantation d'arbres. Le présent article dresse l'état de la situation des caractéristiques d'occupation du sol des lots dont il est propriétaire et de leur potentiel de séquestration en fonction de celles-ci. Les données d'occupation du territoire et les résultats du stock et du potentiel de séquestration de carbone sont présentés de manière globale et par découpage administratif du Ministère. Des constats sont dressés et des recommandations sont proposées pour améliorer la gestion du carbone au sein du MTMD.

MOTS-CLÉS : CARTOGRAPHIE, SÉQUESTRATION, CARBONE, SITES ROUTIERS.

Abstract

The Ministry of Transport and Sustainable Mobility is taking steps to reduce its greenhouse gas (GHG) emissions. As a part of this initiative, the Ministry has initiated research projects to develop methods for neutralizing these GHG emissions and expanding their knowledge. One of these projects involves assessing the potential of carbon sequestration on their land, mainly through tree planting. This article provides an overview of the Ministry's land use characteristics and their potential for carbon sequestration. The article presents data on land use, carbon stock results, and carbon sequestration potential, both globally and by the Ministry's administrative division. Based on these findings, recommendations are made to improve carbon management.

Keywords: cartography, sequestration, carbon, roadsides.



PAR LUC VESCOVI
Conseiller expert en développement durable et changements climatiques, Direction du développement durable et de la mobilité innovante, ministère des Transports et de la Mobilité durable (MTMD)



ET PAR NOUR SROUF
Étudiante au doctorat en sciences forestières, Direction du développement durable et de la mobilité innovante, MTMD

Introduction

Les efforts du ministère des Transports et de la Mobilité durable (MTMD) vers la décarbonation de ses activités reposent sur une action ministérielle soutenue, innovante et coordonnée. Dans son Plan d'action de développement durable 2023-2028 (MTMD, 2023), le Ministère prévoit d'ailleurs d'identifier les sources principales d'émissions de gaz à effet de serre (GES) et d'amorcer des travaux d'estimation et de quantification des émissions de ses activités. Le but consiste à poursuivre le renforcement des connaissances pour mieux comprendre les différents périmètres comptables de GES. L'amorce d'une telle évaluation des émissions de GES des activités du MTMD est la première étape menant, à moyen et à long terme, à une gestion équilibrée du carbone à l'échelle du Ministère.

En parallèle, différents projets de recherche ont été soutenus par le Ministère pour estimer le potentiel qu'entraînerait l'introduction de la notion de séquestration du carbone, en particulier par voie naturelle, dans ses pratiques courantes. Le but recherché est, le cas échéant, de neutraliser progressivement une partie des émissions de GES générées par les activités du Ministère. L'usage du terme « neutralisation » est préféré ici à « compensation » afin d'éviter toute confusion sur la question des crédits dits compensatoires. Ainsi, des activités de boisement/végétalisation sur ses terrains à proximité de son réseau routier ont été réalisées, et le Ministère s'est associé au milieu universitaire pour assurer la fiabilité scientifique de ces activités dans la perspective, le cas échéant, de leur mise en œuvre à plus large échelle (Lessard et collab., 2021; Thiffault et collab., 2023).

Le présent article expose la méthodologie développée; il rapporte les résultats d'une étude complémentaire, réalisée à l'échelle du Québec, en vue de dresser un état de la situation des terrains dont le MTMD est propriétaire au regard des affectations du territoire et du potentiel de séquestration en fonction de celle-ci.

Méthodologie

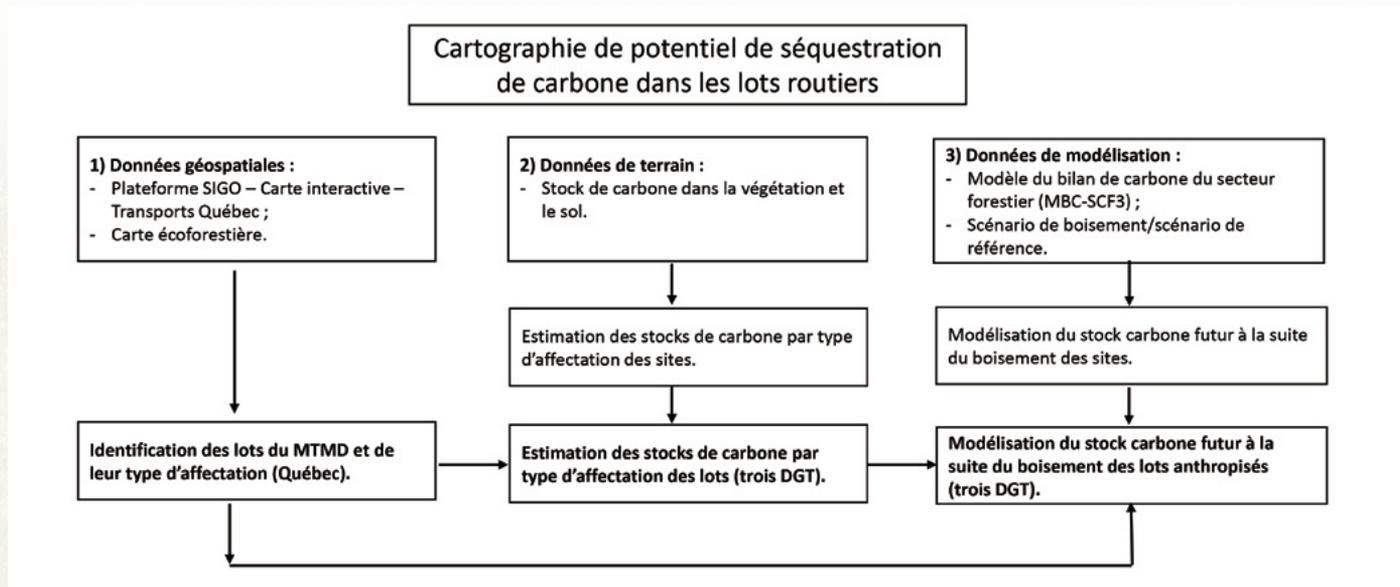
La méthodologie développée pour réaliser une cartographie de stocks de carbone dans les lots routiers s'appuie sur la géomatique, ainsi que sur des hypothèses de travail (mettant à profit des analyses de terrain de stockage du carbone sur certains sites échantillonnés) et sur une modélisation de l'estimation des stocks futurs de carbone par le boisement (figure 1). Le logiciel SIG (système d'information géographique) utilisé dans cette étude est le Quantum GIS (QGIS).

Identification des lots et de leur type d'affectation

L'identification des lots appartenant au MTMD dans les régions couvertes par les directions générales territoriales (DGT) a été réalisée en utilisant les données géospatiales présentées dans le cadastre rénové disponible via la plateforme SIGO, une carte interactive du ministère des Transports (Transports Québec, 2021). L'identification du type d'affectation actuelle des lots routiers (Agricole; Friche; Forêt; Emprise routière; Site anthropisé) a été effectuée en utilisant la carte écoforestière du Québec (MRNF, 2022). La figure 2 (p. 32) illustre – pour le sud du Québec – l'identification du type d'affectation actuelle des lots routiers. Par la suite, la superficie en hectares (ha) des

FIGURE 1

Résumé des différentes étapes de la méthodologie : 1) identification des lots du MTMD et de leur type d'affectation à l'échelle du Québec; 2) estimation des stocks de carbone par type d'affectation des lots de trois DGT; 3) modélisation du stock carbone futur à la suite du boisement des lots anthropisés de trois DGT.



différents types d'affectation des lots appartenant au MTMD a été calculée (tableau 1).

Estimation des stocks de carbone par type d'affectation des lots

Pour les fins du présent exercice, la quantité de carbone dans les lots de trois DGT a été estimée :

1. Direction générale principale de la région métropolitaine de Montréal;
2. Direction générale de la Mauricie–Centre-du-Québec;
3. Direction générale de la Montérégie.

Données de terrain

Pour déterminer les stocks de carbone dans les types d'affectation des lots, des données de terrain provenant de sites routiers étudiés dans le cadre d'un projet de recherche du MTMD ont été utilisées (Thiffault et collab., 2023; Srouf et collab., 2024). Ces sites sont localisés dans les trois DGT citées précédemment. Un inventaire sur le terrain et des travaux en laboratoire ont été réalisés afin de déterminer les stocks totaux de carbone dans l'écosystème des sites échantillonnés (biomasse végétale, bois mort et débris ligneux, sol). La biomasse de carbone de la végétation aérienne a été estimée à l'aide d'équations allométriques issues de la littérature scientifique (Lambert et

collab., 2005). Le stock de carbone de la biomasse aérienne de la végétation a été multiplié par 1,256 pour prendre en compte la teneur en carbone du système racinaire. Les stocks de carbone de la végétation herbacée ont été estimés à partir de la masse sèche. En utilisant les procédures décrites dans l'Inventaire forestier national (IFN, 2021), la biomasse des débris ligneux a été calculée en fonction de chaque classe de décomposition et espèce. Pour convertir la biomasse en stock de carbone (en $Mg\ ha^{-1}$), le facteur de conversion de 0,5 a été utilisé (Penman et collab., 2003). Les échantillons du sol ont été séchés à l'air, tamisés, pesés et broyés au laboratoire. La concentration de carbone dans le sol a été mesurée à l'aide de l'analyseur LECO CNS (LECO Corporation, MI, É.-U.). Dans tous les cas, les stocks de carbone sont estimés en mégagrammes de carbone par hectare ($Mg\ C/ha$).

Estimation à l'échelle des lots

À la suite de l'estimation au niveau des sites, celle-ci a été étendue à la superficie des lots ($Mg\ C$ par superficie totale) selon le type d'affectation dans les directions générales territoriales concernées. Cette estimation a été réalisée en combinant les analyses de terrain et les données géomatiques indiquant les superficies du type d'affectation des lots dans les trois DGT étudiées (tableau 2).

FIGURE 2
Répartition des types d'affectation dans les lots appartenant au MTMD au sud du territoire québécois

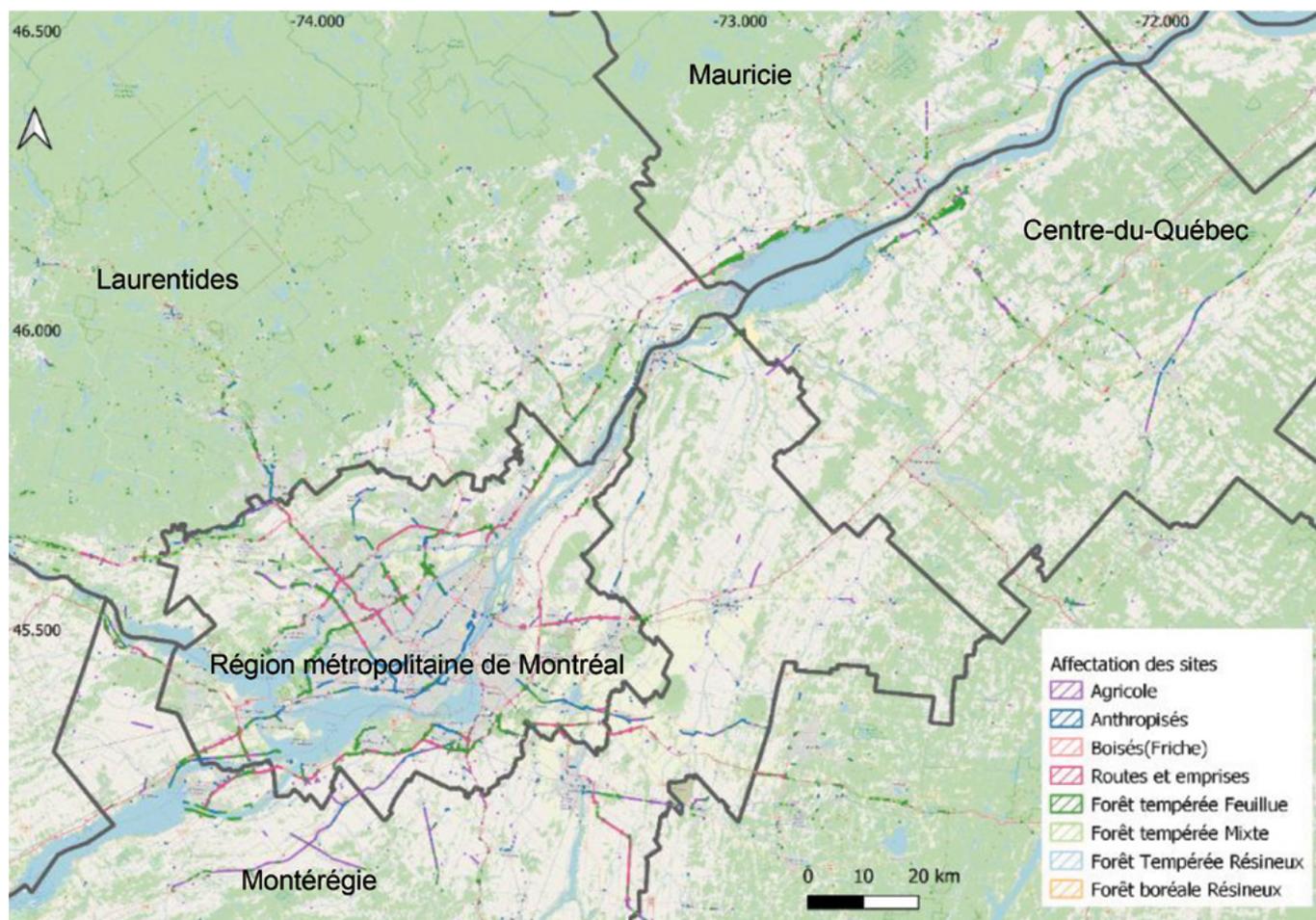


TABLEAU 1

Superficie en hectares des types d'affectation des lots par direction générale territoriale (DGT)

DGT	SUPERFICIE TOTALE (ha) DES LOTS DU MTMD	AGRICOLE	ANTHROPISÉ	BOISÉ (NON FORESTIER)	ROUTE ET EMPRISE	FORÊT
Région métropolitaine de Montréal	6 179	610	1148	nd	2 683	1 215
Mauricie-Centre-du-Québec	3 551	462	81	13	169	2 292
Abitibi	6 967	51	461	1	4	4 884
Montérégie	2 650	435	149	nd	674	479
Gaspésie	2 045	106	396	nd	28	1 304
Laurentides	3 659	167	295	nd	1 075	1 701
Côte-Nord	4 823	4	187	18	3	3 091
Capitale-Nationale	1 785	86	49	73	496	835
Saguenay	6 065	287	349	1 262	3	2 833
Outaouais	3 429	58	23	19	105	2 570
Bas-Saint-Laurent	1 538	170	99	nd	22	1 075
Chaudière-Appalaches	2 455	282	291	59	95	1 511
Estrie	1 181	111	70	2	311	578
Eeyou Istchee Baie-James	644,94	nd	194,65	2,10	0,05	352
Total	46 969	2 830	3 793	1 451	5 667	24 721

Notes :

- L'abréviation « nd » signifie « non disponible ».
- La superficie totale des lots appartenant au MTMD englobe 15 catégories d'affectation présentes sur la carte écoforestière. Seules cinq de ces affectations sont présentées dans le tableau.

TABLEAU 2

Moyenne des stocks de carbone dans les sites en mégagrammes de carbone par hectare (Mg C ha⁻¹) et dans les lots (Mg C par superficie totale) selon le type d'affectation dans trois DGT du Ministère

TYPE D'AFFECTATION	DGT DE LA RÉGION MÉTROPOLITAINE DE MONTRÉAL		DGT DE LA MAURICIE- CENTRE-DU-QUÉBEC		DGT DE LA MONTÉRÉGIE	
	Stock de carbone dans les sites (Mg C/ha)	Stock de carbone dans les lots (Mg C par superficie totale)	Stock de carbone dans les sites (Mg C/ha)	Stock de carbone dans les lots (Mg C par superficie totale)	Stock de carbone dans les sites (Mg/C ha)	Stock de carbone dans les lots (Mg C par superficie totale)
Agricole	60,8	36 600	66	30 492	nd	nd
Anthropisé	83,2	95 284	nd	nd	nd	nd
Boisé	nd	nd	101	1 343	89,10	nd
Forêt	256,85	311 040	238,40	545 496	272,43	130 016

Note : L'abréviation « nd » signifie « non disponible ».

Modélisation du stock de carbone après le boisement des lots

Cette étape de modélisation consiste à estimer le potentiel de séquestration de carbone par des activités de boisement des lots routiers. Elle est réalisée dans le but de mieux connaître le potentiel de neutralisation du carbone en agissant sur des terrains dont le MTMD est propriétaire. Le scénario de boisement « Entretien limité » est utilisé dans le présent exercice; il est formé d'un mélange d'espèces indigènes adaptées aux conditions climatiques (Lessard et collab., 2021).

Le modèle du bilan du carbone du secteur forestier canadien (connu sous CBM-CFS3) (Kurz et collab., 2009) a été utilisé pour estimer la quantité de carbone stockée dans les scénarios de boisement sur un horizon de 100 ans. À partir des résultats de simulation, une estimation du bilan de carbone et de l'impact climatique des scénarios de boisement a été calculée sur la base du forçage radiatif en utilisant le calculateur fourni par le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP, 2022) sur son site Internet; ce calculateur s'inspire de l'outil dynCO₂

du Centre international de référence sur l'analyse du cycle de vie et la transition durable (CIRAIG). Les simulations sur le territoire de la Mauricie de la DGT Mauricie–Centre-du-Québec proviennent de l'étude de Thiffault et collab. (2023). Elles ont été réalisées dans le cadre du projet de recherche soutenu par le MTMD. L'exercice a été repris pour les DGT de la région métropolitaine de Montréal et de la Montérégie. Les résultats sont présentés ci-après.

Résultats

Identification du type d'affectation des lots

L'identification du type d'affectation des lots appartenant au MTMD dans le sud du Québec est illustrée à la figure 2. La superficie en hectares (ha) des différents types d'affectation a été calculée; celle-ci est reportée au tableau 1.

Estimation des stocks de carbone par type d'affectation

Les stocks de carbone en mégagrammes de carbone par hectare (Mg C/ha) dans les sites et dans les lots (Mg C par superficie totale), selon le type d'affectation dans trois régions administratives territoriales, sont mentionnés dans le tableau 2. Il appert que les stocks de carbone dans l'écosystème des terres agricoles varient entre 60 mégagrammes de carbone par hectare (Mg/ha) (dans le territoire de la région métropolitaine de Montréal) et 66 Mg/ha (dans celui de la DGT de la Mauricie–Centre-du-Québec). Dans ce cas, un total d'environ 36 600 Mg de C est stocké dans les terres agricoles localisées sur le territoire de la région métropolitaine de Montréal (superficie totale des lots agricoles : 610 ha), et un total de 30 492 Mg de C est stocké dans les lots agricoles situés dans la DGT de la Mauricie–Centre-du-Québec (superficie totale des terres agricoles : 463 ha).

Dans les sites sélectionnés et caractérisés comme étant des friches dans la DGT de la Mauricie–Centre-du-Québec, l'échantillonnage sur le terrain indique un stockage d'environ 101 Mg/ha. La cartographie des lots « friches » totalise une superficie de 11 ha en Mauricie et de 2,3 ha dans le Centre-du-Québec. Ainsi, un total de 1 343 Mg de C pourrait être stocké dans ces lots (voir tableau 2).

Pour les forêts, les résultats des analyses réalisées sur le terrain montrent que la quantité totale de carbone dans les sites échantillonnés sont respectivement de 238 Mg/ha, de 256 Mg/ha et de 272 Mg/ha dans les DGT de la Mauricie–Centre-du-Québec, de la région métropolitaine de Montréal et de la Montérégie. Si on prend la superficie totale des forêts dans chaque DGT, une quantité totale de 545 496 Mg de C, de 311 040 Mg de C et de 130 016 Mg de C pourrait être stockée respectivement dans les DGT de la Mauricie–Centre-du-Québec, de la région métropolitaine de Montréal et de la Montérégie.

Finalement, pour les sites classés comme anthropisés, une moyenne de 83 Mg/ha est stockée dans la région métropolitaine de Montréal. Une quantité totale de 95 284 Mg de C pourrait être stockée dans les lots anthropisés dans la DGT de la région métropolitaine de Montréal (superficie des lots anthropisés : 1 148 ha).

Modélisation du potentiel de neutralisation par le boisement

Les simulations réalisées par Thiffault et collab. (2023) indiquent qu'un projet de boisement sur des sites anthropisés (urbains) sur le territoire de la DGT de la Mauricie–Centre-du-Québec pourrait neutraliser environ de 4,3 à 4,6 tonnes d'équivalent dioxyde de carbone (t éq. CO₂) par an par hectare sur un horizon de 100 ans. Ainsi, les lots anthropisés de la Mauricie–Centre-du-Québec représentant environ 81 ha pourraient neutraliser, en les boisant, environ 348 à 372 t éq. CO₂ par an, sur un horizon de 100 ans.

Dans le même ordre d'idées, sur ce même horizon, les projets de boisement des lots anthropisés de la région métropolitaine de Montréal (1 148 ha) permettraient une neutralisation moyenne de 4 936 t éq. CO₂ par an. Finalement, le boisement des lots anthropisés du territoire de la DGT de la Montérégie (149 ha) permettrait une neutralisation moyenne de 521 t éq. CO₂ par an (tableau 3).

Il est à noter que dans le cas d'un projet pilote, le MTMD a posé l'hypothèse de compensation par le boisement de 4 t éq. CO₂ par année, sur un horizon de 100 ans, et qu'il a déjà commencé la plantation sur certains de ses lots. En prenant comme appui cette hypothèse de travail, le boisement de la superficie totale

TABLEAU 3

Potentiel de neutralisation des GES par le boisement des lots anthropisés du MTMD

DGT	POTENTIEL DE NEUTRALISATION PAR LE BOISEMENT (t éq. CO ₂ /année/ha)		SUPERFICIE TOTALE DES LOTS ANTHROPISES (ha)	POTENTIEL DE NEUTRALISATION PAR LE BOISEMENT PAR SUPERFICIE DES LOTS ANTHROPISES (t éq. CO ₂ /année)
	Avec labourage	Sans labourage		
DGT de la Mauricie–Centre-du-Québec	4,3	4,6	81	348,3 – 372,6
DGT de la région métropolitaine de Montréal	4,3	4,7	1 148	4 936 – 5 395
DGT de la Montérégie	3,5	3,9	149	521 – 581

Note : Les valeurs représentent les résultats du calcul de l'impact climatique du scénario de plantation (avec et sans labourage) par rapport au scénario de référence (sites anthropisés dans le cadre de l'article) sur la base de forçage radiatif de flux de carbone; les valeurs de forçage radiatif sont divisées par le forçage radiatif causé par émission d'une tonne de CO₂.

« Les plantations d'arbres ou la conservation des espaces naturels à des fins de séquestration du carbone permettraient d'autres cobénéfices environnementaux, tels que la réduction des îlots de chaleur ou une meilleure infiltration des eaux de ruissellement. »

des lots anthropisés appartenant au MTMD, sur tout le territoire québécois (3 793 ha), pourrait procurer une neutralisation de 15 172 t éq. CO₂ par an.

Conclusion et recommandations

En tant que propriétaire et gestionnaire de superficies importantes à proximité du réseau routier (identifiées comme lots routiers), le MTMD explore leur potentiel au regard de la séquestration du carbone. Cette démarche s'inscrit dans la volonté du Ministère d'améliorer la gestion de ses émissions de GES en les évitant à la source, en les réduisant et en séquestrant – par du boisement – celles qui n'ont pu être évitées ou réduites, de manière à établir un bilan neutre de carbone à long terme, et donc à travailler dans une optique de carboneutralité.

Ainsi, la présente étude vise à identifier l'affectation ou, autrement dit, le type d'écosystème dominant des lots routiers appartenant au MTMD, et à estimer en fonction de celui-ci le stock de carbone séquestré. Elle vise également à documenter, à partir d'une modélisation, la contribution (à plus ou moins long terme) des lots à la séquestration de carbone par le boisement. Il est également à noter que puisqu'il s'agit essentiellement d'une analyse géospatiale, ce travail repose sur de nombreuses approximations. Pour établir une cartographie du stock de carbone et du potentiel de séquestration des lots routiers sur tout le territoire québécois, il est nécessaire de quantifier – par des analyses en laboratoire – les stocks de carbone des différents réservoirs ou sites routiers situés dans les autres régions administratives qui n'ont pas été considérées, et d'estimer puis de modéliser leur potentiel de séquestration de carbone.

Cependant, en se basant sur cette étude et sur le projet de recherche cité précédemment (Thiffault et collab., 2023), les recommandations suivantes portant sur les pratiques de boisement des lots routiers du MTMD à des fins de séquestration de carbone peuvent être énumérées :

- Les lots anthropisés seraient les meilleurs candidats pour la plantation, ce qui permettrait la création d'un nouveau couvert forestier, et par la suite un nouveau potentiel de séquestration de carbone;
- La conservation des lots non anthropisés, comme les forêts qui sont dominées par des arbres et des arbustes, permettrait la protection des stocks de carbone dans ces réservoirs ainsi que la plantation, tout en accompagnant la végétation existante sur ces lots;
- La réalisation d'études empiriques pour quantifier les stocks de carbone de sites routiers des autres régions du Québec (que celles étudiées) pourrait augmenter la quantité de données disponibles, et permettrait la mise en place d'une cartographie plus détaillée du stock de carbone dans les lots routiers appartenant au MTMD;

- Les plantations d'arbres ou la conservation des espaces naturels à des fins de séquestration du carbone permettraient d'autres cobénéfices environnementaux, tels que la réduction des îlots de chaleur ou une meilleure infiltration des eaux de ruissellement. ●

Références

- IFN (Inventaire forestier national) (2021). *Canada's National Forest Inventory – National standards for ground plots compilation procedures (version 2.4)*. En ligne : nfi.nfis.org/resources/groundplot/GP_compilation_procedures_2.4.pdf.
- Kurz, W.A., C.C. Dymond, T.M. White, G. Stinson, C.H. Shaw, G.J. Rampley, C. Smyth, B.N. Simpson, E.T. Neilson, J.A. Trofymow, J. Metsaranta, et M.J. Apps (2009). « CBM-CFS3: A Model of Carbon-Dynamics in Forestry and Land-Use Change Implementing IPCC Standards ». *Ecological Modelling*, vol. 220, n° 4, p. 480-504.
- Lambert, M.-C., C.-H. Ung, et F. Raulier (2005). « Canadian national tree aboveground biomass equations ». *Canadian Journal of Forest Research*, vol. 35, n° 8, p. 1996-2018. En ligne : doi.org/10.1139/x05-112.
- Lessard, G., E. Boulfroy, G. Joannisse, F. Morin, A. Vézina, P. Lupien, J.-F. Boucher, C. Fortin, A. Paquette, D. Rivet, G. Rodriguez, et E. Thiffault (2021). *Caractérisation et diagnostic sylvicoles des zones de séquestration du carbone en contexte routier (R842.2)*. Rapport final – Années 1 et 2. Centre d'enseignement et de recherche en foresterie de Sainte-Foy inc. (CERFO). En ligne : cerfo.qc.ca/wp-content/uploads/2022/04/Rapport_final_CERFO_2021-21.pdf.
- MELCCFP (2022). *La séquestration du carbone par le boisement et le reboisement sur des terres du domaine privé*. En ligne : environnement.gouv.qc.ca/changements/carbone/credits-compensatoires/sequestration-carbone-boisement-reboisement-terres-prive.htm.
- MRNF (ministère des Ressources naturelles et des Forêts) (2022). *Cartographie du cinquième inventaire écoforestier du Québec méridional – Méthodes et données associées*. En ligne : mffp.gouv.qc.ca/documents/forets/inventaire/carto_5E_methodes_donnees.pdf.
- MTMD (2023). *Plan d'action de développement durable 2023-2028*. En ligne : cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/transports/ministere-des-transport/publications-amd/Plan-action-developpement-durable/plan-action-developpement-durable-2023-2028-MTMD.pdf.
- Penman, J., M. Gytarsky, T. Hiraishi, T. Krug, D. Kruger., R. Pipatti, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, K. Tanabe, et F. Wagner (2003). *Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*. En ligne : ipcc.ch/publication/good-practice-guidance-for-land-use-land-use-change-and-forestry.
- Srouf, N., E. Thiffault, et J.-F. Boucher (2024). « Quantifying Carbon Stocks and Functional Diversity of Roadside Ecosystems – A Case Study in Quebec, Canada ». *Urban Forestry & Urban Greening*, vol. 91. En ligne : doi.org/10.1016/j.ufug.2023.128163.
- Thiffault, E., N. Srouf, H. Ouellet, et A. Paquette (2023). *Séquestration du carbone en contexte routier (R833.1)*. Rapport final réalisé pour le compte du MTMD. Université Laval et Université du Québec à Montréal, 98 p.
- Transports Québec (2021). *Carte interactive du ministère des Transports et de la Mobilité durable*. En ligne : geoegl.msp.gouv.qc.ca/igo2/intq-contact-etablissement.

Érosion des berges du Saint-Laurent fluvial

Une perte nette définitive d'écosystèmes riverains

Le passage de milliers de navires – générant des vagues aux dimensions et aux énergies sans précédent – engendre de nombreuses répercussions négatives sur les berges. Au fil des années, cela a donné naissance à l'érosion spectaculaire de celles-ci et à la destruction systématique d'écosystèmes riverains stratégiques pour le maintien de la biodiversité du fleuve Saint-Laurent.



PAR PIERRE BERTRAND, M. Sc.
Consultant
info@pierrebertrand.ca

Depuis quelques années – en raison du contexte climatique –, l'érosion des rives du Saint-Laurent fluvial, estuarien et maritime fait l'objet d'une attention soutenue de la part des riverains, des villes et municipalités riveraines, des universitaires et des médias. Le gouvernement du Québec a d'ailleurs créé un bureau de projets concernant la problématique d'érosion et de submersion des côtes de l'est du Québec, soit la section estuarienne et maritime du fleuve Saint-Laurent.

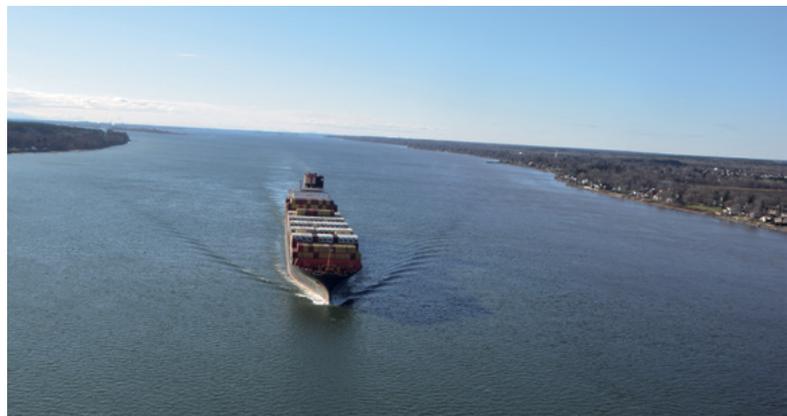
Laissées pour compte, les rives du tronçon fluvial entre Montréal et le lac Saint-Pierre ne sont pourtant pas moins affectées – depuis des décennies – par une érosion spectaculaire aux enjeux humains et écologiques catastrophiques.

Il est donc utile de faire le point sur les connaissances actuelles en ce qui concerne l'érosion des berges de ce secteur névralgique du Saint-Laurent. Pour ce faire, voici – à titre d'exemple – l'état des connaissances pour le segment fluvial compris entre les villes de Varennes et de Contrecoeur.

Cadre géographique

Il s'agit d'un milieu aquatique lentique (faible courant) relativement homogène, caractérisé par la présence d'innombrables îles. Celles-ci constituent des habitats exceptionnels pour la faune ichtyenne et ailée (Dauphin et Lehoux, 2004). Les îles de Contrecoeur – avec ses 22 îles et îlots – font d'ailleurs partie de la réserve nationale de faune des Îles-de-Contrecoeur, qui est gérée par le Service canadien de la faune (Environnement et Changement climatique Canada). Ce segment fluvial s'étend sur une trentaine de kilomètres (km) de long, et sur 2 à 4 km de large selon les endroits.

La morphogenèse du profil des berges et des îles est associée au relèvement isostatique postglaciaire. Le lit du fleuve s'étant



alors progressivement incisé dans les argiles déposées par la mer de Champlain, qui recouvrait alors toute la région, au gré du rehaussement de l'assise rocheuse sous-jacente (2,5 mm/an). C'est pour cette raison que les berges naturelles en érosion dans le secteur présentent généralement un faciès stratigraphique constitué à la base d'argile, surmonté d'alluvions sablonneuses, voire silteuses (figure 1).

FIGURE 1
Profil stratigraphique type des berges du secteur



Bien que la physionomie géomorphologique régionale du secteur ait peu changé au cours des derniers millénaires, des modifications majeures ont été apportées au cadre hydraulique naturel du secteur dans le but de favoriser le transit de navires commerciaux entre le lac Saint-Pierre, le port de Montréal et la voie maritime qui relie Montréal aux Grands Lacs.

Un fleuve devenu une voie navigable

Le secteur fluvial compris entre Varennes et Contrecoeur a fait l'objet d'une multitude d'altérations physiques et de modifications de son hydraulicité au cours des 200 dernières années. Dans le cadre du présent article, il sera plus particulièrement question des interventions reliées aux activités de dragage, ainsi qu'aux variations du niveau de l'eau. Il s'agit de deux enjeux historiques – et toujours d'actualité – jugés importants pour le développement et le maintien de la navigation commerciale.

Activités de dragage

Les premiers travaux de dragage entre Montréal et Québec ont eu lieu au cours de la période 1844-1851. Ils avaient comme but de porter de 3 m à 4,2 m la hauteur de la colonne d'eau du chenal dans le lac Saint-Pierre sur une largeur de 45 m ; ce gabarit a par la suite été appliqué jusqu'à Montréal (figure 2).

En 1992, la hauteur d'eau libre dans le chenal de navigation a été portée à 11 m sur 230 m de large dans les sections rectilignes, et à 305 m dans les courbes entre Deschaillons-sur-Saint-Laurent et Montréal. En 1998, la Société du port de Montréal a procédé au dragage de 48 hauts-fonds pour assurer une hauteur d'eau minimale de 11,3 m sur l'ensemble du chenal de navigation en aval de Montréal (Villeneuve, 2001).

Ces travaux de dragage ont porté le gabarit du chenal de navigation à 1 134 m² en 1888, soit six fois le gabarit de 189 m² utilisé en 1851. De 1907 à 1992, le gabarit a été amené à 3 795 m², soit 20 fois le gabarit initial. Alors que la profondeur s'est multipliée par trois, la largeur s'est multipliée par cinq, passant de 45 m en 1851 à 230 m (305 m dans les courbes) en 1992 (Bertrand, 2023a).

L'élargissement de la voie navigable a non seulement permis le passage de navires plus nombreux et plus gros, mais il a surtout rapproché d'au moins 100 m ces passages des berges, puisque les navires ne circulent pas nécessairement en tout temps au centre de la voie navigable.

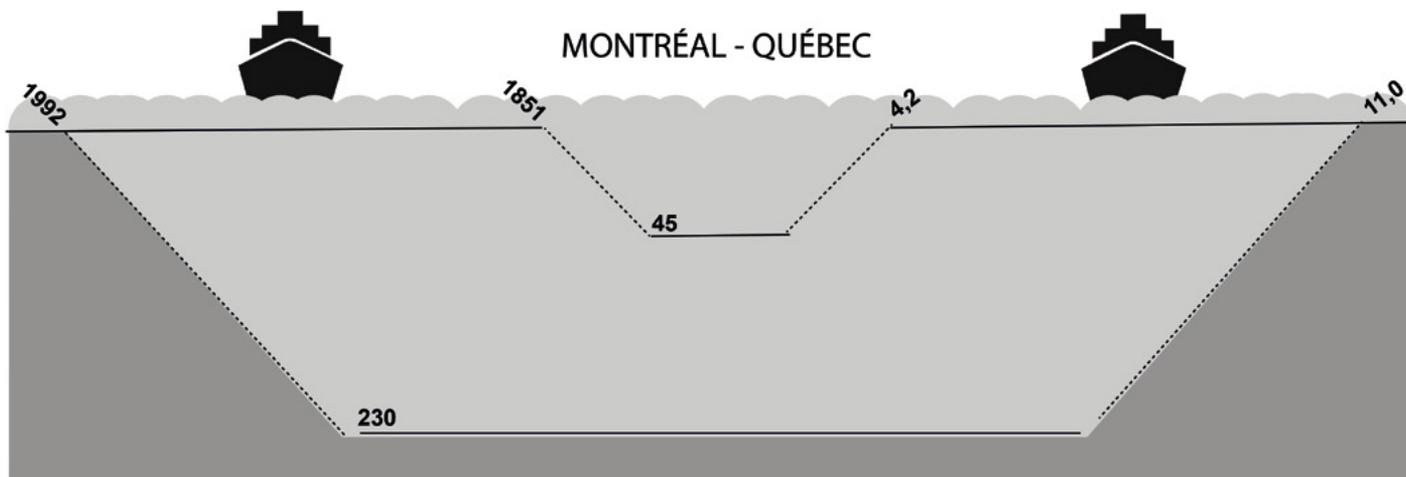
Ces travaux ont définitivement scellé le sort d'un Saint-Laurent fluvial naturel, transformant ce dernier en un canal de navigation, au même titre que le canal de Suez, qui a d'ailleurs la même largeur que la voie navigable dans le secteur Varennes-Contrecoeur.

Reversoirs des îles de Sorel

L'écoulement du fleuve entre Varennes et Contrecoeur a été grandement modifié au cours du temps par le dragage du chenal et la déposition des matériaux dragués, mais aussi par la mise en place en aval – dans les îles de Sorel – de reversoirs, soit un barrage établi sur un cours d'eau et par-dessus lequel l'eau s'écoule en nappe (figure 3, p. 38). Les reversoirs ont été mis en place entre novembre 1928 et septembre 1931.

L'effet des reversoirs sur les niveaux d'eau en amont a été immédiat : une augmentation de 0,12 m au port de Montréal et de 0,29 m au port de Sorel. En limitant l'écoulement des eaux fluviales dans les chenaux, le débit dans le chenal de navigation

FIGURE 2
Évolution du gabarit de la voie navigable – 1851-1992



« L'augmentation du niveau d'eau n'est pas le seul facteur ayant eu un effet négatif sur les rives. Les revoirs, en limitant le niveau des étiages, ont aussi modifié le niveau du point de contact entre les rives et les agents érosifs, tels que les vagues de batillage. »

FIGURE 3
Revoir altéré (Saint-Ignace-de-Loyola)



© Jean-François Bernier, Université Laval

est passé de 25 % à 85 % du débit total, ce qui a provoqué de la sédimentation dans certains chenaux secondaires.

L'augmentation du niveau d'eau n'est pas le seul facteur ayant eu un effet négatif sur les rives. Les revoirs, en limitant le niveau des étiages, ont aussi modifié le niveau du point de contact entre les rives et les agents érosifs, tels que les vagues de batillage.

Niveau d'eau

Les variations du niveau d'eau peuvent avoir des conséquences significatives sur les agents d'érosion en redistribuant verticalement, par exemple, les effets des vagues et des glaces sur les profils des berges. De plus, une trop longue présence de l'eau sur des végétaux riverains non adaptés à une telle situation peut entraîner une mortalité importante de certaines espèces stratégiques pour la protection des berges.

Le débit du Saint-Laurent dans le secteur Varennes-Contrecoeur est alimenté majoritairement par les Grands Lacs (80 %) et – dans une moindre mesure – par la rivière des Outaouais (20 %), deux cours d'eau au débit fortement régularisé par des ouvrages hydrauliques : le barrage Moses-Saunders pour les apports provenant des Grands Lacs, et le barrage Carillon pour les apports provenant de la rivière des Outaouais (Frenette et Verrette, 1976 ; Richard, 2010).

Il résulte généralement de ces ouvrages une réduction du débit au printemps, une augmentation à l'automne et en hiver, et une minimisation des extrêmes.

À la suite de l'entrée en fonction du barrage Moses-Saunders, à la fin des années cinquante (1958), il s'en est suivi la décroissance de l'écart-type des débits (figure 4). Pour les berges situées entre Varennes et Contrecoeur, il a inéluctablement résulté de cette décroissance une concentration des agents d'érosion sur une section réduite des profils des berges au détriment de la dispersion de ces agents et de leur énergie sur une plus grande surface des berges.

Érosion des rives

Le segment du fleuve compris entre Varennes et Contrecoeur a fait l'objet de nombreuses études concernant l'érosion de ses berges entre 1974 et 2020. Selon les relevés les plus récents concernant les rives exposées à la voie navigable, l'érosion affecte 78 % des rives de Varennes, 85 % des rives de Verchères et 32 % des rives de Contrecoeur (Bernier et collab., 2020). Ainsi, il est possible d'avancer qu'environ 70 % des rives exposées à la voie navigable sont en érosion – une véritable catastrophe écologique.

De plus, l'analyse asynchrone d'images satellites et de photos aériennes des berges du secteur a permis de déterminer un taux de recul annuel de 2,2 m au cours des 58 dernières années, pour un total de 130 m de retrait des berges non protégées et exposées à la voie navigable (Bertrand, 2023a).

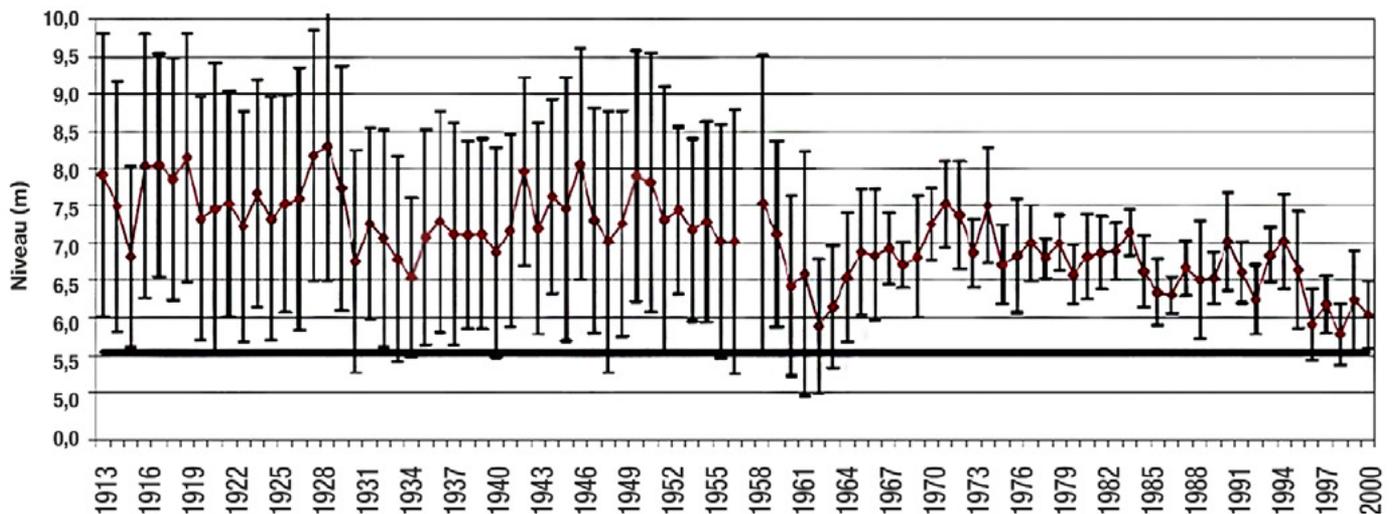
Au-delà des pertes considérables de terrains pour les riverains, il en résulte une perte tout aussi importante d'habitats fauniques : milieux humides, aires de frai, sites abritant des plantes ou des oiseaux rares, sites de reproduction d'oiseaux aquatiques et des habitats terrestres d'intérêt. Sans compter que l'érosion met en danger l'intégrité écologique de la réserve nationale de faune des Îles-de-Contrecoeur (Dauphin et Lehoux, 2004).

Plusieurs des études consultées mentionnent, d'entrée de jeu, que l'érosion produite le long des rives et d'un cours d'eau provient généralement d'une interaction complexe entre plusieurs forces ; il serait alors difficile d'identifier un seul agent causal.

Cependant, à grandes échelles (1/5000 à 1/40000) et pour de courts intervalles chronologiques (de quelques années à un siècle), les principaux facteurs ayant un effet sur l'évolution

FIGURE 4

Impact du barrage Moses-Saunders sur les amplitudes des niveaux d'eau – 1960-2000 (source : Saint-Laurent Vision 2000, 1998)



des berges peuvent être isolés au sein d'un réseau complexe de liaisons. Ce sont essentiellement :

- Les facteurs inertes :
 - Topographie et bathymétrie;
 - Nature des matériaux (rocheux, sableux, silteux, argileux);
 - Nature des rives (dénudée, redressée, végétalisée);
- Les facteurs agents :
 - Hydrauliques (houles, vagues, courants, variation du niveau de l'eau);
 - Isostasique (mouvement de l'écorce terrestre);
 - Météorologiques (vent, gel-dégel, dessiccation);
 - Biotiques (végétation).

On peut dès lors distinguer schématiquement des *actions*, des *interactions* et des *rétroactions* (Bertrand, 2023b) :

- Les *actions* sont accomplies par un agent sur un facteur inerte (par exemple : l'*action* des vagues sur les sédiments d'une berge [risberme]);
- Les *interactions* sont exercées par un agent sur une autre *action* (par exemple : les variations du niveau de l'eau conditionnent l'*action* des vagues sur les berges en déplaçant leur niveau d'efficacité érosive);
- Les *rétroactions* sont caractérisées par la modification d'un agent par le facteur sur lequel il s'exerce (par exemple : les vagues ou les ondes de batillage agissent sur la bathymétrie [érosion], qui elle en affecte la réfraction de celles-ci).

Le rôle de ces facteurs est très varié selon les situations riveraines. De plus, il convient de ne retenir que les facteurs actifs et d'éliminer ceux qui n'ont aucune action locale, ce qui nécessite

la détermination de leur seuil d'efficacité. Cette analyse a été réalisée et les résultats obtenus suggèrent une classification des agents d'érosion selon deux grandes catégories : les agents initiant un talus en érosion (redressement du profil et dégradation de la végétation), et les agents – bien que secondaires – qui le maintiennent en érosion (tableau 1, p. 40).

Il ressort de cette analyse que seules les vagues de batillage possèdent l'énergie cinétique pour amorcer un talus d'érosion à même une rive au profil naturel et végétalisé, comme c'était le cas entre Varennes et Contrecoeur dès le début du 20^e siècle (Bertrand, 2023a).

Navigation commerciale

La navigation commerciale sur le Saint-Laurent joue un rôle très important depuis toujours dans le développement économique du Québec, du Canada et des villes américaines riveraines des Grands Lacs. Or, cette activité n'a vraiment pris son essor qu'à la suite des multiples travaux d'aménagement qui ont transformé de manière définitive le Saint-Laurent en un canal de navigation. Cette transformation s'est traduite inévitablement par l'accroissement du nombre et de la dimension des navires qui circulent sur le fleuve, et donc dans le segment Varennes-Contrecoeur.

Bien qu'il n'existe pas de données fiables permettant d'identifier ou de quantifier le nombre de navires entre Québec et Montréal depuis 1900, elles permettent toutefois d'affirmer qu'à partir de 1960 – avec l'ouverture de la voie maritime – le trafic maritime a crû pendant deux décennies. En 2022, 5 000 navires commerciaux (10 000 passages) auraient circulé sur le fleuve Saint-Laurent : des navires de 94 m de long sur 44 m de large.

TABLEAU 1
Classification des seuils d'efficacité des facteurs agents

FACTEURS AGENTS	DÉVELOPPEMENT D'UN TALUS INITIAL	MAINTIEN DU TALUS INITIAL
Topographie		
Bathymétrie		
Matériaux		
Batillage		
Courants		
Niveau de l'eau		
Vent (vague)		
Gel-dégel		
Dessiccation		
Végétation		

Note : Les couleurs pâles et plus foncées indiquent que l'effet est « faible », « modéré » ou « fort ».

Batillage

L'érosion des rives résulte de processus érosifs très actifs, et le batillage – issu des navires commerciaux – est considéré comme étant la source principale de cette dégradation qui affecte les rives naturelles, et même les ouvrages de protection mis en place dans les années 1970 et 1980 (Bertrand, 2023a; Terraformex, 2023; Boyer, 2023).

La navigation commerciale génère deux types de vagues. Le déplacement du navire crée en premier lieu des variations du niveau d'eau s'effectuant avec une longueur d'onde similaire à celle du navire et se déplaçant à la même vitesse que ce dernier. Ces ondes primaires comportent une onde frontale, ressentie sur une distance considérable avant le passage du navire, suivie d'un abaissement plus raide du niveau d'eau (*drawdown*).

À ces ondes primaires se superposent des ondes divergentes formées à la proue et à la poupe du navire. Ces ondes secondaires sont très courtes par rapport aux ondes primaires (longueurs d'onde de 10 à 20 m contre 300 m et plus pour les ondes primaires) et sont responsables du batillage observé le long des berges de Varennes et de Contrecoeur, situées à une distance de plus de 700 m de la voie navigable (Bertrand, 2023a).

Développement d'un talus initial

Plusieurs des agents érosifs présentement actifs n'auraient pu l'être sans la présence d'un talus dénudé. Autrement dit, les talus dénudés et redressés ont permis à la majorité des agents secondaires de jouer un rôle dans le recul des berges (tableau 1).

La majorité des études consultées mentionne que la situation érosive est commencée depuis au moins les années 1960 (vers 1964). Cependant, aucune de ces études ne s'attarde sur l'origine historique de l'érosion, c'est-à-dire la mise en place d'un talus

initial. À ce titre, des observations réalisées dans les années 1930 par le ministère de l'Agriculture de l'époque ne dénotent aucune trace d'érosion (usure) sur les berges (Blanchard, 1953). Même constat concernant l'étude de Dubois et Provencher (2015) qui indique, pour le secteur de Verchères, l'absence d'érosion significative sur les berges dans les années 1940.

Les documents consultés suggèrent que l'érosion n'était pas très active dans le secteur Varennes-Contrecoeur avant les années 1930-1940, ce qui correspond aux années de la mise en place des premières modifications physiques d'importance du Saint-Laurent fluvial.

L'analyse de photos, d'illustrations anciennes et des résultats contenus dans la documentation consultée permet d'identifier la décennie 1940-1950 comme étant la période correspondant à la mise en place du talus initial (Bertrand, 2023a).

Des analyses asynchrones de photographies aériennes et d'images satellites – soutenues à l'occasion par des mesures de terrain – ont permis d'établir un consensus : au cours des 60 dernières années, le taux moyen de recul du talus initial est de plus ou moins 2 m par année, pour un recul moyen total des berges en érosion de plus ou moins 130 m au niveau des îles, qui présentent des conditions naturelles encore de nos jours, mais qui exclut l'érosion plus que probable des berges entre les années 1940-1960.

Ces mêmes analyses ont permis de déterminer que 70 % des berges exposées à la voie navigable – lieu de passage des navires commerciaux – présentaient des berges en érosion active, et cela, indépendamment de leur distance de la voie navigable, alors que ce pourcentage est de 17 % pour les berges non exposées. Ces données permettent d'affirmer avec une forte probabilité que l'érosion naturelle des berges du secteur fluvial compris entre Montréal et les îles de Berthier n'affecte que 17 % des berges en érosion.

« L'analyse de la documentation permet d'identifier le niveau de l'eau et le batillage des navires commerciaux comme étant les causes objectives de la dégradation des berges et des écosystèmes associés. »

Conclusion

L'analyse de la documentation permet d'identifier le niveau de l'eau et le batillage des navires commerciaux comme étant les causes objectives de la dégradation des berges et des écosystèmes associés. Ces deux facteurs sont d'ailleurs liés, puisque les niveaux d'eau ont été augmentés et stabilisés de manière à favoriser la navigation jusqu'au port de Montréal de navires de plus en plus nombreux, et de plus en plus gros.

Il est possible d'identifier la première remontée du niveau moyen de l'eau dans le secteur fluvial Varennes-Contrecoeur par la mise en place des revoirs entre les îles de Berthier au cours des années 1940. La construction et l'exploitation du barrage Moses-Saunders à la sortie du lac Ontario au cours des années 1960 ont permis la régularisation du Saint-Laurent en limitant les variations naturelles des niveaux d'eau, et donc en concentrant les nouvelles variations sur une frange limitée des berges du Saint-Laurent.

Rappelons que le cycle naturel de variations des niveaux de l'eau du Saint-Laurent est d'une période de 30 ans, et que toutes variations de ces niveaux sur une courte période ont automatiquement des répercussions sur la végétation des berges. Les analyses ont démontré que c'est au cours de cette période que le talus initial se serait mis en place, ce qui suggère que la végétation sur les rives n'a peut-être pas eu le temps de s'adapter et qu'elle n'a alors pu jouer le rôle protecteur qu'on lui connaît.

Ainsi, le passage de milliers de navires – générant des vagues aux dimensions et aux énergies sans précédent – de plus en plus proches des berges (en raison de l'élargissement de la voie navigable) a donc donné naissance à leur érosion spectaculaire; processus qui est malheureusement toujours en cours. ●

Photo de la page 36 : Navire océanique dans la voie navigable. Source : Nicolas Roy, Terraformex.

Références

Bernier, J.-F., et collab. (2020). *Caractérisation des berges de la partie fluviale du Saint-Laurent*. Laboratoire de géosciences marines, Département de géographie, Université Laval, Rapport soumis au ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 156 p.

Bertrand, P. (2023a). *Avis technique : érosion des berges de Varennes à Contrecoeur*. Pour : Laurendeau Rasic, bureau d'avocats.

Bertrand, P. (2023b). « Rives, riverains et vagues surdimensionnées : le parcours nautique du moindre impact environnemental ». *Vecteur Environnement*, vol. 56, n° 1, p. 38-43.

Blanchard, R. (1953). *L'ouest du Canada Français : Montréal et sa région*. Publications de l'Institut Scientifique Franco-Canadien. Librairie Beauchemin Limitée.

Boyer, C. (2023). *Avis technique concernant la problématique actuelle d'érosion des berges dans le tronçon fluvial du Saint-Laurent entre Varennes-Contrecoeur : influence du batillage sur les vitesses d'écoulement*. Pour : Laurendeau Rasic, bureau d'avocats.

Dauphin, D., et D. Lehoux (2004). *Bilan de la sévérité de l'érosion dans le Saint-Laurent dulcicole (Montréal – Archipel de Berthier-Sorel) et stratégies de protection recommandées pour les rives à plus grande valeur biologique*. Service canadien de la faune. Environnement Canada. En ligne : belsp.uqtr.ca/id/eprint/1162/1/Dauphin%20%26%20Lehoux_2004_érosion_archipel_protection_rives__A.pdf.

Dubois, J.M., et L. Provencher (2015). *Évolution du littoral du Saint-Laurent dans le secteur des propriétés de St-Jean et al. (921 et 923A) du boulevard Marie-Victorin à Verchères, par photo-interprétation multidate*. Département de géomatique appliquée, Université de Sherbrooke, pour le ministère de la Justice du Canada, Direction du droit réglementaire, Montréal. Dossier 765-17-00175-110.

Frenette, M., et J. L. Verrette (1976). « Environnement physique et dynamique du fleuve Saint-Laurent ». *L'Ingénieur*, n° 312, p. 13-24.

Richard, L.-P. (2010). *L'érosion des berges en eau douce. Programme suivi de l'état du Saint-Laurent*. Direction générale des sciences et de la technologie, Environnement Canada.

Saint-Laurent Vision 2000 (1998). *Les fluctuations des niveaux d'eau du Saint-Laurent*. Fiche de la série L'état du Saint-Laurent.

Terraformex (2023). *Évaluation des coûts de construction pour la stabilisation des berges de la voie maritime du Saint-Laurent – tronçons de Contrecoeur, de Verchères et de Varennes*. Pour : Laurendeau Rasic, bureau d'avocats.

Villeneuve, S. (2001). « Les répercussions environnementales de la navigation commerciale sur le Saint-Laurent ». *Le Naturaliste canadien*, vol. 125, n° 2, p. 49-67.

« Ainsi, le passage de milliers de navires [...] de plus en plus proches des berges (en raison de l'élargissement de la voie navigable) a donc donné naissance à leur érosion spectaculaire; processus qui est malheureusement toujours en cours. »

DES SOLUTIONS D'ICI POUR FAIRE FACE À L'ÉBULLITION CLIMATIQUE



Faire état des conséquences des changements climatiques – tant actuelles que futures – fait indissociablement partie de la mission des spécialistes en environnement, et ce, quel que soit leur secteur d'activité. En tant que carrefour de solutions innovantes pour une économie verte, Réseau Environnement croit qu'il est aussi de notre devoir de vulgariser et de rendre accessible au public l'éventail de solutions à mettre en œuvre si nous voulons atténuer leurs effets et favoriser l'adaptation climatique au sein de nos communautés.



Cette année, les participantes et participants au Salon des technologies environnementales du Québec (STEQ) 2024 – qui aura lieu les 16 et 17 avril prochain sur le thème « L'énergie de la transition » – auront accès à une fenêtre unique sur les innovations environnementales les

plus prometteuses. Ces solutions, nous les connaissons déjà; elles sont ici, au Québec. Maintenant, nous devons les partager et, surtout, les appliquer sans tarder : voilà la mission du STEQ ainsi que l'engagement de Réseau Environnement dans la transition vers une économie verte.

C'est cette volonté de promouvoir des solutions multisectorielles, issues de l'expérience québécoise et taillées sur mesure pour répondre aux défis environnementaux propres au Québec, qui a animé notre équipe dans la préparation de ce numéro. De la végétalisation des bandes riveraines agricoles aux infrastructures

vertes, en passant par les réseaux d'égouts dans les villes, vous y trouverez des illustrations inspirantes et pertinentes d'améliorations qui peuvent être apportées pour améliorer la résilience climatique de nos milieux de vie, tant urbains que ruraux.

L'un des articles vous propose également une immersion dans les scénarios climatiques plausibles d'ici la fin du siècle, en portant une attention particulière aux investissements que ces derniers exigeront pour garantir la santé et la sécurité des populations comme des écosystèmes. Ce portrait nous rappelle que la hausse graduelle des températures moyennes s'accompagne d'événements météorologiques extrêmes de plus en plus fréquents et intenses, comme les épisodes de verglas, les inondations, les incendies de forêt et les vagues de chaleur – une nouvelle normalité à laquelle le Québec a douloureusement goûté en 2023. Ces événements marquants jettent de l'ombre sur des phénomènes en progression moins tangibles, mais tout aussi nuisibles : érosion des berges le long du fleuve Saint-Laurent, propagation d'espèces exotiques envahissantes et de pathogènes en tout genre, acidification et anoxie des sols et des eaux, etc. Conformément à l'esprit de ce numéro, cet article se conclut sur des pistes de solutions novatrices pour réduire les émissions de gaz à effet de serre du Québec.

Le double défi de la crise climatique et de la protection de la biodiversité exige une véritable approche multisectorielle. Là est toute la force de Réseau Environnement : mettre nos expertises en commun afin, qu'ensemble, nous soyons en mesure de guider les politiques publiques et de remettre le couvercle sur l'ébullition climatique.

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

Président-directeur général de Réseau Environnement

Mme Geneviève Pigeon

Présidente du conseil d'administration de Réseau Environnement

Envie de lecture pertinente en environnement?

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

Vous êtes plutôt du genre techno?

Choisissez la version électronique pour seulement 30 \$.

Visitez le www.reseau-environnement.com.

Vecteur Environnement est publiée quatre fois par année.



ÉVÉNEMENTS À VENIR

Défi Changements Climatiques – Montréal, du 15 au 17 mars 2024

La cinquième édition du Défi Changements Climatiques (D2C) arrive à grands pas! Cette compétition d'étude de cas, organisée par le comité Relève de Réseau Environnement en partenariat avec RECYC-QUÉBEC, aura lieu à l'École de technologie supérieure de Montréal. Cette année, le cas – qui portera sur les enjeux du textile au Québec – aura pour thème « Repenser la filière textile : tisser les liens d'un futur circulaire ». Le D2C encourage les jeunes de la relève – étudiantes et étudiants ainsi que professionnels âgés de 18 à 35 ans – à proposer des solutions innovantes, concrètes et durables pour répondre à des enjeux environnementaux réels que connaissent les entreprises, les organisations ou les villes et municipalités du Québec. Consultez l'adresse suivante pour vous inscrire : reseau-environnement.com/comite-releve!

STEQ – Lévis, les 16 et 17 avril 2024

Le printemps débutera avec le grand rassemblement bisannuel de Réseau Environnement : le Salon des technologies environnementales du Québec (STEQ) 2024. Cet événement incontournable – qui aura lieu au Centre des congrès de Lévis sur le thème « L'énergie de la transition » – mettra de l'avant la spécificité de chacun de nos secteurs avec des conférences techniques de haut niveau, tout en misant sur sa force de rassemblement à titre de plus grand événement en environnement au Québec. Pour plus d'informations ou pour vous inscrire, visitez le reseau-environnement.com/evenements/steq!

Visitez le reseau-environnement.com/evenements pour consulter le calendrier des événements et ne rien manquer de nos prochaines annonces!

RÉCENTES PRISES DE POSITION DE RÉSEAU ENVIRONNEMENT

Stratégie de réduction et de gestion responsable des plastiques

Réseau Environnement a fait entendre la voix de ses membres dans le cadre de la consultation sur la Stratégie de réduction et de gestion responsable des plastiques 2024-2029 du gouvernement du Québec. L'enjeu de la pollution plastique étant toujours très préoccupant, le comité se positionne majoritairement en amont de la mise en marché de ces produits. Le mot d'ordre : un incitatif à l'écoconception. Voici donc quelques-unes des recommandations émises par nos membres :

- Tout produit plastique mis en marché devrait être recyclable au Québec. Si l'implantation de la responsabilité élargie des producteurs (REP) est un mécanisme que nous appuyons pour permettre le financement des filières de recyclage, on constate qu'elle n'a pas eu d'impact sur l'écoconception à la mise en marché. Nous proposons de remplacer les pénalités par un incitatif à l'écoconception, applicable à la mise en marché et perçu par le Trésor public si la preuve de recyclabilité n'est pas démontrée;
- L'exigence de contenu recyclé certifié dans les produits, les contenants et les emballages en plastique non alimentaires doit accélérer le remplacement de résines vierges par des plastiques issus du recyclage postconsommation (PCR). Un incitatif réglementaire est nécessaire pour stimuler cette industrie;
- L'écoétiquetage devrait être normalisé et réalisé par une entité indépendante afin d'éviter l'écoblanchiment et l'étiquetage réalisé sous forme d'autodéclaration;

- Comme la norme du Bureau de normalisation du Québec n'est pas toujours suffisante, le bannissement des plastiques dégradables non certifiés compostables est recommandé;
- Avoir un inventaire des plastiques utilisés par tous les secteurs : demander à toutes les entreprises les quantités mises en marché annuellement, même si elles ne mettent pas des produits sous la REP.

Plan Nature 2030

Dans la foulée de la COP15, le gouvernement du Québec s'est engagé à atteindre les cibles mondiales contenues dans l'Accord Kunming-Montréal d'ici 2030, notamment en élaborant son Plan Nature 2030. Ce plan vise à répondre aux enjeux de biodiversité au-delà des aires protégées, impliquant l'ensemble des parties prenantes dans un vaste processus de consultation. Réseau Environnement a activement participé à cet effort, exprimant les recommandations de ses membres lors d'un atelier tenu dans le cadre de la mobilisation nationale sur le Plan Nature 2030. Lors de la consultation publique ouverte en octobre dernier sur le même sujet, les membres de Réseau Environnement se sont concertés afin de rédiger un mémoire rassemblant leurs recommandations concernant la version préliminaire du Plan Nature 2030.

Pour consulter toutes les prises de position de Réseau Environnement, visitez l'adresse suivante : reseau-environnement.com/publications/memoires.

Enjeux sociaux et environnementaux

Sensibiliser la communauté de l'ÉTS



PAR AURIANE LE GIGAN
Membre de « Un réveil écologique et solidaire »



ET PAR MARIE TEILLOT
Membre de « Un réveil écologique et solidaire »
reveil.ets@etsmtl.ca

Depuis un an, un groupe d'étudiantes et d'étudiants de l'École de technologie supérieure (ÉTS) utilise des outils collaboratifs, scientifiques et ludiques pour sensibiliser la communauté de leur école aux enjeux sociaux et environnementaux. Le club « Un réveil écologique et solidaire » – qui a organisé jusqu'à maintenant 41 ateliers rassemblant près de 400 personnes – raconte sa création, ses outils et ses stratégies.

Dans son 6^e rapport d'évaluation, le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) rappelle que « les activités humaines [...] ont sans équivoque provoqué le réchauffement de la planète [...] » (GIEC, 2023, p. 42). Néanmoins, la part de l'enseignement universitaire accordé aux enjeux climatiques et environnementaux est très faible, notamment dans le domaine du génie. En effet, les programmes de baccalauréat ou de maîtrise ne bénéficient pas de cours communs et obligatoires portant sur les enjeux climatiques et de biodiversité. Pourtant, les spécialistes en ingénierie ont une responsabilité cruciale dans les causes de la crise écologique, dans sa résolution et dans l'accompagnement des populations dans l'adaptation à un monde en surchauffe. D'ailleurs, prêter serment à l'Ordre des ingénieurs du Québec signifie, entre autres, s'engager à respecter l'article 2.01 du Code de déontologie des ingénieurs :

« Dans tous les aspects de son travail, l'ingénieur doit respecter ses obligations envers l'homme et tenir compte des conséquences de l'exécution de ses travaux sur l'environnement et sur la vie, la santé et la propriété de toute personne » (Publications Québec, s. d., article 2.01).



Les membres de la communauté étudiante doivent donc être préparés à faire face aux défis environnementaux tout en répondant aux attentes de leur future profession. Former ces jeunes membres de la collectivité dès aujourd'hui leur permettra de prendre des décisions éclairées quant à leur avenir. Partant de ce constat, plusieurs étudiantes et étudiants se sont rassemblés pour créer « Un réveil écologique et solidaire » (ci-après appelé « Réveil »).

Naissance et vie du club

En octobre 2022, une initiative étudiante mène à l'organisation d'une Fresque du climat dans les locaux de l'ÉTS pour une vingtaine de personnes. Quelques semaines plus tard, l'expérience est réitérée avec une Fresque du numérique. Le club est fondé dans la foulée, alors que se prépare un premier événement majeur : le collectif organise en janvier 2023 la première Rentrée climat au Québec! L'objectif était de sensibiliser un maximum de personnes avec la Fresque du climat en seulement deux jours.

Aujourd'hui, le club compte neuf membres actifs qui ont à cœur de former et de sensibiliser la communauté de l'ÉTS aux enjeux sociaux et environnementaux. Des activités sont aussi organisées par le club dans d'autres universités, dans des entreprises et lors de congrès. Les moyens de sensibilisation utilisés par les membres se veulent collaboratifs, scientifiques, bienveillants et non partisans.

« L'objectif [des fresques] est de bâtir de nouvelles connaissances grâce à l'intelligence collective, aux données inscrites sur les cartes et aux commentaires des animatrices et animateurs formés. »

Mais qu'est-ce qu'une fresque ?

Les fresques sont des ateliers de sensibilisation d'une durée de trois heures, inspirés du fonctionnement de la Fresque du climat. En équipe de quatre à sept personnes, les participantes et participants organisent les cartes du jeu selon des liens de cause à effet. Ils réfléchissent ensuite aux leviers d'action, tant à l'échelle individuelle qu'à l'échelle collective. La Fresque du climat permet ainsi de comprendre la logique et l'ampleur des enjeux liés aux changements climatiques. Le principe de la Fresque du climat a été répliqué pour d'autres thèmes : le numérique, la mobilité, les frontières planétaires, le sexisme, etc. Ces outils reposent systématiquement sur des références scientifiques solides, comme celles du GIEC. Les thématiques abordées sont donc appuyées par des chiffres et des informations qui proviennent de sources fiables, apportant un aspect très concret aux discussions.

L'objectif est de bâtir de nouvelles connaissances grâce à l'intelligence collective, aux données inscrites sur les cartes et aux commentaires des animatrices et animateurs formés.

Évolution du club

En un an d'existence, Réveil a organisé 41 ateliers rassemblant près de 400 personnes. Ces derniers ont permis d'explorer les



Une partie des membres du club (de gauche à droite : Maxime Amirault, Marie Teillot, Louis Liogier, Alban Bazireau, Esther Corvaisier, puis Constantin Kozlow et Auriane Le Gigan).

enjeux climatiques, d'érosion de la biodiversité et de dépassement des frontières planétaires, ainsi que différentes pistes d'action grâce à l'atelier « 2tonnes ». Parmi ces 41 ateliers, deux événements « Rentrée climat » ont été organisés à l'hiver et à l'automne 2023, attirant un total de plus de 100 personnes.

Une Fresque des profs a aussi été organisée : huit membres du corps enseignant ont été formés pour l'animation et la Fresque du climat a été intégrée à deux cours de maîtrise à l'ÉTS. Le club a donc réussi à atteindre de nombreux objectifs, à toucher plusieurs types de publics, et à se faire entendre en dehors des murs de l'ÉTS.

Toutefois, les membres désirent aller encore plus loin. En effet, la plupart des participantes et participants aux ateliers sont des personnes déjà relativement sensibilisées. Il faut trouver des moyens de toucher celles et ceux qui ne le sont pas encore et de les inciter à prendre part à la transition. Malgré les efforts pour faire connaître les ateliers, il est souvent difficile de capter l'attention du corps enseignant, du personnel de direction et des autres clubs de l'ÉTS.

À l'avenir, Réveil entend poursuivre sa mission de sensibilisation en continuant de proposer régulièrement des ateliers ludiques ouverts à toutes et à tous, tant aux étudiants de l'ÉTS qu'à différents publics à l'extérieur des murs. Il souhaite également continuer le travail entamé avec le corps enseignant en proposant de nouveaux ateliers et formations. De plus, il désire joindre de nouveaux publics – notamment l'administration de l'ÉTS – en proposant des activités au sein des départements et de la direction générale. Enfin, il aimerait instituer la Fresque du climat dans les activités de consolidation d'équipe au sein des clubs.

À votre tour de jouer !

De nombreuses fresques sont organisées chaque semaine à travers le Québec sur différents thèmes. Par exemple, au moins un atelier par semaine se déroule à l'ÉTS. Vous pouvez suivre sur les réseaux sociaux les pages « Réveil écologique et solidaire », « Fresque du climat Québec », « Fresque de la mobilité Québec » ou encore « Fresque de la biodiversité Québec ». Les cartes sont maintenant entre vos mains! ●

Références

GIEC (2023). *Climate Change 2023: Synthesis Report*. En ligne : [ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_LongerReport.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_LongerReport.pdf).

Publications Québec (s. d.). *Code de déontologie des ingénieurs*. En ligne : legisquebec.gouv.qc.ca/fr/document/rc/l-9,%20r.%206.

La fonge et l'assise Des mobiliers urbains dépolluants



PAR **BRICE AMMAR-KHODJA**
Docteur en design et arts numériques,
Université Concordia, Montréal / École
Nationale Supérieure des Arts Décoratifs de
Paris, Université PSL
brice.ammar-khodja@mail.concordia.ca



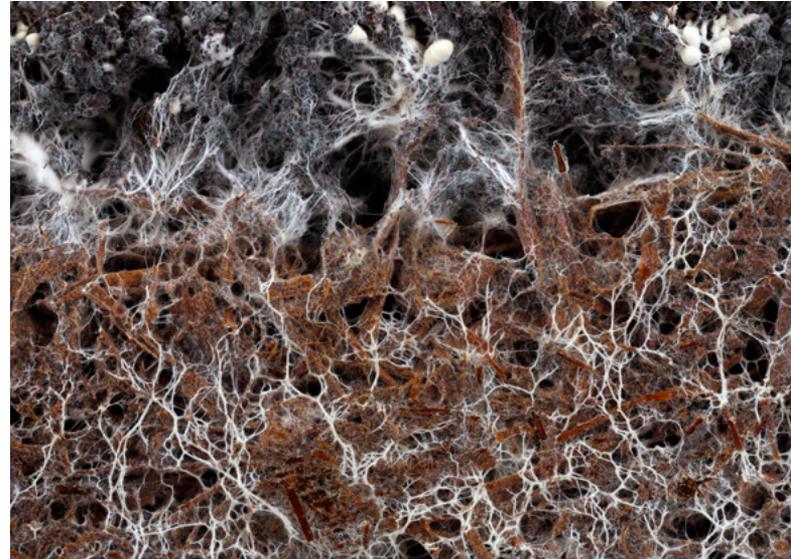
ET PAR **GEOFFROY RENAUD**
Directeur, Mycélium Remedium
Mycotechnologies

Des champignons au secours des environnements urbains pollués : est-ce possible? Une idée pourtant fertile à la croisée du design et de la mycologie.

Sous nos pieds, des siècles d'urbanisation ont modifié l'environnement, posant d'importants défis écologiques. L'expansion horizontale des villes engendre une modification visible de l'environnement, tandis que leur configuration verticale révèle des formes d'agglomération plus discrètes, mais pourtant préoccupantes pour la qualité de notre environnement.

Des années de pratiques comme l'enfouissement des déchets ont contaminé durablement les sols avec des substances telles que des métaux lourds et des hydrocarbures (Rodríguez-Eugenio et collab., 2018). La pollution des sols est pourtant un enjeu environnemental et sanitaire mondial. Au Canada, on dénombre 24 116 sites pollués, dont 1 225 au Québec (SCTC, s. d.). La Ville de Montréal compte à elle seule 94 anciennes carrières qui ont souvent été utilisées ensuite comme dépotoirs (Ville de Montréal, 2021). La contamination des sols situés sous les parcs et les autres terrains que nous foulons soulève des questions sur les méthodes de réhabilitation employées pour améliorer notre environnement global.

L'excavation – méthode courante de décontamination des sols au Québec – entraîne des coûts énergétiques élevés et des émissions de puissants gaz à effet de serre (GES), comme le méthane. Cette méthode est en contradiction avec les objectifs de réduction des émissions de GES du Québec, en grande partie à cause du transport des sols contaminés. Avec 9 des 38 sites d'enfouissement québécois approchant leur capacité maximale d'ici 2030 (BAPE, 2022), l'efficacité à long terme de l'excavation est remise en question, soulignant le besoin



urgent de méthodes de décontamination plus durables et respectueuses de l'environnement.

Vers une méthodologie par le vivant

La contamination des sols urbains trouve son antithèse dans les forêts anciennes. Si, en nature, on ne retrouve pas de déchets, c'est parce que l'écosystème est apte à se réguler par une gestion de ses matières résiduelles. Cette gestion raffinée fait en sorte que les résidus des uns sont les ressources des autres (Gower, 2003).

Des micro-organismes travaillent les terreaux, soutenant les activités végétales qui formeront la biomasse nécessaire à alimenter les organismes fongiques. Les champignons saprotrophes agissent alors à la manière d'Osiris et accompagnent les matières végétales mortes vers leur retour au sol. Ce sol, enrichi des dégradations de végétaux, constitue le terreau de croissances des micro-organismes, revigorés de ces apports organiques par lesquels ils se sustentent (Lippke et collab., 2011).

Le XX^e siècle a vu se développer diverses technologies de bioremédiation, par biomimétisme d'abord, puis à grand renfort de science. Il est aujourd'hui reconnu que les champignons saprotrophes, tels que le pleurote et la strophaire rouge vin, peuvent remédier aux hydrocarbures (Thomas et collab., 1998), tandis que des végétaux à croissance rapide, tels que le saule ou le maïs, peuvent chélater les métaux lourds contaminant

les sols urbains (Kafle et collab., 2022). Les hydrocarbures sont ainsi désassemblés, tandis que les métaux sont accumulés et circonscrits.

Une inertie se manifeste quant à la mise à l'échelle industrielle de ces biotechnologies. Il semblerait qu'un dynamisme renouvelé peut émerger à la croisée du design, de l'art et de la science.

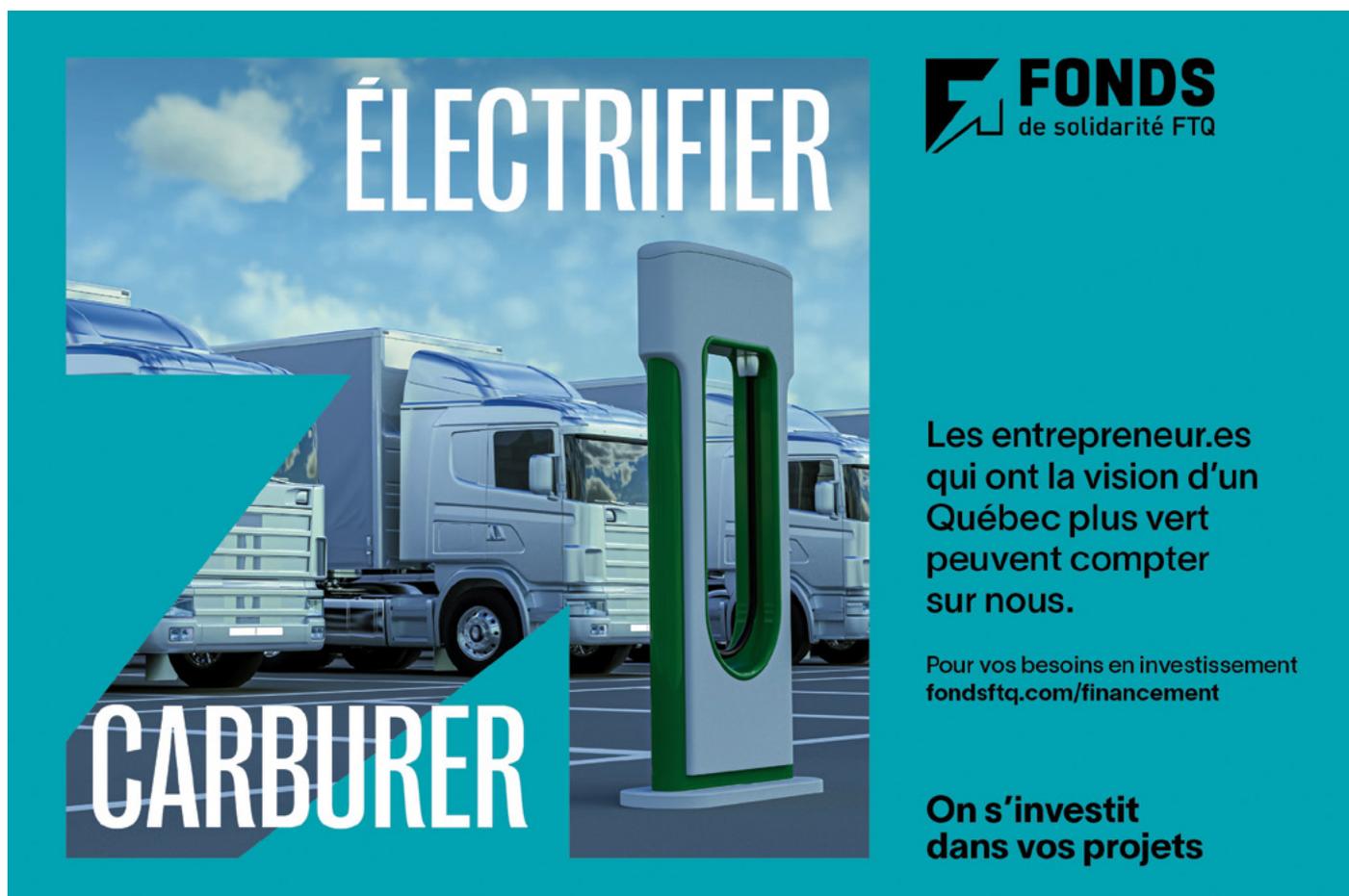
Des approches renouvelées par le design d'objet

Depuis plusieurs années, l'avènement des biomatériaux a participé à un bouleversement des pratiques en art et design. Par exemple, les mycomatériaux – issus de la culture de mycélium – occupent une place de plus en plus importante dans ces champs, où recherches scientifiques et pratiques artistiques se conjuguent au sein de nouveaux cadres interdisciplinaires. Et pour cause, les mycomatériaux se distinguent par des avantages considérables, comme leurs faibles impacts environnementaux, auxquels s'ajoutent des propriétés remarquables telles que la légèreté, l'étanchéité, l'ignifugation et la résistance mécanique (Yang et collab., 2021). Des projets en impression 3D – comme *Mycelium Chair* du Studio Klarenbeek & Dros (2018) ou *Tree Column* du Blast Studio (2020) (présentant des « soudures » naturelles de briques de mycélium) – démontrent le potentiel de ces matériaux pour concevoir les artéfacts et les architectures de demain.

L'alliance de la mycoremédiation avec le design de mycomatériaux offre une innovation prometteuse pour la transformation et l'amélioration des espaces urbains, en introduisant des mobiliers tels que des bancs, des chaises, des abris et des structures architecturales fabriqués à partir de processus de décontamination. Ces approches offrent une solution potentielle aux défis posés par les sites contaminés et amènent à s'interroger sur le caractère parfois inhospitalier des espaces publics (architecture hostile, mobilier anti-sans-abris [Bocchialini, 2019]). Une combinaison des stratégies arts-sciences mentionnées précédemment pourrait pleinement contribuer à une réévaluation critique des espaces urbains, favorisant ainsi une accessibilité à un espace sain et convivial.

Une collaboration avantageuse

Les avantages économiques et écologiques d'une remédiation par l'art vivant sont nombreux et spectaculaires. La littérature suggère qu'à terme (maturité commerciale), le traitement des hydrocarbures par les champignons coûterait jusqu'à 30 fois moins cher que son équivalent excavation-enfouissement (Stamets, 2005). La production de mobilier pourrait remplacer les coûts traditionnels liés aux aménagements urbains et devrait inciter à des réflexions profondes en matière d'accessibilité de ces derniers.



ÉLECTRIFIER

CARBURER

FONDS
de solidarité FTQ

Les entrepreneur.es qui ont la vision d'un Québec plus vert peuvent compter sur nous.

Pour vos besoins en investissement fondsftq.com/financement

On s'investit dans vos projets



© Alan Boccato

Cloison coupe-son en mycomatériaux de l'exposition *Pour demain* du Musée de la civilisation de Québec.

Voici donc quelques-uns des avantages :

- 1. Traitement in situ** : une dépollution par le vivant limite les coûts de transport à l'introduction des organismes vivants sur le site. Nul besoin de déplacer les sols contaminés hors site, ni de déboursier pour les coûts d'enfouissement ou de traitement ex situ.
- 2. Remédiation = dépollution et revitalisation** : les organismes mobilisés pour la dépollution sont autant d'hôtes et de ressources pour d'autres micro-organismes, accélérant de fait le travail de revitalisation qui s'impose après tout chantier de dépollution. Une étude attestait que la digestion d'hydrocarbures par des pleurotes permettait non seulement de réduire – en huit semaines – le taux d'hydrocarbures totaux de 100 fois, mais aussi d'observer un déploiement significatif de végétaux; cela découle de la présence des champignons qui attirent les insectes, attirant à leur tour les oiseaux transportant les semences de végétaux (Thomas, 1998; Stamets, 2005).
- 3. Financement de la dépollution par des objets urbains** : des mobiliers – tels que des bancs, des tables, des abris ou même des poubelles – faits à même les techniques de remédiation ouvrent une double avenue de financement, mais permettent surtout une forme novatrice d'interaction avec l'environnement et d'intervention communicationnelle sur le long terme avec les usagers des lieux revitalisés. L'intégration d'un volet artistique aux projets de décontamination, sous la forme d'une contribution inspirée de la politique du 1 % en matière d'art public, encouragerait ce dispositif. Un lieu de mémoire chargé d'une esthétique distincte permettrait de marquer l'imaginaire et de soutenir les politiques de médiation sur l'existence et la mémoire de ces sites.

Repenser la mémoire des lieux contaminés

Sur ce dernier point, la question du devenir ainsi que de la préservation de la mémoire des sites pollués est en effet cruciale. Dans un contexte où les sites se multiplient et où leur inventaire exact demeure incertain, la perspective d'un mobilier situé à la frontière entre l'objet de mémoire et l'artéfact de médiation sanitaire et écologique est d'intérêt général. En 1984, les sémiologues Françoise Bastide et Paolo Fabbri ont suggéré l'idée atypique des « radiochats », c'est-à-dire des chats changeant de couleur pour indiquer la présence de déchets radioactifs. Aujourd'hui, face à l'urgence de la mémoire environnementale, cette proposition – bien que plus modérée – semble ouvrir la voie à une compréhension et à une reconnaissance durable des sites pollués. ●

Photo de la page 46 : Structure du mycélium du champignon de Paris (*Agaricus bisporus*) dans le sol.

Références

- BAPE (Bureau d'audiences publiques sur l'environnement) (2022). *L'état des lieux et la gestion des résidus ultimes : rapport d'enquête et d'audience publique*. En ligne : voute.bape.gouv.qc.ca/dl?id=00000274036.
- Blast Studio (2020). *Tree Column*. En ligne : blast-studio.com.
- Bocchialini, M. (2019). *The Growth of Hostile Architecture: How Developments in Urban Design Are Exacerbating Social Injustice*. En ligne : a-id.org/the-growth-of-hostile-architecture-how-developments-in-urban-design-are-exacerbating-social-injustice.
- Gower, S. T. (2003). « Patterns and mechanism of the forest carbon cycle ». *Annual Review of Environment and Resources*, vol. 28, p. 169-206. En ligne : doi.org/10.1146/annurev.energy.28.050302.105515.
- Kafle, A. et collab. (2022). « Phytoremediation: Mechanisms, plant selection and enhancement by natural and synthetic agents ». *Environmental Advances*, vol. 8, 100203. En ligne : doi.org/10.1016/j.envadv.2022.100203.
- Lippke, B., et collab. (2011). « Life cycle impacts of forest management and wood utilization on carbon mitigation: knowns and unknowns ». *Carbon Management*, vol. 2, n° 3, p. 303-333. En ligne : doi.org/10.4155/cmt.11.24.
- Rodríguez-Eugenio, N., et collab. (2018). *Soil pollution: a hidden reality*. En ligne : fao.org/3/l9183EN/i9183en.pdf.
- SCTC (Secrétariat du Conseil du Trésor du Canada) (s. d.). *Inventaire des sites contaminés fédéraux*. En ligne : tbs-sct.gc.ca/fcsi-rscf/home-accueil-fra.aspx.
- Stamets, P. (2005). *Mycelium running: How mushrooms can help save the world*. Ten Speed Press, 356 p.
- Studio Klarenbeek & Dros (2018). *Mycelium Chair*. En ligne : dotunusual.com.
- Thomas, S., et collab. (1998). *Mycoremediation of aged petroleum hydrocarbon contaminants in soil*. En ligne : wsdot.wa.gov/research/reports/fullreports/464.1.pdf.
- Ville de Montréal (2021). *Carte de localisation des anciennes carrières et des dépôts de surface*. En ligne : montreal.ca/sujets/anciennes-carrieres.
- Yang, L., D. Park, et Z. Qin (2021). « Material Function of Mycelium-Based Bio-Composite: A Review ». *Frontiers in Materials*, vol. 8. En ligne : doi.org/10.3389/fmats.2021.737377.

FORMATION
RISQUES ET MITIGATION EN
BIOMÉTHANISATION

349,95\$

Du 7 mai au 31 mai 2024

Remboursement de salaire possible

FORMATION
ASSAINISSEMENT
AUTONOME DES EAUX USÉES

Bientôt disponible !



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 :  Réseau Environnement

Une initiative :  Enviro Compétences
COMITÉ SECTORIEL DE MAIN-D'ŒUVRE DE L'ENVIRONNEMENT

Services de distribution de l'eau

Vers une gestion efficace des données



PAR JOEY MITCHELL
Vice-président, Utility Metering Solutions (UMS)

(Traduction libre permise par l'AWWA d'un article écrit par Joey Mitchell intitulé « Water Utilities Need Effective Data Management », publié dans *Opflow*, vol. 49, n° 10, p. 28-29. En ligne : awwa.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/opfl.1899. © AWWA, 2023)

Pour réussir la mise en œuvre de leurs technologies, les services des eaux doivent mettre en place une gestion efficace des données. Comment doivent-ils s'y prendre ? Par le biais d'une analyse approfondie, d'une centralisation et d'une stratégie rigoureuse de gouvernance.

La myriade de défis auxquels les services de distribution de l'eau sont confrontés aujourd'hui est sans précédent : désuétude des infrastructures, vieillissement de la main-d'œuvre (ce qui entraîne une perte de connaissances institutionnelles), incapacité d'accéder aux données avec les systèmes actuels afin de prendre des décisions éclairées (réparation ou remplacement), et menaces de catastrophes (naturelles et technologiques) qui peuvent anéantir des données vitales. Pour faire face à ces défis, ils mettent en œuvre de nouvelles technologies de gestion des données plus efficaces afin de renforcer la durabilité de leurs référentiels. Cependant, la résistance au changement et les cultures peu enclines au risque ont empêché les services publics de moderniser leur système de gestion des données au même rythme que les progrès réalisés dans la sphère plus large des technologies de l'information. Par exemple, plusieurs services publics tentent de réorganiser les processus opérationnels existants pour améliorer le partage des informations lors de la mise en œuvre d'un nouveau logiciel. Dans de nombreux cas, la difficulté réside dans le fait que les services ne comprennent pas pleinement les capacités du nouveau logiciel, n'ont pas défini d'objectifs fondamentaux ou ne saisissent pas les exigences en matière d'information qu'ils espèrent satisfaire grâce à ces améliorations de processus.

Première étape : évaluation des besoins

La première étape d'une gestion des données réussie consiste à procéder à une évaluation approfondie des besoins en se concentrant sur les objectifs de l'organisation. L'évaluation



des besoins permet de répondre à des questions telles que les suivantes :

- Qui sont les principaux propriétaires des données ?
- Quel est le système d'enregistrement des données ?
- Quel alignement organisationnel est nécessaire pour soutenir les données ?
- Qui a accès aux données ?
- Quelles politiques et procédures sont nécessaires pour maintenir les données à jour ?
- Quels objectifs commerciaux les données visent-elles à atteindre ?

Ainsi, les parties prenantes de l'organisation doivent se réunir afin d'analyser chacun des points énumérés ci-dessus et de développer des schémas de processus détaillés. Cela peut représenter un effort important, en particulier pour les petits et moyens services de distribution d'eau, car de nombreux flux de travail ne sont pas compris ou cartographiés par le personnel concerné. La réalisation de l'évaluation nécessite également des ressources supplémentaires, qui peuvent ou non être disponibles en interne.

Pour que la refonte des processus ait lieu, les équipes doivent se mettre d'accord sur les meilleures pratiques et les mettre par écrit. Une fois que les services ont formellement évalué leurs besoins, ils constatent souvent que les procédures et les processus existants ne sont pas bien documentés ; il s'agit souvent d'un obstacle majeur pour les services publics qui souhaitent mettre à jour leurs

« Des données plus accessibles et de meilleure qualité améliorent la planification et la prise de décision, ce qui permet aux services d'atteindre leurs objectifs à court terme. »

politiques et leurs pratiques en matière de données. L'absence de procédures documentées s'avère souvent n'être que le symptôme d'une connaissance fragmentée, dispersée dans des groupes divers et disparates au sein de l'organisation. La planification et la mise en œuvre d'initiatives réussies en matière de gestion des données nécessitent une compréhension approfondie des procédures et des processus actuels d'une organisation, ainsi que des problèmes rencontrés par les équipes.

Du travail en vase clos aux données centralisées

À la suite de l'évaluation des besoins, l'un des principaux constats au sein des organisations est que chaque responsable de service est autonome et prend ses décisions de manière indépendante; il en résulte que les décisions sont souvent prises sans tenir compte des possibilités d'intégration avec d'autres groupes de travail et systèmes, ce qui se traduit par du travail en vase clos, un manque d'interaction entre les équipes, ainsi que des référentiels de données fragmentés et décentralisés. Les services publics doivent appliquer les meilleures pratiques en matière de gouvernance des données pour les protéger.

Entreposage de données dans le nuage

Les services de distribution de l'eau avant-gardistes ont cherché à briser le travail en vase clos en utilisant une approche de la gestion de l'information appelée « entreposage de données dans le nuage » (*cloud data warehousing*). Les entrepôts de données en « cloud » sont des référentiels centraux de données intégrées provenant de sources multiples et décentralisées.

Cette approche offre de nombreux avantages : économies d'échelle, sécurité des données (moins vulnérables), fiabilité et peu de maintenance pour traiter de grandes quantités de données. Le personnel utilise ces données stockées afin de les corriger et les visualiser sur plusieurs systèmes aux fins d'aide à la décision. Les données ainsi compilées à partir d'une série de systèmes opérationnels doivent être comprises, traitées et transformées. L'entreposage de données nécessite un environnement de base structuré pour effectuer des recherches avancées, des analyses et des visualisations claires. Ainsi, bien que cette approche soit une étape constructive vers l'innovation commerciale, les avantages seront limités si les objectifs du service ou de l'équipe n'ont pas été définis par le biais d'une évaluation approfondie des besoins et mis en œuvre avec une gouvernance des données disciplinée.

Gouvernance des données

La gouvernance des données est l'ensemble des activités nécessaires pour maintenir l'ordre, l'efficacité et le contrôle des données que les systèmes d'information contiennent tout au long de leur cycle de vie. Les objectifs sont d'assurer la cohérence et la fiabilité des données ainsi que d'empêcher leur utilisation abusive. Pour les atteindre, les équipes de gouvernance se

concentrent sur quatre principes : la disponibilité, la facilité d'utilisation, la cohérence et la sécurité. La gouvernance des données s'applique à toutes les données stockées dans les systèmes de l'organisation et comprend les normes, les politiques et les procédures internes qui régissent leur utilisation. Un aspect essentiel de la convivialité et de la cohérence de l'entreposage des données est l'intégration de bus; celle-ci repose sur une interface de programmation d'applications (API) sophistiquée qui permet à tous les services d'y accéder. L'API rationalise l'information et améliore le partage des données dans l'ensemble de l'organisation grâce à la normalisation des champs, des protocoles, de l'accès et de la transmission des données. C'est un moyen d'intégrer les données de manière cohérente dans l'ensemble de l'organisation.

De multiples avantages

La centralisation des données et la mise en place d'une structure de gouvernance peuvent aider les services publics à atteindre les objectifs suivants :

- Briser le travail en vase clos qui entrave la communication;
- Encourager les différentes équipes d'une organisation à former des alliances, à travailler en collaboration et à partager leurs connaissances;
- Optimiser les investissements dans les technologies de l'information;
- Améliorer la qualité globale des données.

Des données plus accessibles et de meilleure qualité améliorent la planification et la prise de décision, ce qui permet aux services d'atteindre leurs objectifs à court terme. Sur le plan de l'organisation, l'accès à des données cohérentes et fiables encourage la réflexion stratégique et globale; il en résulte des plans et des projets à long terme qui renforcent l'engagement des parties prenantes, réduisent les risques, améliorent l'efficacité opérationnelle et rendent les pratiques commerciales plus durables.

Vers la modernisation des pratiques

Les services de distribution de l'eau peuvent tirer le meilleur parti de leurs données et de leur infrastructure technologique en commençant par procéder à une évaluation approfondie de leurs besoins; cette étape permet de déterminer l'état actuel de leurs pratiques de gestion des données et ce qu'ils doivent mettre en œuvre pour les aligner sur leurs objectifs commerciaux. Si l'évaluation détermine qu'un accès et un partage inefficaces des données sont à l'origine de l'absence de progrès, l'entreposage de données – soumis à des principes solides de gouvernance – ouvre la voie à la modernisation et à l'amélioration des pratiques d'information dans l'ensemble de l'organisation. ●

Réaménagement d'un ancien site industriel en parc

Pour l'environnement et la communauté



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



(Traduction libre permise par la Water Environment Federation [WEF] d'un article intitulé *Park Redevelopment for the Environment and Community*, publié dans le cadre de WEFTEC 2023, rédigé par Jason Fussel [Tetra Tech, Inc., Buellton, Californie] et Jason Wright [Tetra Tech, Inc., Research Triangle Park, Caroline du Nord].)

Au début des années 2010, la Ville de Los Angeles, en Californie, a saisi l'occasion de réaménager un terrain industriel adjacent à la rivière Los Angeles en un parc récréatif permettant d'augmenter la superficie totale des infrastructures de loisirs de la Ville, tout en améliorant la qualité de l'eau de pluie se déversant dans la rivière.

En 2012, la Ville a commandé une étude de faisabilité concernant un projet connu aujourd'hui sous le nom d'Albion Riverside Park Project (Los Angeles, s. d.). Par la suite, après l'élaboration des plans et devis, les travaux ont débuté en 2017 pour se terminer en 2019; ce nouvel aménagement engendre de nombreux avantages environnementaux ainsi que des bénéfices sociaux pour les résidentes et résidents des quartiers environnants. Le parc ainsi créé est devenu, au fil des années, un exemple de dévouement d'une communauté qui a consacré près d'une décennie au réaménagement d'un ancien site industriel en parc communautaire et environnemental. La figure 1 présente l'aménagement de la zone avant les travaux.

Bénéfices environnementaux

L'objectif environnemental du projet était de permettre, par le réaménagement de la zone concernée, des améliorations quant à la qualité des eaux pluviales collectées ainsi que des eaux de ruissellement, toutes rejetées dans la rivière Los Angeles. Cet



objectif a été atteint en détournant le volume d'eau – provenant du collecteur d'eaux pluviales situé sous la rue Albion et des eaux de ruissellement – vers les ouvrages destinés à l'amélioration de la qualité de l'eau qui ont été réalisés sur le site du projet. Les travaux ont permis de traiter et d'infiltrer les volumes d'eau détournés, ou de les utiliser pour les besoins du parc.

Pour la conception des ouvrages, la modélisation des eaux détournées s'est appuyée sur le modèle de gestion des eaux pluviales (*Storm Water Management Model*) ainsi que sur le système d'intégration du traitement et de l'analyse des eaux pluviales urbaines (*Urban Stormwater Treatment and Analysis Integration*). Cette modélisation a permis d'établir les bases d'une conception visant à maximiser l'enlèvement des solides et des sédiments, tout en évitant de recueillir les eaux provenant de zones contaminées et des services publics existants. Les meilleures pratiques de gestion (*best management practices*)

« Le parc ainsi créé est devenu, au fil des années, un exemple de dévouement d'une communauté qui a consacré près d'une décennie au réaménagement d'un ancien site industriel en parc communautaire et environnemental. »

FIGURE 1

Vue aérienne de la zone présentant une portion de la rivière Los Angeles, le quartier industriel concerné par le projet de réaménagement ainsi que le terrain de baseball existant



prises en œuvre dans le cadre de ce projet comprennent des installations de biorétention, des noues drainantes biologiques, une chaussée perméable et des galeries d'infiltration souterraines. En somme, aucun volume d'eau n'est acheminé directement à la rivière.

Bénéfices pour la communauté

Concernant les bénéfices pour la communauté environnante, les installations récréatives du parc ainsi créées par le projet comprennent des terrains de sport polyvalents, des sentiers pédestres, des zones d'entraînement physique pour adultes, des aires de jeux pour enfants, des aires de pique-nique et une place centrale multifonctionnelle. Le parc intègre également des éléments d'éducation et d'information sur la réutilisation de l'eau ainsi que sur le plan directeur de revitalisation de la rivière Los Angeles, dont le parc fait partie. L'emplacement du parc – situé entre la rivière et le parc Downey adjacent – joue un rôle clé en reliant la communauté à la rivière. En effet, le parc Downey voisin était auparavant divisé par la rue North Spring et, malgré sa proximité avec la rivière, l'accès au bord de l'eau était limité. Le réaménagement des parcelles des parcs Downey et Albion Riverside aux fins de loisirs a augmenté la superficie totale destinée à un usage récréatif à environ 10 acres, ce qui a grandement bénéficié aux quartiers défavorisés et à faible revenu environnants.

Pour une meilleure qualité de vie

Dans l'ensemble, le projet a permis de :

- Améliorer la qualité de l'eau s'écoulant vers la rivière Los Angeles en réduisant considérablement les charges polluantes;
- Créer des infrastructures récréatives et communautaires locales ainsi que des liens visuels avec la rivière;
- Améliorer l'adaptabilité aux changements climatiques;
- Protéger et reconstituer les ressources naturelles;

- Réduire les risques d'inondation en période de fortes précipitations;
- Réhabiliter un ancien site industriel.

Les multiples avantages du projet en ont fait son succès. Les différentes combinaisons de solutions de gestion des eaux pluviales avec les équipements récréatifs prouvent qu'il est possible de réaménager efficacement un ancien site industriel en un parc qui bénéficie à la communauté environnante. Cela démontre qu'un projet de réaménagement peut grandement améliorer la qualité de vie des membres de la communauté, tout en ayant des répercussions positives sur l'environnement. Ce projet a d'ailleurs été reconnu à plusieurs reprises pour ses bénéfices environnementaux et sociaux pour la communauté; il a reçu plusieurs prix, dont un de l'American Society of Civil Engineers et de l'Institute for Sustainable Infrastructure pour la qualité de l'eau, la résilience climatique et les bénéfices pour la communauté. ●

Photo de la page 52 : Vue présentant le nouvel aménagement du parc sur l'ancien site industriel.

Référence

Los Angeles (s. d.). *Albion Dairy Demolition and Remediation & Albion Riverside Park Project* En ligne : engineering.lacity.gov/about-us/divisions/environmental-management/archives/albion-dairy-demolition-and-remediation-albion-riverside-park-project-archived.

The graphic features the Chemco Environnement logo on the left, which includes a stylized city skyline on a globe. To the right, a 3D cutaway diagram shows a cross-section of the ground with various layers and components for water treatment. Below the diagram, text describes PFAS and emerging contaminants treatment solutions, including protection of drinking water resources, surface or in-situ treatment (NSF), adsorbent permeable barriers, and granular, powdered, or colloidal activated carbon.

CHEMCO
ENVIRONNEMENT

PFAS et contaminants émergents

Protection des ressources d'eau potable
Traitement de surface (filtration) ou in situ - NSF
Barrière perméable adsorbante
Charbon activé granulaire, en poudre ou colloïdal

SOLUTIONS ENVIRONNEMENTALES
PIÈREMENT QUÉBÉCOISES

1 800 575-5422 CHEMCO-INC.COM

Recycleurs et entreprises d'emballage À la recherche d'un terrain d'entente



PAR JESSICA LAURIN GINGRAS
Coordonnatrice du secteur Matières
résiduelles, Réseau Environnement

(Traduction libre permise par la SWANA d'un article écrit par Cole Rosengren intitulé *How recyclers and packaging companies are trying to find common ground*. En ligne : wastedive.com/news/spc-advance-wastecon-recycling-packaging-wm-republic-casella-ridwell/696618.)

Lors des sessions des événements SPC Advance 2023 de la Sustainable Packaging Coalition (SPC) et WASTECON de la Solid Waste Association of North America (SWANA), de nombreux signes ont démontré que les entreprises des deux secteurs – emballage et recyclage – essayaient de mieux se comprendre.

Il existe depuis longtemps un décalage entre le rythme des innovations en matière d'emballage et la viabilité du recyclage de ces matériaux. Aujourd'hui, sous l'effet conjugué de la réglementation ainsi que des pressions exercées par les consommateurs et les investisseurs, les deux secteurs cherchent de plus en plus à collaborer.

« Nous sommes en train de vivre un changement de paradigme dans la manière dont les déchets sont gérés aux États-Unis et dans le monde », a déclaré Scott Cassel, président-directeur général (PDG) du Product Stewardship Institute, lors d'un discours d'ouverture à WASTECON, où il a été question de la manière dont les lois sur la responsabilité élargie des producteurs dans les différents États américains suscitent un intérêt accru pour l'harmonisation des politiques et des définitions de la recyclabilité.

SPC Advance a organisé de nombreuses sessions sur la manière dont les pressions exercées par la réglementation et les consommateurs accélèrent le développement de nouvelles idées. Par exemple, le recycleur spécialisé Ridwell, né du désir des

« Nous sommes en train de vivre un changement de paradigme dans la manière dont les déchets sont gérés aux États-Unis et dans le monde. »



consommateurs de la région de Seattle de recycler davantage de matériaux, exerce désormais ses activités dans plusieurs États.

« Je pense que ce désir est également alimenté par la frustration et la culpabilité des consommateurs qui se sentent inondés d'emballages et qui ne savent pas quoi en faire d'une manière qui leur convienne », a déclaré Gerrine Pan, vice-présidente des partenariats de Ridwell, lors de la conférence SPC Advance.

Le recyclage à l'honneur

SPC Advance a donné lieu à de nombreuses discussions sur les efforts visant à rendre les emballages plus recyclables ou compostables, avec des panels sur la manière dont les principales entreprises de recyclage abordent les décisions relatives à la collecte et à l'infrastructure de traitement.

WM et Dow ont parlé des efforts déployés pour accroître le recyclage des films plastiques par le biais de Natura PCR. Selon Ganesh Nagarajan, directeur principal des plastiques chez WM, les deux entreprises « détiennent désormais le contrôle » de cette activité à la suite d'un investissement réalisé à l'automne dernier. Natura a depuis reçu le feu vert de la Food and Drug Administration pour fabriquer des emballages de qualité alimentaire, et WM a poursuivi ses projets visant à accepter les films plastiques dans certains programmes de collecte sélective.

Les données de l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis montrent que la catégorie des « sacs, sachets et emballages » en plastique a augmenté au cours des dernières décennies, mais la plupart des programmes de collecte sélective

« Tout en mettant l'accent sur la création de débouchés pour de nouvelles catégories, les intervenants ont également rappelé les limites des infrastructures de recyclage actuelles et futures, qui peuvent nuire à la capacité de récupérer davantage d'emballages. »

n'acceptent pas ces matières, dont le taux de recyclage est faible. WM s'est donc fixé pour objectif d'offrir le recyclage des films en collecte porte-à-porte pour environ 8 % de tous les ménages américains dans les années à venir. Dow, pour sa part, a pour objectif de doubler la quantité de matières premières « circulaires et renouvelables » qu'elle fournit d'ici 2030.

Lors d'une autre session, Republic Services a présenté ses propres investissements à venir dans le domaine des plastiques. L'entreprise adopte une approche différente en injectant des capitaux dans plusieurs « centres de polymères » pour le surtri des plastiques en provenance des centres de tri tels que le polyéthylène téréphtalate (PET), le polyéthylène haute densité (PEHD) et le polypropylène (PP). Le premier site devrait ouvrir à Las Vegas dans le courant de l'année. Joe Riconosciuto, directeur du marketing des matériaux et du recyclage, explique que les cadres de l'entreprise ont eu cette idée pour la première fois lorsqu'ils se sont rendus chez leurs homologues européens en 2019 :

« Ils ont été surpris, de la première à la dernière visite, que tout le monde veuille acheter nos plastiques. Ils ont été pris au dépourvu », a-t-il déclaré. « Nous collectons, regroupons et traitons les plastiques depuis longtemps... mais cela n'a jamais été considéré comme ayant une valeur unique – ce n'était pas stratégique pour nous. »

Republic vise les grandes marques, telles que Coca-Cola, qui souhaitent un approvisionnement plus fiable en contenu recyclé postconsommation. Selon M. Riconosciuto, « la circularité exige la spécificité », et la possibilité de séparer les plastiques par types de résine, par couleurs ou par d'autres catégories est donc attrayante.

Une autre session de SPC Advance s'est concentrée sur les approches différentes de Casella Waste Systems et de Ridwell afin d'évaluer les marchés pour différentes catégories de plastiques. Casella s'est récemment associée à TerraCycle pour un programme de collecte de sachets (TerraCycle Pouch) à Burlington, dans le Vermont, qui permet de collecter des articles qui ne sont généralement pas acceptés dans une collecte porte-à-porte. Abbie Webb, directrice du développement durable chez Casella, a déclaré que les cartons étaient populaires dans les sacs TerraCycle parce que « ce programme s'intéresse à un segment de marché auquel les centres de tri ne répondent pas » pour les résidentes et résidents de cette zone spécifique. Les emballages souples sont également très répandus dans le programme.

Bien que la nouvelle technologie de Casella permette de trier d'autres flux de matières, l'entreprise s'est efforcée de limiter ses

listes de collecte aux produits qui peuvent être traités en toute sécurité et qui ont des débouchés finaux fiables et diversifiés.

Autre exemple : les efforts de Ridwell pour collecter les thermoformés en PET dans une ville ont conduit le transporteur local à commencer à accepter ce matériau dans le programme de collecte sélective. De plus, Ridwell a décidé que certaines catégories – telles que la mousse PET et le silicone – n'avaient pas de débouchés viables. Mme Pan a également indiqué que l'entreprise s'efforçait de tenir compte des effets sur l'environnement du transport de petites quantités de matériaux sur de longues distances jusqu'à un transformateur.

Réalités du marché

Tout en mettant l'accent sur la création de débouchés pour de nouvelles catégories, les intervenants ont également rappelé les limites des infrastructures de recyclage actuelles et futures, qui peuvent nuire à la capacité de récupérer davantage d'emballages.

Lors d'une présentation à WASTECON, le PDG d'EverestLabs, Jagadeesh Ambati, a déclaré que sa plateforme d'intelligence artificielle identifiait régulièrement les centres de tri qui échappaient des matériaux de valeur. Un site perdait environ 650 000 dollars d'aluminium, de PET et de PEHD dans son système. Un réglage fin lui a permis de commencer à récupérer au moins 70 % de cette somme.

Quant au recyclage chimique – que de nombreuses entreprises ayant participé à SPC Advance ont présenté comme un élément clé de leurs futurs plans en matière de contenu recyclé ou de recyclabilité –, certains panélistes se sont montrés sceptiques quant à sa viabilité et ont invité les entreprises d'emballage à revoir leurs priorités. Veena Singla, scientifique principale au Conseil de défense des ressources naturelles, a décrit ces sites de recyclage chimique comme perpétuant la demande de combustibles fossiles, car nombre d'entre eux se concentrent sur la transformation du plastique en carburant plutôt que sur la fabrication de nouvelles matières premières.

« Peu importe ce que vous pensez qu'il advient de vos matériaux, ils finissent dans la communauté de quelqu'un », a déclaré Melissa Miles, directrice générale de l'Alliance pour la justice environnementale du New Jersey. « Nous ne pouvons pas continuer à consommer comme nous le faisons dans cette société. »

L'engagement des consommateurs est une autre question au cœur de tout effort visant à augmenter les taux de recyclage de certains produits, ce qui peut à son tour influencer le marché du contenu recyclé. ●

16 – 17
avril 2024



L'énergie de la transition

Salon des
teq 2024

Centre des congrès
de Lévis



Organisé par



Partenaire présentateur

